Горючие Смазочные Материалы



Энциклопедический толковый словарь-справочник

Издание второе

Под редакцией В.М. Школьникова

Москва
Издательский центр «Техинформ»
Международной академии информатизации
2010

УДК 662.75/76:621.892(031)
ББК 35.514
Г71

Составители:

Алаторцев Е.И. ОАО «ВНИИ НП»
Ахметов М.М. ГУП «ИНХП РБ», Уфа
Бакалейник А.М. ОАО «ВНИИ НП»
Барабанова Г.В. ОАО «ВНИИ НП»
Борщевский С.Б. ОАО «ВНИИ НП»
Булатников В.В. ОАО «ВНИИ НП»
Быстрова И.Б. ОАО «ВНИИ НП»
Гаврилова И.А. ОАО «СвНИИНП»
Гар П.П. ОАО «ВНИИ НП»
Григорьев В.В. ОАО «СвНИИНП»
Григорьева Н.И. ОАО «СвНИИНП»
Гуляева Л.А. ОАО «ВНИИ НП»
Данилов А.М. ОАО «ВНИИ НП»
Елашева О.М. ОАО «СвНИИНП»
Жумлякова М.А. ОАО «СвНИИНП»
Инджиев Г.С. ОАО «ВНИИ НП»
Козловцев А.П. ОАО «СвНИИНП»
Калинина М.В. ОАО «ВНИИ НП»
Колесник И.О. ОАО «ВНИИ НП»
Корох Н.И. ОАО «ВНИИ НП»
Конакова С.А. ОАО «ВНИИ НП»
Кутьин Ю.А. ГУП «ИНХП РБ», Уфа
Ларионова И.Г. ОАО «СвНИИНП»
Малиновский Г.Т. УкрНДІ НП «МАСМА»
Мельников В.Г. ОАО «ВНИИ НП»
Митусова Т.Н. ОАО «ВНИИ НП»
Назарова Т.И. ОАО «ВНИИ НП»
Непомнящая Е.В. ОАО «ВНИИ НП»
Нехамкина Л.Г. ОАО «ВНИИ НП»
Переверзев А.Н. СевКавГТУ
Плешакова Н.А. ОАО «СвНИИНП»
Погуляйко В.А. ОАО «СвНИИНП»
Процишин В.Т. УкрНДІ НП «МАСМА»
Радченко Л.А. ОАО «СвНИИНП»
Резников В.Д. ОАО «ВНИИ НП»
Розанова Н.Л. ОАО «ВНИИ НП»
Садовникова Л.А. ОАО «ВНИИ НП»
Сенчило С.Е. ОАО «СвНИИНП»
Суровская Г.В. ОАО «СвНИИНП»
Тимофеева Г.В. ОАО «СвНИИНП»
Тыщенко В.А. ОАО «СвНИИНП»
Устинова Т.А. ОАО «СвНИИНП»
Фальковская О.И. ОАО «ВНИИ НП»
Федоров Е.П. ФГУП «ЦИАМ им. П.И.Баранова)
Хуторянский Ф.М. ОАО «ВНИИ НП»
Цветков О.Н. ОАО «ВНИИ НП»
Шейкина Н.А. ОАО «СвНИИНП»
Шестаковская Т.В. ОАО «ВНИИ НП»
Юзефович В.И. ОАО «ВНИИ НП»

Помощь составителям оказали:
Зверев О.В. ОАО «ВНИИ НП», ***Карпинская Н.Н.*** ГУП «ИНХП РБ», ***Куцевич Е.А.*** ОАО «ВНИИ НП», ***Петросова М.Р.*** ОАО «ВНИИ НП», ***Сидорова Н.Н.*** ОАО «ВНИИ НП», ***Сказочкина И.А.*** ОАО «ВНИИ НП», ***Уварова И.М.*** ОАО «ВНИИ НП».

Г71 **Горючие, смазочные материалы: Энциклопедический толковый словарь-справочник.** Изд. 2-е./ Под ред. В.М. Школьникова. – М.: ООО «Издательский центр «Техинформ» Международной Академии Информатизации», 2010. – 756 с.; ил.
Издание предназначено для широкого круга читателей.

Организационно-редакторская группа:
Директор – Н.В. Орлова
Главный редактор – И.Н. Якунина
Шеф-редактор – Ю.А. Брусникина
Редактор – Л.П. Кузнецова
Редактор – Ю.А. Зарянкин
Редактор – Н.Р. Старовойтова
Корректор – В.В. Фролова
Нач. договорного отдела – В.Т. Надточий

ISBN 5-89551-019-1

© **ООО «Издательский центр «Техинформ» Международной академии информатизации», 2010**

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Перед вами второе издание энциклопедического толкового словаря-справочника «Горючие, смазочные материалы».

Топлива и смазочные материалы стали попутчиками нашей повседневной жизни. Нет таких транспортных средств, где бы не использовались нефтяные или синтетические горюче-смазочные материалы (ГСМ). Как-то незаметно под «давлением» экологических требований и связанных с ними принципиальных задач экономии энергии отечественные ГСМ меняются по составу и свойствам. С появлением современных технологий вводятся новые понятия и требования, а также показатели качества нефтепродуктов. В предлагаемом словаре-справочнике вниманию читателей представлено достаточно информации, чтобы разобраться в этих вопросах.

Нефть и газ сохраняют позиции основных источников энергии в современном мире. Но все большее внимание уделяется альтернативным источникам энергии и возобновляемым энергетическим ресурсам; в словаре также имеется информация по этой проблеме.

Современные топлива и смазочные материалы - сложные композиции, в которых представлены и углеводородные составляющие и кислородсодержащие компоненты и присадки различного функционального назначения. Все составы сбалансированы по свойствам с учетом требований, предъявляемых техникой и поэтому не рекомендуется использовать рекламируемые «добавки», не прошедшие серьезных испытаний в специализированных организациях. В словаре даны научно-технические пояснения по этим вопросам.

В настоящее время насчитывается более 150 различных процессов, реализованных в нефтеперерабатывающей и нефтехимической отраслях, связанных с обеспечением производства топлив и смазочных материалов. В книге дано представление об этих процессах и направлениях применения получаемых продуктов.

Следует подчеркнуть, что новые процессы нефтепереработки: гидрокрекинг, гидроизомеризация, гидроизо-

депарафинизация, каталитический крекинг, алкилирование, полимеризация и т.п., представляют собой наукоемкие процессы по технологии, аппаратурному оформлению и автоматизации систем управления. В словаре акцентируется внимание на значимости этих процессов для выпуска современных топлив и смазочных масел.

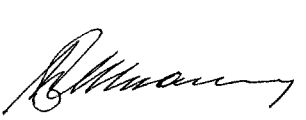
Составители словаря полагают, что представленная информация убедит читателей в наступлении времени кардинальных изменений и ужесточений требований к качеству топлив и смазочных материалов. Если в конце XX века дизельное топливо производилось с содержанием серы 0,2-0,5% (2000-5000 ppm), то сегодня требования Евро-3 и Евро-4 регламентируют содержание серы 50 и 10 ppm соответственно. Если базовые масла вырабатывались с содержанием серы 0,5-0,6% и индексом вязкости 85-90, то сегодня базовые масла требуются с показателями 0,03% и 120 ед. соответственно. Нефтеперерабатывающие заводы России приступили к промышленному производству и реализации таких нефтепродуктов. Эти же тенденции относятся к принципиальному изменению состава и свойств присадок к топливам и смазочным материалам.

В составлении словаря принимали участие высококвалифицированные специалисты с большим опытом работы в научных и промышленных организациях, а также в редакциях отраслевых изданий.

Во втором издании обновлен раздел «Смазочные материалы зарубежных компаний. Ассортимент, применение». Сведения в разделе приведены по состоянию на декабрь 2009 года.

Мы будем благодарны за высказанные предложения и пожелания по улучшению энциклопедического толкового словаря-справочника «Горючие, смазочные материалы», предполагая его долгожительство!

В.М. Школьников



Руководитель проекта В.М. Школьников
и Издательский центр «Техинформ» Международной академии
информатизации выражают благодарность:

компаниям -

Shell East Europe Company Ltd / ЗАО «Шелл Нефть»
EXXONMOBIL/ООО «Мобил Ойл Лубрикантс»
ООО «Сетра Лубрикантс»
CHEMTURA Corporation/ООО «Кемтура»

за участие в создании
Энциклопедического толкового словаря-справочника
и предоставленную информацию,

а также -

директору
ГУП «Институт нефтехимпереработки РБ»
Эльшату Гумеровичу Теляшеву

генеральному директору
ОАО «Средневолжский научно-исследовательский
институт по нефтепереработке»
Владимиру Александровичу Тыщенко

заведующей отделом Международного
сотрудничества
ОАО «ВНИИ НП»
Нине Ивановне Корох

за всемерную поддержку
и активное содействие в подготовке и публикации
Энциклопедического толкового словаря-справочника.

КАК ПОЛЬЗОВАТЬСЯ СЛОВАРЕМ

Энциклопедический толковый словарь-справочник «Горючие, смазочные материалы» – сборник основных терминов и понятий, используемых в нефтеперерабатывающей отрасли. Термины и понятия (обобщенно термины) напечатаны полужирным прописным шрифтом и расположены в алфавитном порядке. Термины в пояснениях сокращены до начальных букв входящих в него слов. Для удобства и быстроты нахождения того или иного термина в конце словаря дан алфавитно-тематический указатель.

В термине, состоящем из двух или более слов, на первое место, как правило, вынесено слово, содержащее определяющий признак, напр. «Моторное масло». По каждому виду продукции (множество продуктов, объединенных общими признаками, напр. моторное масло, пластичные смазки и т.д.) дана краткая обзорная информация: маркировка или обозначение продукта, классификация, свойства, состав. Поскольку в краткой информации невозможно достаточно полно изложить все относящиеся к теме вопросы, в словаре широко используется система ссылок (выделены курсивом) на другие термины, в пояснении к которым эти вопросы освещаются дополнительно. Ссылка на другой термин выделяется курсивом. Напр., в термине «Масла для дизелей» приведена классификация по назначению: масла для тепловозных дизелей; масла для судовых дизелей; масла для стационарных дизелей без подробного объяснения. Курсив указывает на то, что это объяснение читатель найдет в терминах «Масла для тепловозных дизелей», «Масла для судовых дизелей», «Масла для стационарных дизелей».

Для удобства пользования словарем в колонтитул книги на четной странице вынесен первый термин, на нечетной – последний.

Значительная часть словаря посвящена метрологии, методам испытания нефтепродуктов, их свойствам. Если метод испытания относится только к одному продукту, он кратко рассмотрен в термине, отражающем испытуемое свойство этого продукта. Методы испытания для различных продуктов даны отдельными статьями (напр. «Механические примеси в нефтепродуктах. Методы определения», «Температуры текучести и застывания. Методы определения» и т.д.). В терминах, относящихся к продуктам, методам испытаний, классификациям и пр. приведены отечественные и зарубежные стандарты.

В словаре-справочнике также представлена обширная информация по традиционным и перспективным процессам нефтепереработки.

Отдельные таблицы (характеристики), занимающие значительное место, вынесены в Приложения.

Для более полного информирования читателей в издании приведен Ассортиментный толковый словарь продукции (смазочных материалов) ведущих зарубежных нефтяных компаний.

При составлении словаря использовались нормативные документы, отраслевые справочники и другие специализированные литературные источники.

В словаре могут быть допущены неточности в изложении некоторых терминов и понятий. Будем благодарны за замечания и предложения, которые просим присылать по адресу:

Россия, 111116, Москва, ул. Авиамоторная, д. 6, оф. 125
Издательский центр «Техинформ»
E-mail: neftemir@rambler.ru
www.NEFTEMIR.RU

СОКРАЩЕНИЯ

БМС - бензино-метанольная смесь
в т.ч. - в том числе
ВМТ - верхняя мертвая точка
ГПА - газоперекачивающий агрегат
ГСМ - горюче-смазочные материалы
ГТД - газотурбинный двигатель
ГТУ - газотурбинная установка
ДВС - двигатели внутреннего сгорания
ДНП - давление насыщенных паров
ед. - единица
ЖРТ - жидкие ракетные топлива
КК - температура конца кипения
КМКО - Комплекс методов квалификационной оценки
КПД - коэффициент полезного действия
к-рая - которая
ММ - молекулярная масса
ММР - молекулярно-массовое распределение
напр. - например
ндп. - недопустимо
НК - температура начала кипения
НМТ - нижняя мертвая точка
НТД - нормативно-теническая документация
ОЧ - октановое число
ОЧи - октановое число по исследовательскому методу
ОЧм - октановое число по моторному методу
ПАВ - поверхностно-активные вещества
ПАУ - полициклические ароматические углеводороды
ПДК - предельно-допустимая концентрация
ПЖТ - подшипник жидкостного трения
РД - ракетные двигатели
РТ - ракетные топлива
РТИ - резино-технические изделия
СИ - система измерений
СОЖ - смазочно-охлаждающая жидкость
СОТС - смазочно-охлаждающее технологическое средство
ТВД - турбовинтовой двигатель
т-ра - температура
ТРД - турбореактивный двигатель
ТРТ - твердое ракетное топливо
ТСП - твердое смазочное покрытие
усл. - условный
устар. - устаревший
фр. - фракция
ЦЧ - цетановое число
ЭГПА - электроприводной газоперекачивающий агрегат

API - Американский институт нефти
ACEA - Ассоциация европейских производителей автомобилей
CEC - Европейский координационный совет по методам испытаний топлив и масел
ILSAC - Международный комитет по одобрению и стандартизации смазочных материалов
ISO - Международная организация по стандартизации
JASO - Японская организация по стандартизации в автомобилестроении
LMOA - Ассоциация специалистов, обслуживающих локомотивы
NMMA - Национальная ассоциация производителей судовых двигателей
SAE - Общество автомобильных инженеров США

АБРАЗИВНОЕ ИЗНАШИВАНИЕ – механическое *изнашивание* материала в результате режущего или царапающего действия твердых частиц (ISO 4378/2–1983).

АБРАЗИВОСТОЙКОСТЬ ПЛЕНОК ПИНС характеризует способность *защитного покрытия*, образуемого при нанесении *ПИНС* на металлическую поверхность, противостоять механическому повреждению от воздействия абразивных частиц.

А.п. ПИНС в условиях, имитирующих пылевые и песчаные бури, воздействие щебня, песка, грязи и других абразивов на узлы и детали автомобилей, самолетов и другой техники, оценивают в лабораторных условиях по методам «АУСМ» и «ТОНЭР».

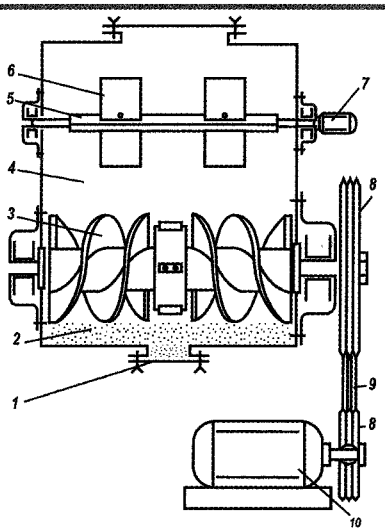


Рис. А-1. Установка для определения абразивостойкости по методу «АУСМ»:

1 – люки; *2* – абразив; *3* – шнек; *4* – рабочая камера; *5* – съемный держатель пластинок; *6* – пластинки; *7* – электродвигатель для вращения пластинок; *8* – сменные шкивы; *9* – клиноременная передача; *10* – электродвигатель для вращения шнека

Метод «АУСМ». Для определения А.п. ПИНС используют установку **(рис. А-1)**, рабочая камера которой изготовлена из коррозионно-стойкой стали. На дно камеры загружают специально приготовленную абразивную смесь, состоящую из гравия с частицами размером 3-5 мм и 3%-ного раствора NaCl. Абразивная суспензия должна закрывать двухходовой шнек, к-рый приводится в движение электродвигателем. В верхней части камеры закрепляют пластины, защищенные пленкой ПИНС или двухслойными покрытиями: лакокрасочный материал и ПИНС. Испытания проводят циклами (цикл – 30 мин). Результаты испытаний оценивают визуально по степени нарушения сплошности покрытия и наличию или отсутствию очагов коррозии.

Метод «ТОНЭР». Схема установки приведена на **рис. А-2**. Рабочий электрод в виде цилиндра, изготовленный из стали Ст.3, соединен с ротором и опущен в стакан из коррозионно-стойкой стали, играющий роль вспомогательного электрода. Электролитическим ключом ячейка соединена с электродом сравнения и подключена к потенциостату. В стакан-электрод насыпают промытый и просеянный речной песок, смоченный агрессивным моющим раствором. Электрод-цилиндр, покрытый пленкой *ПИНС* (сушка 24 ч), вращается в абразивной среде в течение 15 мин, после чего визуально оценивают состояние покрытия. До вращения в песке и после измеряют вольтамперную характеристику электродов и фиксируют конечное значение стандартного электродного потенциала и конечное смещение потенциала в гальваностатическом режиме (плотность поляризующего тока равна 0,5 мкА/см²).

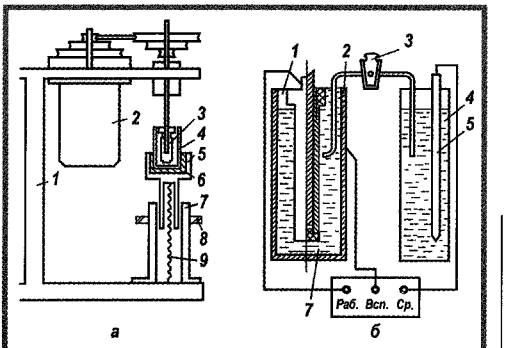


Рис. А-2. Схема установки «ТОНЭР» (а) и ячейки (б):

а) *1* – корпус установки; *2* – электродвигатель; *3* – рабочий электрод; *4* – вспомогательный электрод (стакан); *5* – ротор; *6* – изолятор из фторпласта; *7* – стойка держателя; *8* – ручка держателя; *9* – пружина;

б) *1* – рабочий электрод; *2* – корпус (вспомогательный электрод); *3* – электролитический ключ; *4* – сосуд с раствором HCl; *5* – хлорсеребряный электрод сравнения; *6* – потенциостат; *7* – агрессивный моющий раствор (песок)

АБСОРБЕР (АБСОРБЦИОННАЯ КОЛОННА) – аппарат для проведения процесса абсорбции, предназначенный для создания развитой поверхности соприкосновения между газом и жидкостью. По способу контактирования взаимодействующих фаз А. разделяют на поверхностные (насадочные, плёночные, механические плёночные) и распыливающие (полые форсуночные, скоростные прямоточные). В нефтегазовой и нефтеперерабатывающей промышленности наибольшее распространение получили А. в виде колонных аппаратов насадочного и тарельчатого типа.

АБСОРБЦИЯ – процесс поглощения жидкостью (абсорбентом) газа или пара. Абсорбенты разной природы (вода, спирты, углеводороды, щелочи, кислоты и др.) характеризуются по отношению к поглощаемым различным газам селективным характером действия и различной абсорбционной ёмкостью. На этом основаны промышленные процессы разделения газовых смесей и очистки природного, нефтяного газов и т.п. Различают физическую А., когда абсорбент химически инертен по отношению к поглощаемому газу, и химическую А. (хемосорбцию), при которой абсорбент и газ вступают в химическое взаимодействие.

А. газов проводят в спец. массообменных аппаратах (абсорберах) тарельчатого, насадочного, плёночного и распылительного типов.

Процесс обратный А. **(десорбция)** лежит в основе выделения из абсорбента поглощённого им газа. Таким образом осуществляют регенерацию абсорбента.

В химмотологии знание процессов абсорбции необходимо при создании, напр. систем насыщения азотом (азотирование) топлива в топливных баках отдельных типов самолётов дальней авиации в целях снижения их пожаровзрывоопасности.

Важно также знание закономерностей процессов десорбции, имеющих место при выделении из топлива растворённого в нём воздуха, при наборе самолётом высоты. В этих условиях поток топлива, поступающего в авиационные двигатели, становится двухфазным, что может послужить причиной отказа в работе узлов топливной аппаратуры двигателя.

АБСОРБЦИЯ ГАЗОВ – см. *Газофракционирование.*

АВИАЦИОННЫЕ МАСЛА – нефтяные и синтетические масла, используемые в двигателях летательных аппаратов для уменьшения трения, снижения износа трущихся частей и их охлаждения и иных функций (вынос абразивных частиц износа поверхностей трения и окисления масла, защита от атмосферной коррозии). А.м. используют и для смазывания иных агрегатов двигателя и планера летательных аппаратов.

А.м. различаются по вязкости, смазывающим свойствам, т-ре застывания, термоокислительной стабильности, испаряемости и другим эксплуатационным свойствам, типу базового масла [*минеральные (нефтяные) авиационные масла* и *синтетические авиационные масла*] и функциональным присадкам.

По назначению А.м. разделяют на:

• *масла для поршневых авиадвигателей*;

• масла для газотурбинных (реактивных) двигателей [*масла для турбореактивных двигателей (ТРД)* и *масла для турбовинтовых двигателей (ТВД)*]; в турбореактивных двигателях используют маловязкие масла, а в турбовинтовых – более вязкие, что обусловлено применением воздушного винта, для к-рого требуются масла с повышенной несущей способностью;

• *масла для вертолетов*;

• *масла для газоперекачивающих агрегатов.*

Ассортимент.

МС-8п (ОСТ 38101163–78) – наиболее широко применяемое масло на нефтяной основе с комплексом высокоэффективных присадок. Производят из западносибирских и смеси западносибирских и приуральских нефтей. Предназначено для газотурбинных двигателей дозвуковых и сверхзвуковых самолетов, у которых т-ра масла на выходе из двигателя не более 150°С). Используют в составе маслосмесей с авиационным маслом МС-20 (в соотношении 25:75, 50:50, 75:25) в турбовинтовых двигателях, а также для консервации маслосистем авиационных двигателей. Применяют в корабельных газотурбинных установках и в газоперекачивающих агрегатах.

Масло МС-8п разработано взамен масел МК-8 и МК-8п, оно значительно превосходит их по ряду эксплуатационных показателей, в частности, по вязкости при низкой т-ре, термоокислительной стабильности, ресурсу работы.

МС-8рк (ТУ 38.1011181–88) – рабоче-консервационное масло на базе масла МС-8п с добавлением ингибитора коррозии. Предназначено для смазывания и консервации авиационных двигателей. Равноценно маслу МС-8п по эксплуатационным показателям и значительно превосходит по консервационным свойствам. При консервации маслосистем авиационных двигателей срок защиты составляет: для масла МС-8п – 1 год, для масла МС-8рк – 4-8 лет.

ИПМ-10 (ТУ 38.101299–90) – синтетическое углеводородное масло с комплексом высокоэффективных присадок. Работоспособно в интервале температур от –50 до +200°С. Применяют в теплонапряженных ГТД военной и гражданской авиации с т-рой масла на выходе из двигателя до 200°С, а также в авиационных турбохолодильниках в качестве унифицированного масла и в др. агрегатах, в частности, в газоперекачивающих агрегатах с приводом от авиационного двигателя. Можно использовать для недлительной консервации.

МС-20 (ГОСТ 21743) – масло для поршневых двигателей самолетов, осевых шарниров втулок винтов вертолетов. В составе маслосмесей с маслом МС-8п (в различных соотношениях) используется в смазочных системах ТВД. Масло селективной очистки. Применяют также для смазыва-

ния мотокомпрессоров газоперекачивающих агрегатов. В составе авиационных маслосмесей с маслами МС-8 и МС-8п используется в смазочных системах ТВД, а также в качестве базового компонента для некоторых моторных масел и смазок.

КА-7,5 (ТУ 38.401 1103–2005) – перспективное унифицированное синтетическое всесезонное загущенное масло с комплексом присадок. Предназначено для применения на турбовинтовых и турбовинтовентиляторных двигателях самолетов, турбовальных двигателях и редукторах вертолетов.

ВО-12 (ТУ 38.401-58-359–2005) – масло, применяемое в осевых шарнирах втулок винтов вертолетов, как всесезонное в диапазоне температур от +60 до –50°С. Разработано взамен масла ВНИИНП-25. Представляет собой смесь синтетического углеводородного и диэфирного масел с комплексом присадок.

ТСгип (ТУ 38.1011332–90) – трансмиссионное масло для гипоидных передач и для горизонтальных и вертикальных шарниров втулки несущего винта и хвостовой трансмиссии вертолетов. Входит в состав *маслосмесей авиационных СМ-6, СМ-9, СМ-50/50.*

МС-8гп (ТУ 0258-003-4006542–97) – масло, разработанное на базе масла МС-8п, но технология получения базового компонента, т-ра застывания к-рого –45°С в отличие от –55°С для масла МС-8п, более простая, комплекс присадок тот же. Масло МС-8гп предназначено для использования только в газотурбинных двигателях газоперекачивающих установок (ГПУ).

ПЕТРИМ (ТУ 38.401-58-245–99) – масло для авиационных двигателей, являющихся приводами газоперекачивающих агрегатов. Представляет собой углеводородное базовое масло с пакетом высокоэффективных присадок.

ВНИИ НП-50-1-4ф (ГОСТ 13076) – синтетическое диэфирное масло с присадками, повышающими противоизносные свойства и термоокислительную стабильность. Применяют в двигателях с т-рой масла на выходе до 175°С и в турбохолодильниках.

ВНИИ НП-50-1-4У (ТУ 38.401-58-12–91) – синтетическое диэфирное масло, содержащее эффективную композицию антиокислительных присадок, позволяющих применять масло при т-ре от –60 до +200°С с перегревом до 225°С. Допущено к применению во всех авиационных ГТД. Может заменить масло ВНИИНП 50-1-4ф, совместимо с ним во всех соотношениях, не требуется замена резин и конструкционных материалов. Используют как одно из основных в военной технике. Рекомендуется для перспективной техники.

Б-3В (ТУ 38.101295–85) – синтетическое масло на основе сложных эфиров пентаэритритра и жирных кислот с комплексом присадок. Применяют в ГТД, редукторах вертолетов и др. технике с т-рой масла на выходе до 200°С. Обладает высокими смазывающими свойствами. Недостаток: выпадение в осадок противозадирной присадки при низкой т-ре эксплуатации в результате окисления с последующим растворением осадка в масле при 70–90°С.

ЛЗ-240 (ТУ 301-04-010–92) – синтетическое масло на основе сложных эфиров пентаэритритра и жирных кислот с комплексом присадок. Рекомендуется для использования в тех же двигателях, что и масло Б-3В.

ПТС-225 (ТУ 38.401-58-1–90) – синтетическое высокостабильное масло на основе сложных эфиров пентаэритритра и жирных кислот C_5-C_9. Работоспособно в интервале температур от –60 до +225°С. Рекомендовано к применению в теплонапряженной авиационной технике, а также в качестве унифицированного масла для отработки новых теплонапряженных авиационных ГТД (ТРД, ТВД). Масло обладает улучшенными вязкостно-температурными свойствами и высокой термоокислительной стабильностью. По физико-химическим и эксплуатационным свойствам наиболее (по сравнению с другими маслами) соответствует американской спецификации MIL-L-23699F.

ВТ-301 (ТУ 38.101657–85) – синтетическое масло на основе кремнийорганической жидкости с присадкой. Характеризуется максимальной (по сравнению с другими маслами) термоокислительной стабильностью, низкой летучестью, хорошими низкотемпературными свойствами. Можно использовать в ГТД с т-рой масла на выходе из двигателя до 250–280°С.

ЭРИДАН (ТУ 38.401829–90) – масло с высоким уровнем термической (370°С) и термоокислительной (180–200°С) стабильности, трибологических характеристик (противоизносных, антифрикционных и противозадирных), а также хорошими антикоррозионными свойствами.

АВИАЦИОННЫЙ БЕНЗИН – смесь жидких углеводородов, выкипающая при 40–180°С, применяемая в качестве топлива для авиационных поршневых ДВС с принудительным воспламенением. К А.б. по ряду эксплуатационных свойств назначения и сохраняемости (ГОСТ 4.25) предъявляются более жесткие требования, чем к *автомобильным бензинам*. По экологическим свойствам требования ниже. В ГОСТ 1012 нормируются те же показатели состава, что и для автомобильных бензинов (кислотность, содержание смол, серы, ароматических и непредельных углеводородов).

По ASTM D 910 нормируется только содержание общей серы (кислотность, содержание смол, непредельных и ароматических углеводородов не оговариваются), но введены дополнительные требования на кислотность остатка перегонки (проба на индикаторы, метод ASTM D 1093) и на наличие спиртовых компонентов и поверхностно-активных примесей (проба на индикаторы, метод ASTM D 1094). Для определения фракционного состава авиационных бензинов, а так же давления насыщенных паров, октанового числа по моторному методу, коррозионной активности в условиях конденсации воды, склонности к образованию отложений, содержания механических примесей, водорастворимых кислот и щелочей используют те же методы, что и для автомобильных бензинов. К специфическим показателям относятся *сортность на богатой смеси, удельная теплота сгорания, т-ра начала кристаллизации, период стабильности*, содержание *п-оксидифениламина*, содержание галоидных выносителей свинца по ГОСТ 6073.

Маркируются, как правило, дробными числами: в числителе – *октановое число* по моторному методу, в знаменателе – *сортность на богатой смеси*. В России вырабатываются авиационные бензины следующих марок: по ГОСТ 1012 – Б-91/115, Б-95/130; по ТУ 38.401-58-197–97 – Б-100/130, Б-100/130 малоэтилированный, соответствующие требованиям ASTM D 910 и европейским спецификациям на бензин марок 100 и 100LL. По ТУ 38.401-58-47–92 выпускается бензин марки Б-92 без нормирования сортности.

АВИАЦИОННЫЙ КЕРОСИН – керосин, предназначенный для авиационных газовых турбин (ИСО 1998).

АВТОМОБИЛЬНЫЙ ГАЗОЙЛЬ – газойль, специально изготовленный для использования в среднеоборотных и высокооборотных дизельных двигателях, в основном предназначенных для рынка перевозок (ISO 1998).

АВТОКАТАЛИЗ – ускорение реакции, обусловленное накоплением в продуктах реакции веществ, обладающих каталитическим действием. А. имеет место, например, при реакции серы элементной с насыщенными жирными кислотами растительных масел или с их эфирами в процессе получения серосодержащих противоизносных и противозадирных присадок для масляных СОТС. А. имеет место в зоне резания металлов в присутствии СОТС.

АВТОМОБИЛЬНЫЙ БЕНЗИН – топливо для двигателей внутреннего сгорания с принудительным воспламенением от искры. По своим эксплуатационным свойствам А.б. должен соответствовать ряду требований для надежной, долговечной и экологически безопасной эксплуатации автомобильной техники, что регулируется его *компонентным составом*.

Маркировка. В обозначении марки бензина указывают уровень детонационной стойкости: цифры – предельное значение октанового числа («Нормаль-80», «Регуляр-91», «Премиум-95» и «Супер-98»). В ряде стандартов приведено буквенное обозначение – «А», «АИ»:

«А» – аббревиатура назначения бензина (автомобильный);

«И» – октановое число определено по исследовательскому методу. Отсутствие в аббревиатуре буквы «И» означает, что октановое число определялось по моторному методу (А-76, вырабатываемый по ГОСТ 2084).

Для автомобильных бензинов США в качестве предельного значения октанового числа указывают расчетный октановый индекс – (ОЧи+ОЧм)/2.

В маркировку некоторых А.б. вводят обозначение, указывающее на соответствие экологических свойств требованиям автомобилей определенного класса, напр.: «Премиум *Евро*-95/4», вырабатываемый по ТУ 38.401-58-350–2005 для автомобилей класса *Евро-4*.

Экологические ограничения, законодательно регламентирующие состав и свойства применяемого бензина, а также вредные выбросы автомобилями различных типов, должны быть увязаны между собой. В соответствии с принятым *Техническим регламентом* «О требованиях к выбросам автомобильной техникой, выпускаемой в обращение на территории России, вредных (загрязняющих) веществ» нормы выбросов для всех новых, поставленных на производство и ввозимых автомобилей категорий *Евро-2* (Класс 2), вводятся с 2006 г., *Евро-3* (Класс 3) – с 2008 г., *Евро-4* (Класс 4) – с 2010 г. Переход к более высокому уровню экологических требований сопровождается ужесточением нормативов на топлива. Требования к автомобильным топливам приведены в приложении к указанному регламенту и соответствуют Техническому регламенту «О требованиях к бензинам, дизельному топливу и др. ГСМ».

А.б., выпускаемые по ГОСТ Р 51105, соответствуют требованиям *Евро-2*: предельное содержание серы в бензине составляет не более 500 мг/кг, а бензола 5%. С 2002 г. введен в действие ГОСТ Р 51866, соответствующий требованиям уровня *Евро-3*: содержание серы – до 150 мг/кг, олефиновых углеводородов – до 18%, бензола – до 1%, свинца – до 5 мг/дм. Такие бензины полностью соответствуют требованиям европейского стандарта EN 228–99. С 2005 г. введены в действие ТУ 38.401-58-350, устанавливающие требования

на уровне *Евро-4*, аналогичному EN 228–05: предельное содержание серы 50 мг/кг (**табл. А-1**).

А-1. Российские современные требования к качеству автомобильных бензинов

Показатели	Марка				Стандарт
	Нормаль-80	Регуляр-92	Премиум-95	Супер-98	ГОСТ Р 51105
		Регуляр *Евро*-92	Премиум *Евро*-95	Супер *Евро*-98	ГОСТ Р 51866
		Регуляр *Евро*-92/4	Премиум *Евро*-95/4	Супер *Евро*-98/4	ТУ 38.401-58-350
Октановое число (не менее) по методу: исследовательскому	80	92	95	98	Для всех стандартов
моторному	76	83	85	88	
Содержание свинца, мг/дм³, не более	10				ГОСТ Р 51105
То же	–	5			ГОСТ Р 51866; ТУ
Содержание фактических смол, мг/100 см³, не более	5				Для всех стандартов
Индукционный период, мин, не менее	360				Для всех стандартов
Содержание серы, % масс., не более	0,05				ГОСТ Р 51105
То же	–	0,015			ГОСТ Р 51866
Концентрация серы, мг/кг, не более	–	50			ТУ 38.401-58-350
Содержание бензола, % об., не более	5				ГОСТ Р 51105
То же	–	1			ГОСТ Р 51866; ТУ
Испытание на медной пластинке	Выдерживают класс 1				Для всех стандартов
Плотность при 15°С, кг/м³	700-750	725-780			ГОСТ Р 51105
То же	–	720-775			ГОСТ Р 51866; ТУ

Классификация. С учетом климатических особенностей России А.б. по фракционному составу и давлению насыщенных паров в ГОСТ 2084 подразделяют на два вида: зимний и летний. По показателям испаряемости (см. *Испаряемость бензинов*) ГОСТ Р 51105 предусмотрено пять классов бензинов, а в ГОСТ Р 51866 и ТУ 38.401-58-350 – 10 классов. Существует также классификация по испаряемости *Всемирной Топливной Хартии*.

АВТООКИСЛЕНИЕ СОТС – самопроизвольное окисление СОТС кислородом воздуха в условиях транспортирования, хранения и эксплуатации. Процесс нежелательный, т.к. приводит, в частности, к загниванию (прокисанию), осмолению или полимеризации жидких СОТС. Для предохранения СОТС от автоокисления используются антиоксиданты.

АВТОПОЛИРОЛЬ – вещество, улучшающее цвет и блеск поверхности автомобиля после покрытия. Очищает поверхность автомобиля и скрывает мелкие трещины, защищает ее от действия солнечных лучей, влаги и кислорода воздуха. А. представляет собой композицию *парафина твёрдого, церезина нефтяного, озокерита, восков природного и растительного*, воды, *эмульгатора*, отдушки и др. А. готовят в виде дисперсий в растворах и водно-восковом составе. Они часто содержат абразивный порошок в мелкодисперсном состоянии или фотоотверждаемые компоненты, служат для восстановления обветренной окраски автомобиля. При обработке поверхности автомобиля абразив снимает тонкий слой застаревшей краски и полирует поверхность автомобиля. Фотоотверждаемые компоненты под действием солнечных лучей или ртутной лампы образуют на поверхности автомобиля твёрдое, стойкое к истиранию покрытие – см. *Полировальное средство*.

АДГЕЗИОННО-КОГЕЗИОННЫЕ СВОЙСТВА СРЕДСТВ ВРЕМЕННОЙ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ в значительной степени определяют структуру защитной пленки, ее эластичность, способность к «самозалечиванию» при механических повреждениях, влаго-, газо- и ионопроницаемость, поведение при низких т-рах (см. *Морозостойкость пленок ПИНС*) и при воздействии абразивных частиц (см. *Абразивостойкость пленок ПИНС*), устойчивость к воздействию атмосферных осадков и ультрафиолетового облучения. А-к.с.в.п.з. непосредственно связаны с *адсорбционно-хемосорбционными* и *защитными свойствами средств временной противокоррозионной защиты*.

АДГЕЗИОННЫЕ СВОЙСТВА – способность смазочных масел сопротивляться действию центробежных сил и удерживаться на поверхностях трения. Для улучшения этих свойств к маслам добавляют высокомолекулярные соединения и соединения с высокой т-рой плавления (битумы, смолы, полимеры).

АДГЕЗИЯ (притяжение, сцепление, прилипание) – явление возникновения межмолекулярных связей между поверхностными слоями соприкасающихся разнородных твердых тел. Частным случа-

ем является **когезия**, когда соприкасающиеся тела однородны. При статическом контакте двух твердых тел А. обычно невелика, так как фактическая площадь контакта составляет чрезвычайно малую долю соприкасающихся поверхностей в связи с тем, что на них практически всегда имеются адсорбированные пленки, уменьшающие А. Однако при относительном перемещении тел (трении), вызывающем появление участков *ювенильных поверхностей*, силы А. могут резко возрасти, что приводит к появлению заедания и схватывания поверхностей соприкасающихся тел. А. измеряется энергией отрыва, отнесенной к единице площади поверхности.

АДГЕЗИЯ НЕФТЯНОГО БИТУМА – сцепление приведенных в контакт разнородных конденсированных фаз, обусловленное межмолекулярным взаимодействием или химической связью. А.н.б. зависит от полярности компонентов (асфальтенов и мальтенов) и характеризуется электропроводностью растворов этих веществ в неполярных растворителях. С повышением молекулярной массы асфальтенов, входящих в состав битумов электропроводность возрастает, адгезионные свойства улучшаются, коэффициент водоустойчивости повышается и коэффициент теплостойкости асфальтобетонных смесей понижается. Адгезия также характеризуется величиной работы, затрачиваемой на отделение битума от того или иного материала. А.н.б. к минеральным материалам заметно снижается в присутствии парафинов, поэтому их содержание, как правило, ограничивается российскими нормативами до 5% и зарубежными – не выше 2,5%. А.н.б. крайне незначительна к поверхностям любых материалов, смоченных водой. Определение сцепления битума с минеральными материалами в России нормируется ГОСТ 11508 по методам пассивного сцепления (метод «А») и активного сцепления (метод «Б»).

АДГЕЗИЯ ПЛАСТИЧНОЙ СМАЗКИ – молекулярная связь между поверхностью твердого тела и нанесенной на него смазкой. Измеряют сопротивлением сдвигу или отрыву смазки на единицу площади контакта. Увеличение адгезии соответствует лучшему удержанию смазки на трущихся и защищаемых от коррозии поверхностях. Существенное значение имеет соотношение сил адгезии и *когезии* (внутреннего сцепления). Для смазок когезия характеризуется пределом прочности на сдвиг или разрыв. При удалении с твердой поверхности смазки в большинстве случаев она будет отрываться не по границе смазка – твердая поверхность, а в объеме смазки. Наличие полярных соединений, высокая вязкость дисперсионной среды определяют прилипание (истинную адгезию) к твердым поверхностям тонких слоев смазок. Адгезию можно регулировать, изменяя состав смазки.

Адгезию оценивают методами, основанными на определении сползания смазки при повышенной т-ре с вертикальных металлических пластинок или цилиндров (ГОСТ 6037). Однако эти эмпирические методы не позволяют измерять силу адгезии. Результаты испытаний зависят от объемно-механических свойств смазок и пристенного эффекта и поэтому носят условный характер. Точно так же непригодны для оценки адгезии методы, основанные на определении сброса смазок с вращающихся дисков и др. Более целесообразно определять отрыв тонкого слоя смазки от поверхности вращающегося тела под действием центробежных сил. Предлагалось также сдувать тонкий слой смазки сильной струей воздуха. Однако до сих пор общепринятых надежных методов оценки адгезии смазок не имеется.

АДГЕЗИЯ ПЛЕНОК ПИНС – показатель, характеризующий адгезионно-когезионные свойства *ПИНС*. Адгезия покрытия, образованного на металлической поверхности в результате нанесения ПИНС, оценивают по степени отслаивания и состояния пленки. Для получения *защитного покрытия* продукт наносят ровным слоем на одну сторону металлической пластинки 50х50х5 мм. Пластинку с продуктом выдерживают при комнатной т-ре в подвешенном состоянии в течение 24 ч. А.п. ПИНС определяют методом «треугольника»: пленку прорезают скальпелем или острым ножом до металлической поверхности по двум направлениям, пересекающимся под углом 45°. Участок пленки в точке пересечения поднимают ножом или скальпелем и отделяют от пластинки. А.п. ПИНС выражают в баллах в соответствии с **табл. А-2**.

А-2. Оценка адгезии пленок ПИНС

Характеристика состояния покрытия и подложки	Адгезия, баллы
Покрытие отламывается или срезается скальпелем, но не отслаивается, на подложке остаются следы покрытия	1
Покрытие отслаивается у вершины угла, подложка чиста, без следов покрытия	2

АДГЕЗИЯ ЧАСОВЫХ МАСЕЛ к металлу оценивают по ГОСТ 7935 показателем *растекаемость*. Диаметр небольшой капли масла (около 10^{-4} мл), нанесенной на хорошо очищенную полированную поверхность стали, должен изменяться за 24 ч не более чем на 0,5%.

АДДУКТ – см. *Комплекс карбамида с н-алканами*.

АДСОРБАТ (адсорбтив) – вещество, к-рое перешло из газовой или жидкой фазы в адсорбированное состояние или было выделено при адсорбции.

АДСОРБЕНТ – твёрдое вещество, на поверхности или внутри пор к-рого осуществляется поглощение вещества, а само вещество, находящееся в газовом или жидком состоянии, называется адсорбатом или адсорбтивом. А. обычно имеет большую удельную поверхность – до нескольких сотен м²/г. В качестве А. используют различные алюмосиликаты, цеолиты, активированные угли и др. (См. также *Твердые адсорбенты*).

АДСОРБТИВ – см. *Адсорбат*.

АДСОРБЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ УГЛЯ. Измеряется несколькими методами.

Адсорбционная активность по метиленовому голубому. В соответствии с ГОСТ 4453 проводится из 0,15%-го раствора красителя: измеряется количество метиленового голубого по массе, поглощаемое 1 г активного угля при определенных условиях контакта.

Адсорбционная активность по мелассе. Меласса (рафинатная патока) – темно-коричневая сложная смесь веществ, представляющая собой отходы производства сахара. В зависимости от условий применения активного угля разработаны различные стандарты определения адсорбционной активности по мелассе в зерне и порошке соответственно ГОСТ 4453 и ТУ 2162-210-05795748–95.

Определение данного показателя по ГОСТ 4453 проводится в сравнении с эталонным образцом из раствора мелассы установленной оптической плотности (0,6–0,7 оптических единиц).

По ТУ 2162-210-057957480–95 адсорбционная активность по мелассе определяется в процентах от оптической плотности исходного раствора мелассы.

Адсорбционная активность по йоду. Измерение адсорбции йода стандартизировано ГОСТ 6217 для зерненых и ТУ 6-16-2409–80 для порошкообразных активных углей.

В соответствии с этими методами измеряется процент поглощенного навеской угля йода по отношению к массовой концентрации исходного раствора.

Существует зависимость между количеством адсорбированного углем йода и его удельной поверхностью, т.к. предполагается, что йод адсорбируется в виде монослоя.

АДСОРБЦИОННО-ХЕМОСОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА СРЕДСТВ ВРЕМЕННОЙ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ в значительной степени определяют механизм их защитного действия. Одной из основных стадий формирования защитной пленки при нанесении на металл *средства временной противокоррозионной защиты* является образование адсорбционно-хемосорбционных слоев содержащихся в них ингибиторов коррозии в результате электронодонорно-акцепторных взаимодействий их с поверхностью металла. Образование хемосорбционной фазы ингибиторов изучено с использованием современных методов электронной спектроскопии и ядерного микроанализа. Показано, что полярные группы ингибиторов коррозии (NH_2, NH, SO_2, NO_2 и др.) образуют на стали, меди, алюминии и их сплавах прочные хемосорбционные связи, к-рые не исчезают после удаления пленки ингибиторов растворителями (эффект последействия, см. *Последействие средства временной противокоррозионной защиты*).

А-х.с.с.в.п.з. оценивают путем измерения емкостно-омических показателей пленок методом импеданс, общего поляризационного и омического сопротивления методом «ОПС-ООС», измерения контактной разности потенциалов (ΔКРП) на установке конденсаторного типа.

АДСОРБЦИОННЫЕ ПЛЕНКИ – формирующиеся на поверхностях трения адсорбированные (моно- или мультимолекулярные) слои смазочного материала и ПАВ, к-рые уменьшают поверхностное натяжение масла, облегчают пластическую деформацию поверхностных слоёв и снижают коэффициент трения, уменьшают вероятность схватывания.

АДСОРБЦИЯ – концентрирование вещества на поверхности раздела фаз или в объеме пор твердого тела.

В процессе адсорбции участвуют, как минимум, два агента: тело, на поверхности или в объеме пор к-рого происходит концентрирование поглощаемого вещества (его называют **адсорбентом**), и поглощаемое вещество. Последнее, если оно находится в газовой или жидкой объемной фазе, т.е. в неадсорбированном состоянии, называется **адсорбтивом,** а после того, как адсорбтив перешел в адсорбционное состояние, – **адсорбатом.** На поверхности твердого тела адсорбция возникает вследствие сил притяжения поверхностных атомов или молекул. При этом необходимо различать **физическую адсорбцию** и **хемосорбцию** (химическую адсорбцию).

Природа сил, вызывающих физическую адсорбцию, сходна с природой сил, вызывающих конденсацию пара с образованием жидкости. Теплота, выделяющаяся в процессе физической адсорбции, имеет тот же порядок, что и теплота, выделяющаяся в процессе конденсации (80–120 кДж/моль). Теплота хемосорбции 1 моля вещества достигает нескольких сотен килоджоулей. Хемосорбция может происходить при высоких т-рах, когда физическая адсорбция пренебрежимо мала. При хемосорбции адсорбированные молекулы не могут перемещаться по поверхности адсорбента, их положение фиксировано и такая адсорбция называется локализованной. При химической адсорбции обра-

зуется только один монослой. Физическая адсорбция может быть как локализованной, так и нелокализованной. Обычно с повышением т-ры молекулы приобретают подвижность и характер процесса изменяется: локализованная адсорбция переходит в нелокализованную. Это явление при физической адсорбции используется для процесса адсорбции адсорбата из адсорбента, что позволяет организации промышленных процессов для очистки газов и жидкостей. В промышленных процессах адсорбент должен быть многократно использован в циклах адсорбции–десорбции.

В технике применяют *твердые адсорбенты* с сильно развитой внутренней поверхностью (объем пор). К активным промышленным адсорбентам относятся пористые тела разной химической природы и происхождения. По этому признаку адсорбенты разделяют на угольные (см. *Активные угли*) и минеральные (см. *Природные глинистые адсорбенты*).

АДСОРБЦИЯ УГЛЯ ИЗ ПАРО-ВОЗДУШНЫХ ПОТОКОВ. Определяют динамическими и статическими испытаниями. Динамические испытания предполагают определение времени защитного действия слоя угля фиксированной длины до полного насыщения при пропускании паро-воздушных потоков веществ бензола и хлорэтила заданных концентраций. Испытания проводятся в соответствии с ГОСТ 17218 (по бензолу) и ГОСТ 18261 (по хлорэтилу).

В процессе статических испытаний определяется общее количество вещества в единицах массы, поглощенное слоем угля фиксированной длины до полного его насыщения, при пропускании паро-воздушной смеси заданной концентрации. В качестве модельных веществ выбраны бензол и толуол. Испытания проводятся по ГОСТ 8703.

АДСОРБЦИЯ ФИЗИЧЕСКАЯ – см. *Адсорбция*.

АДСОРБЕНТЫ ТВЕРДЫЕ – см. *Твердые адсорбенты*.

АЗЕОТРОПНЫЕ СМЕСИ (азеотропы) – жидкие смеси, характеризующиеся равенством составов равновесных жидкой и паровой фаз. При их перегонке образуется конденсат того же состава, что и исходный раствор, поэтому А.с. называют также нераздельнокипящими. Наличие А.с. существенно затрудняет разделение жидких смесей и требует применения специальных методов ректификации. А.с. встречаются как в двойных, так и в многокомпонентных системах.

АККРЕДИТАЦИЯ – официальное признание компетентности физического или юридического лица выполнять работы в определённой области. При производстве нефтепродуктов аккредитации подвергаются, как правило, испытательные лаборатории и органы по сертификации. При аккредитации испытательных лабораторий происходит подтверждение их компетентности в проведении определённого перечня анализов. При аккредитации органа по сертификации удостоверяется его право на выдачу сертификатов. Для подтверждения соответствия продукции или процессов её производства требованиям технических регламентов аккредитация является обязательной и проводится органом по аккредитации в порядке, установленном правительством Российской Федерации.

АКТИВАТОР – вещество, применяемое в процессах карбамидной депарафинизации, одновременно растворяющее нефтяные продукты и карбамид и приводящее их к контакту, способствующее реакции образования комплекса *н*-алканов с карбамидом, например метиленхлорид, метиловый спирт, изопропиловый спирт, кетоны и др.

АКТИВАЦИЯ СОТС – повышение эффективности применения СОТС путем изменения исходных физико-химических свойств во всем объеме или путем временного изменения свойств определенных объемов СОТС внешними энергетическими воздействиями. Виды активации СОТС: механическая, термическая, электрическая, электрохимическая, магнитная и др.

АКТИВНАЯ ОКИСЬ АЛЮМИНИЯ – *адсорбент*, широко применяемый в технике для осушки различных сред, а также в качестве носителя различных катализаторов нефтепереработки и нефтехимии. Оксид алюминия получают прокаливанием гидроксидов алюминия: тригидратов (гиббсита, байерита, нордстрандита) и моногидратов (диаспора, окристаллизованного бемита, гелеобразного бемита – псевдобемита). Термическая обработка гидроксидов алюминия приводит к образованию различных форм оксида алюминия:

- низкотемпературные оксиды ($Al_2O_3 \cdot nH_2O$), в к-рых $0<n<0,6$. Их получают при т-рах не выше 600°С в виде γ, ρ, χ, η-модификаций;

- высокотемпературные оксиды (почти безводные), получаемые при 900–1000°С в виде δ, χ, θ-модификаций. При 1000°С и выше получают инертный α-оксид алюминия (корунд).

Кристаллическая структура этих модификаций отличается последовательностью расположения слоев гидроксильных групп. Диаспор из группы моногидратов в качестве сырья для производства оксида алюминия не используют, так как в природе в виде минерала встречается крайне редко. Гиббсит в качестве активного оксида алюминия не используют, так как при его прокаливании образуется грубодисперсный оксид алюминия с низкой удельной поверхностью. Однако он может быть использован в качестве сырья для приготовления оксида алюминия, только путем его переосаждения или диспергирования с последующей гидратацией. Байерит может быть использован

для производства активного оксида алюминия с развитой поверхностью в виде γ- и η-модификаций в зависимости от условий дегидратации.

Все технологические схемы производства активного оксида алюминия основаны на получении гидроксида алюминия – «гидрата глинозема». Схема такого процесса включает растворение «гидрата глинозема» в кислотах (H_2SO_4, HNO_3) или в щелочи (NaOH) с последующим гидролизом при нейтрализации соответственно основанием или кислотой. Полученный гидроксид алюминия отмывается от ионов Na^+ и SO_4^-. Отмытый гидроксид алюминия формуют в виде черенков, сушат, прокаливают и классифицируют по гранулометрическому составу.

Институтом катализа СО РАН совместно с ОАО «ВНИИ НП» был разработан процесс получения активного оксида алюминия, основанный на термическом диспергировании гиббсита [размол и сушка сырья → термическое диспергирование (450-500°С) → гидратация продукта → промывка гидратированного продукта → пластификация азотной кислотой → формование гранул → сушка, прокалка]. Основную операцию – термическое диспергирование гиббсита проводят в каталитических генераторах тепла в псевдоожиженном слое твердого катализатора. В результате контакта гиббсита с нагретым катализатором происходит образование аморфизованного Al_2O_3.

В России, Японии и Франции оксид алюминия вырабатывается следующего качества: Na_2O – 0,02-0,6% масс., SiO_2 – 2,0–0,02% масс., Fe_2O_3 – 0,12-0,4% масс., средний диаметр частиц – 3-4 мм, насыпная плотность – 400–900 г/л, суммарный объем пор – 0,4–0,8 см³/г, средний радиус пор – 3-10 нм, удельная поверхность – 180-390 м²/г.

Показатели качества активного оксида алюминия, выпускаемого в России, представлены в *Приложении А-1*. Химический состав активного оксида алюминия – адсорбента жестко не регламентируется. Такие примеси как оксид кремния, не изменяют характеристик продукта, даже если их содержание составляет несколько процентов. В то же время присутствие железа ухудшает товарный вид продукта, и поэтому его содержание невелико – менее 0,2% масс. Существенное значение имеет содержание солей натрия: присутствие щелочи понижает термическую стабильность адсорбентов и кислотность их поверхности (последнее отражается на качестве адсорбента, применяемого при осушке воздуха и его очистке от непредельных углеводородов в производстве жидкого кислорода). Для глубокой очистки технологических потоков обычно применяют мелкопористый оксид алюминия с удельной поверхностью 350–400 м²/г. В этих системах активность адсорбента пропорциональна удельной поверхности. Количество мезопор (0,1 см³/г) вполне достаточно, чтобы обеспечить интенсивное транспортирование адсорбата внутрь гранул оксида алюминия.

В *Приложении А-2* приведены характеристики некоторых сортов оксида алюминия, известных на мировом рынке.

АКТИВНОЕ ВЕЩЕСТВО ПИНС (сухой остаток) характеризует наличие в его рецептуре активных компонентов (ингибиторов коррозии, загустителей, пленкообразующих веществ, пластификаторов, наполнителей) без растворителей. Массовую долю А.в. ПИНС определяют выпариванием в термостате навески ПИНС для удаления растворителя и взвешиванием полученного сухого остатка. Процесс выпаривания повторяют до получения постоянной массы. Т-ра, при к-рой происходит сушка, и длительность выпаривания зависят от структуры испытуемого ПИНС и вида растворителя, к-рый входит в его рецептуру. Эти данные указываются в *нормативной документации* на продукт.

Массовую долю А.в. ПИНС вычисляют по формуле $X=[(m_1-m_2)/(m_3-m_2)]\cdot 100$, где X – массовая доля активного вещества, %; m_1 – масса стаканчика с продуктом после нагрева, г; m_2 – масса пустого стаканчика, г; m_3 – масса стаканчика с продуктом до нагрева.

АКТИВНЫЕ УГЛИ представляют собой пористые промышленные адсорбенты, получаемые из различных видов органического сырья: торфа, бурого и каменного угля, антрацита, дерева и продуктов его переработки (древесного угля, опилок, отходов бумажного производства, кожевенной промышленности, материалов животного происхождения, напр., костей). Угли, отличающиеся высокой механической прочностью, производят из скорлупы кокосового и др. орехов, а также из косточек плодов.

Для практической реализации любого способа изготовления активных углей проводят предварительную подготовку сырья [дробление, рассев, формование, карбонизация (пиролиз) и активация].

Карбонизация (пиролиз) – термическая обработка без доступа воздуха в среде дымовых газов для удаления летучих веществ. При этом формируется фундамент будущего активного угля – первичная пористость, прочность и т.д.

Активация водяным паром представляет собой окисление карбонизированных продуктов до газообразных.

В процессе активации развивается необходимая пористость и удельная поверхность, значительно уменьшается масса твердого вещества.

Имеется другой вид активации – химическая, заключающаяся в обработке угля солями, к-рые

при высокой т-ре выделяют газ-активатор (напр., CO_2, O_2): карбонатами, сульфатами, нитратами, кислотами-окислителями (азотной, серной, фосфорной и др.) и горячими концентрированными растворами некоторых солей. Угли, полученные химическим активированием, называют в соответствии с применяемым реагентом, например, уголь хлорцинковой активации.

По размерам и форме частиц активные угли разделяют на гранулированные и порошкообразные.

Гранулированные угли изготавливают обычно в форме цилиндриков диаметром 2–5 мм, причем высота цилиндрика всегда больше диаметра. Гранулированные угли применяют главным образом на установках со стационарным слоем адсорбента при очистке и разделении потоков в газовой фазе. Чтобы увеличить интенсивность массообмена, гранулированный уголь иногда дробят и после рассева получают узкие фракции, напр.: 0,15–0,25; 0,25–0,55; 0,55–1,65; 1,65–2,35 и 2,35–4,70 мм.

Порошкообразные угли состоят из частиц размером менее 0,15 мм. Их используют исключительно для очистки веществ в жидкой фазе.

В зависимости от назначения угли разделяют на газовые, рекуперационные и осветляющие.

Газовые угли предназначены для улавливания относительно плохо сорбирующихся компонентов или паров, присутствующих в газах в небольшом количестве. Они должны обладать большим объемом микропор и умеренно развитой переходной пористостью, обеспечивающей интенсивность диффузии адсорбата внутрь зерен адсорбента ($V_{мез} \geq 0{,}05$ см³/г, где $V_{мез}$ – удельный объем мезопор (см. *Твердые адсорбенты*).

Представителями газовых углей в отечественной промышленности являются угли типа СКТ, полученные в процессе сернисто-калиевой активации. Их насыпная плотность 0,38–0,5 г/см³, удельный суммарный объем пор V_{Σ}=0,75...1,10 см³/г, микропор $V_{мик}$=0,45...0,60 см³/г, мезопор $V_{мез}$=0,1...0,28 см³/г, макропор $V_{мак}$=0,16...0,25 см³/г, удельная поверхность мезопор $S_{мез}$=60...180 м²/г.

Газовый уголь АГ-2 (ГОСТ 23998) в отличие от угля СКТ имеет две микропористые структуры: удельные суммарные объемы микропор ($V_{мик}$=0,30 см²/г) и всех пор (V=0,60 см³/г) у этого угля значительно ниже, переходная пористость слабо развита ($V_{мез}$=0,05 см³/г, $S_{мез}$=33 м²/г), удельный объем макропор ($V_{мак}$=0,25 см³/г) соответствует этому показателю для угля СКТ. Насыпная плотность 0,6 г/см³.

Уголь АГ-2 изготавливают из каменноугольной пыли и смолы грануляцией с последующей парогазовой активацией. В основном, он предназначен для снаряжения индивидуальных средств защиты органов дыхания, а также для изготовления на его основе поглотителей и катализаторов.

Аналогичен по своим свойствам и технологии получения уголь АГ-3 (ГОСТ 20464), широко используемый для извлечения компонентов из газовых и жидких сред. Его насыпная плотность 0,4–0,55 г/см³.

Адсорбционные свойства углей АГ-2 и АГ-3 регламентируются по времени задерживающего действия слоя адсорбента высотой 5 см по бензолу, извлекаемому из газового потока в стандартных условиях (ГОСТ 17218). Для угля АГ-2 оно должно быть не менее 45–55 мин, для АГ-3 – 40 мин.

Уголь КАД-йодный (ТУ 16-1917–74) предназначен для поглощения йода из буровых минерализованных вод и для извлечения различных веществ из растворов, он может быть использован и для очистки газов. Уголь представляет собой зерна размером 1–5 мм, полученные из каменноугольного полукокса. По микропористой структуре он близок к углям типа АГ-2 ($V_{мик}$=0,3 см³/г), но имеет значительно более развитую мезо- ($V_{мез}$=0,15 см³/г, $S_{пер}$=110 м²/г) и макропористость ($V_{мак}$ =0,51 см³/г). Его суммарный удельный объем пор V_{Σ}=1,00 см³/г), а гравиметрическая плотность – 0,38 см³/г.

Рекуперационные угли применяют для улавливания паров органических растворителей из воздуха: уголь типа АР-А – для улавливания паров растворителей с т-рой кипения выше 100°С, АР-Б – с т-рами кипения 60–100°С, АР-В – с т-рами кипения ниже 60°С (ГОСТ 8703). Параметры структуры угля АР: V_{Σ}=0,7 см³/г, $V_{мик}$=0,33 см³/г, $V_{мез}$=0,07 см³/г, $V_{мак}$=0,30 см³/г, удельная поверхность мезопор $S_{мез}$=50 м²/г.

Осветляющие угли предназначены для поглощения относительно крупных молекул или микросуспензий из жидких сред. Они отличаются развитой переходной пористостью (мезопористостью): удельная поверхность переходных пор 140–150 м²/г. Осветляющие угли получают обработкой древесного угля-сырца водяным паром при т-ре выше 800°С. После активации уголь измельчают в порошок с частицами размером не менее 0,1 мм. Активные угли этого типа применяют для очистки пищевых, фармацевтических и др. продуктов, а также различных растворов. Угли типа ОУ-А, ОУ-Б, ОУ-В, ОУ-Г выпускаются по ГОСТ 4453. Уголь ОУ-А (сухой щелочной) используется для обесцвечивания и изготовления медпрепаратов, а также в производстве пищевых органических кислот, ОУ-Б (влажный кислый) – для обесцвечивания крахмалопаточных растворов глюкозы, ксилита и др. также в качестве основы

палладиевого катализатора, ОУ-В (сухой щелочной) – для обесцвечивания пищевых масел, жиров, органических кислот и пластификаторов, ОУ-Г (сухой щелочной) – для очистки от высокомолекулярных смолистых и окрашивающих примесей в органическом синтезе. В ГОСТах или технических условиях на угли вышеуказанного типа закладывается адсорбционный показатель: активность по метиленовому голубому должна быть в пределах 210–225 мг/г, а активность по мелассе – 50–100%. Методики определения этих показателей описаны в ГОСТ 4453.

Активный уголь КАД-молотый (ТУ 6-17-2409–80) используется для осветления растворов, очистки минеральных масел. Адсорбционная активность его по йоду составляет около 80%. Порошкообразный активный уголь УАФ (ТУ 6-16-2409–80) также используют для очистки и осветления технологических растворов в различных областях промышленности.

Иногда осветляющие угли применяют в гранулированном или дробленом виде. Основной размер гранул угля АГС-4, используемого для обесцвечивания сахарных сиропов, составляет 3,0–2,5 мм. Молотый древесный уголь МД используют для процессов обесцвечивания и осветления растворов.

Широко распространенные активные угли типа БАУ и ДАК (ГОСТ 6 217) получают на базе древесной основы. Они имеют сильно развитую общую пористость, широкий диапазон пор и значительную удельную поверхность. Это позволяет использовать их для очистки жидких сред от широкого спектра примесей (от мелких, соизмеримых с молекулами йода до крупных, соизмеримых с молекулами жиров масел, нефтепродуктов, хлорорганических соединений и др.).

Активные угли, используемые в пищевой промышленности, отличаются низким содержанием золы (менее 8%).

В последнее время в России начали выпускать активированные дробленые угли марок КАУСОРБ (ТУ 2162-210-05795731–2006). Их изготавливают из активированной скорлупы кокосовых орехов путем ее дробления с последующим рассевом. Они отличаются хорошо развитой микропористой структурой, высокой прочностью, что позволяет проводить многократную регенерацию.

В зависимости от назначения различают четыре марки активного угля КАУСОРБ:

• КАУСОРБ Б-221 – для очистки питьевой воды в системах водоподготовки и водно-спиртовых растворов в ликероводочных производствах;

• КАУСОРБ Б-223 – для извлечения золота из цианидных растворов и пульп в золотодобывающей промышленности;

• КАУСОРБ Б-212 – для очистки питьевой воды в системах водоподготовки и промышленных стоков в различных производствах;

• КАУСОРБ Б-224 – для процессов рекуперации паров органических растворителей.

У перечисленных активных углей адсорбционная активность по йоду находится на уровне 1000–1200 мг/г.

За рубежом был освоен синтез и налажен промышленный выпуск нового класса углеродных сорбентов – молекулярно-ситовых углей. Последние отличаются от других активных углей более высокой однородностью микропористой структуры, определяющие размеры которой имеют тот же порядок, что и размеры молекул. Этот адсорбент (углеродное молекулярное сито) имеет размер пор 0,5–0,7 мм. Его можно использовать при разделении воздуха на азот и водород, а также отделения водорода от смеси углеводородных газов и метана. Торговое название адсорбента – Суперсорбон F-30.

Для придания активным углям обеззараживающих функций их пропитывают соединениями серебра ($AgNO_3$) с содержанием основного вещества 0,04–0,11% масс. Для этого применяют угли типа СКД-515, АГ-5 и БАУ. Для поглощения паров ртути в России выпускают угли ХПР-3м, ХПР-3, ХПР-3п.

Показатели качества А.у. Качество определяется механическими показателями:

- *фракционный состав угля;*
- *насыпная плотность угля:*
- *механическая прочность угля;*
- *основной размер частиц угля* (для порошкообразных углей);

адсорбционными показателями:

- *адсорбционная активность угля;*
- *адсорбция угля из паро-воздушных потоков;*

химическими показателями:

- *массовая доля влаги в угле;*
- *массовая доля золы в угле;*
- *массовая доля водорастворимой золы в угле;*
- *pH водной вытяжки.*

АЛКАНЫ (парафиновые углеводороды) – насыщенные углеводороды. В зависимости от строения относятся к углеводородам нормального и разветвленного типа, свойства к-рых существенно различаются по ряду показателей. По физическому состоянию делят на газообразные, жидкие и твердые.

Газообразные имеют число атомов углерода от 1 до 4 (C_1-C_4), растворены в нефти в условиях нефтеносного пласта и выделяются из нее при добыче в виде попутного газа. Углеводороды C_1-C_3 составляют основную часть природных газов.

У жидких А. число атомов углерода находит-

ся в пределах от C_5 ($t_{кип}$=36°С) до C_{18} ($t_{кип}$=320°С), они входят в состав легкой части нефти (дистиллятные фракции).

А. с числом атомов углерода C_{19} и выше условно считают твердыми. Фактически твердыми являются только А. нормального строения, а изоалканы выше C_{19} при 20°С в основном остаются жидкими.

АЛКЕНЫ (олефиновые углеводороды) – ненасыщенные алканы, в нефти практически отсутствуют, образуются в больших количествах в термодеструктивных и каталитических процессах переработки фракций нефти: термокрекинг, коксование, каталитический крекинг, пиролиз.

В углеводородных газах, образующихся в результате этих процессов, содержание А. (C_2-C_4) составляет от 20 до 60% масс. К ним относятся этилен, пропилен, бутен-1, бутены-2 (*цис-* и *транс-* формы), изобутилен, 1,3-бутадиен.

Среднемолекулярные (C_5-C_{18}) и высокомолекулярные (C_{19+}) А. образуются в деструктивно-каталитических процессах в меньших количествах и входят соответственно в состав легких (30–350°С) и тяжелых (350–500°С) дистиллятов вторичного происхождения.

Все А. обладают повышенной реакционной способностью при окислении, полимеризации, алкилировании и др. Это свойство широко используется в нефтехимии низших олефинов, в производстве пластмасс, каучуков, алкилпроизводных, моющих средств и т.д. Присутствие А. в нефтепродуктах (топливах, маслах) ухудшает их стабильность при хранении и применении.

АЛКИЛАТ (АЛКИЛБЕНЗИН) – смесь насыщенных углеводородов изостроения, получаемая *алкилированием изобутана олефинами*, в основном техническими бутиленами, реже пропиленами и амиленами (обычно используют соответствующие фракции газов крекинга или пиролиза нефтяного сырья). В нефтепереработке получают в процессе алкилирования на катализаторе: серной или фтористоводородной кислоте, а также на твёрдокислотном катализаторе. Применяют в качестве высокооктанового компонента бензинов. Характеристика А.: ОЧи=91-94, ОЧм=90-93; фракционный состав: т-ра начала перегонки 30-45°С; 10% перегоняется при 66-75°С; 50% – при 105-110°С; 90% – при 115-130°С; КК=170-190°С; массовая доля серы 0,005-0,02%; испытание на медной пластине выдерживает; плотность при 20°С 690–700 кг/м³.

АЛКИЛБЕНЗИН – см. *Алкилат*.

АЛКИЛБЕНЗОЛЫ – гомологи бензола, полученные путем замещения в молекуле бензола атома водорода алкилами. Смеси ароматических углеводородов, получаемые алкилированием бензола. В состав технических А. чаще всего входят этилбензол, бутилбензол и др. В некоторых случаях А. вырабатывают с преобладанием (70–90%) одного какого-либо углеводорода, напр. изопропилбензола. Применяют в качестве компонентов авиационных топлив, главным образом для повышения антидетонационных характеристик топлива на богатой смеси. А. используют в качестве сырья для получения бытовых моющих средств, присадок к смазочным маслам, смазочных масел и гидравлических жидкостей.

АЛКИЛБЕНЗОЛЬНЫЕ МАСЛА – продукты алкилирования бензола высшими олефинами в присутствии *катализаторов катионного типа*. Наиболее распространен синтез алкилбензолов – сырья для получения алкиларилсульфонатов, анионных ПАВ путем алкилирования бензола линейными олефинами, получаемыми дегидрированием нефтяных парафиновых фракций C_{10}-C_{13} или C_{11}-C_{14} в присутствии катализатора HF. В ходе синтеза помимо моноалкилбензолов образуются и диалкилбензолы, к-рые выделяются ректификацией и, собственно, являются алкилбензольными маслами.

При направленном синтезе А.м. в качестве алкилирующего агента применяют α-олефины, преимущественно фракцию C_{12}-C_{14}. Такой способ дает возможность регулировать физико-химические свойства А.м. В присутствии таких катализаторов, как комплексы $AlCl_3$ и BF_3, наряду с собственно диалкилбензолами, образуются и моноалкилбензолы с олигомерной цепью, т.е. полученные алкилированием бензола ди- и тримерами α-олефинов. Типичные свойства А.м. получаемых указанными способами, приведены в **табл. А-3**.

А-3. Основные свойства синтетических алкилбензольных масел

Показатели	Алкилбензольное масло на основе	
	линейных олефинов	α-олефинов
Вязкость, мм²/с, при 100°С	4,8	8,6
Индекс вязкости	100	117
Т-ра вспышки в открытом тигле, °С	200	220
Т-ра застывания, °С	–56	–55

А.м. характеризуются низкими т-рами застывания, высокой растворяющей способностью по отношению ко многим веществам и хорошей совместимостью с резинами. Поэтому их наиболее часто применяют в качестве основ компрессорных масел для холодильных машин, работающих на слаборастворимых в нефтяных маслах хладонах, напр. R-22; среди них имеются лучшие пластификаторы для этилен-пропиленовых каучуков.

В ряде случаев А.м. используют в качестве компонентов гидравлических масел.

АЛКИЛИРОВАНИЕ – введение алкильной (в т.ч. аралкильной) группы в молекулу органического соединения, а также получение алкильных производных химических элементов. В зависимости от того, к какому атому присоединяется алкильная группа, различают С, О, N и S – А. В нефтеперерабатывающей промышленности были осуществлены различные модификации процесса А., как для получения изопарафинов, так и для производства алкилароматических углеводородов (с-А.), а также для производства высокооктановых добавок – простых эфиров (о-А.).

АЛКИЛИРОВАНИЕ БЕНЗОЛСОДЕРЖАЩИХ БЕНЗИНОВЫХ ФРАКЦИЙ позволяет снизить содержание бензола в любой смеси углеводородов, соответствующей по пределам кипения бензиновой фракции и содержащую бензол. Обычно крупнейшим источником бензола в суммарном бензине НПЗ является высокооктановый *риформат*. Содержание бензола снижают в результате алкилирования его молекулы легким олефином (этиленом, пропиленом, бутиленами или их смесью). Алкилирование позволяет значительно снизить содержание бензола в легких продуктах риформинга и повысить его ОЧи на 2–8 ед., увеличить выход бензиновой фракции. Для процесса не требуется водород. В результате увеличения средней молекулярной массы лёгких продуктов риформинга повышается давление насыщенных паров компаундированного бензина. В качестве катализаторов применяют протонные и апротонные кислоты – серную, фосфорную, фтористоводородную, фторид бора, хлорид алюминия, аморфные алюмосиликаты и цеолиты. В промышленной практике (нефтехимии) синтез этилбензола осуществляют с использованием в качестве катализаторов хлорида алюминия, фторида бора и цеолитов, а изопропилбензола в присутствии фосфорно-кислотных (фирма UOP, США) и алюминийхлоридных, а также цеолитных катализаторов.

В ОАО «ВНИИ НП» разработан процесс алкилирования бензола в головных фракциях риформатов олефинсодержащими газами в присутствии цеолитсодержащего катализатора при давлении 5 МПа и т-ре 300–450°С. В качестве алкилирующего агента предлагается использовать этилен, пропилен или этилен-пропилен-бутиленовую фракцию. При рециркуляции бензольной фракции достигается полное превращение бензола. Процесс в промышленности пока не реализован.

За рубежом разработаны и освоены процессы А.б.б.ф. олефинами: фирмами «Луммус» (США, процесс «Катстилл») и ЮОПи (США, процесс «Алкимакс»).

По процессу «Алкимакс» из риформата выделяют фракцию НК–85°С, к-рую алкилируют пропиленом в изопропилбензол. Для этого используют пропан-пропиленовое сырьё с установки каталитического крекинга. Реакция алкилирования происходит в стационарном слое катализатора в мягких рабочих условиях. Из всего количества прореагировавшего бензола около 80% превращается в кумол, а остальное – в диизопропилбензол. В процессе не используется водород для реакции или поддержания активности катализатора. Необходимая степень конверсии бензола определяется требованиями норм по остаточному бензолу в топливе и наличием пропилена на НПЗ.

Широкую фракцию риформата фракционируют в колонне разделения *1* (**рис. А-3**) с выделением головного погона, обогащённого бензолом, и тяжёлого риформата. Так как сырьё не требует стабилизации, колонну разделения устанавливают до секции стабилизации, что позволяет сэкономить на оборудовании и вспомогательных средствах. Фракцию, обогащённую бензолом, объединяют с олефиновым сырьём, нагревают до необходимой рабочей т-ры и подвергают алкилированию. Продукты реакции стабилизируют до

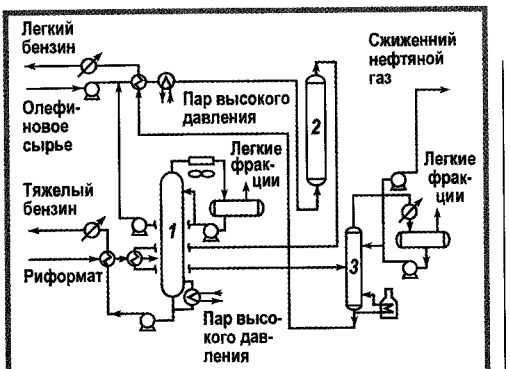


Рис. А-3. Схема установки «Алкимакс»:
1 – колонна разделения; *2* – реактор; *3* – стабилизатор

заданного давления насыщенных паров, а затем охлаждают и направляют в товарный парк. Насыщенный сжиженный нефтяной газ отбирают с верха колонны стабилизации и направляют в хранилище. Лёгкие газы (C_1, C_2), поступающие с сырьём на установку, направляют из колонны стабилизации в линию топливного газа.

Процесс «Алкимакс» может быть включён в традиционную схему риформинга.

АЛКИЛИРОВАНИЕ ИЗОБУТАНА ОЛЕФИНАМИ – в нефтеперерабатывающей промышленности каталитический процесс получения высокооктановых компонентов (изопарафинов) авиационных и ав-

томобильных бензинов. Реакция алкилирования изоалканов олефинами в общем виде описывается уравнением: $C_nH_{2n+2}+C_mH_{2m} \rightarrow C_{n+m}H_{2(n+m)+2}$.

А.и.о. протекает по карбоний-ионному цепному механизму в присутствии кислотного катализатора с выделением теплоты. Расчётный тепловой эффект реакции А.и.о. составляет 125-135 кДж/моль прореагировавших олефинов; фактический тепловой эффект (с учётом побочных реакций) равен 85-90 кДж/моль. Наряду с основной реакцией алкилирования, при которой на 1 моль изобутана расходуется 1 моль олефина, протекают побочные реакции:

1) перенос водорода, самоалкилирование – реакция изобутана с пропиленом частично идёт в следующем направлении: $2изо\text{-}C_4H_{10}+C_3H_6 \rightarrow изо\text{-}C_8H_{18}+C_3H_8$ (нежелательная реакция, вызывает повышенный расход изопарафина и образование малоценного пропана);

2) деструктивное алкилирование – первичные продукты алкилирования расщепляются, и образующийся олефин (отличающийся от исходного) вновь реагирует с исходным парафином, например: $2изо\text{-}C_4H_{10}+C_3H_6 \rightarrow изо\text{-}C_5H_{12}+изо\text{-}C_6H_{14}$;

3) полимеризация – кислотные катализаторы вызывают полимеризацию олефинов, поэтому неблагоприятный режим А.и.о. – малая концентрация изопарафина, недостаточная активность катализатора, повышенная т-ра реакции вызывают образование полимеров в составе продуктов расщепления.

Каталитическому алкилированию подвергаются только парафиновые углеводороды изостроения, имеющие третичный атом углерода. Олефины могут быть различными, но чаще всего применяют те, к-рые алкилируют изобутан с образованием изопарафинов, по т-ре кипения наиболее пригодных в качестве компонентов бензина.

Основные виды сырья для А.и.о. – изобутан и бутан-бутиленовая фракция, используются также пропан-пропиленовая и пентан-амиленовая фракции, получаемые преимущественно в процессах каталитического и термического крекинга. Широко применяются смешанные бутан-бутиленовая и пропан-пропиленовая фракции. Наиболее высококачественный *алкилат* получается при алкилировании изобутана бутиленами. Сырьё предварительно подвергают сушке и очистке от диеновых углеводородов и сернистых соединений. Продукция – лёгкий алкилат, используемый как компонент авиационного и автомобильного бензинов (ОЧи=92÷98 и 89÷94 при алкилировании изобутана бутан-бутиленовой и пропан-пропиленовой фракцией соответственно); тяжёлый алкилат (фр. 170–300°С), используемый как компонент дизельного топлива и сжиженные газы (состоят, в основном, из предельных углеводородов нормального строения), используемые как бытовой сжиженный газ.

Катализаторами могут служить соли галогеноводородных кислот типа Фриделя-Крафтса, а также кислоты, способные к переносу протона. В России и странах СНГ распространение на НПЗ получил процесс А.и.о. в присутствии 96-98%-ной серной кислоты (см. *Сернокислотное алкилирование изобутана олефинами*). За рубежом наряду с серной применяется фтористоводородная кислота (см. *Фтористоводородное алкилирование изобутана олефинами*) и твёрдые катализаторы (см. *Алкилирование на твёрдокислотных катализаторах*).

Параметры процесса: состав олефинового сырья, соотношения между содержаниями изобутана и олефина в исходном и подаваемом в реактор сырье, между содержаниями катализатора и олефина в месте ввода сырья, т-ра, время контакта, активность катализатора, концентрация инертного разбавителя в сырье, а также интенсивность перемешивания сырья с катализатором (для жидких кислотных катализаторов). Алкилирование осуществляют при низкой т-ре: сернокислотное – от 0 до 10°С, фтористоводородное– от 25 до 30°С. Возможность проведения реакции при более высокой т-ре – одно из преимуществ фтористоводородного катализатора, так как упрощает систему отвода теплоты от реакционной смеси. Давление в реакторе при сернокислотном и фтористоводородном алкилировании выбирают с таким расчётом, чтобы всё углеводородное сырьё или основная его часть находились в жидкой фазе. Абсолютное давление в промышленных реакторах составляет в среднем от 0,3 до 1,2 МПа. Фтористоводородное алкилирование изобутана олефинами при относительно низких т-рах приводит к большей, по сравнению с сернокислотным, степени селективности по первичным продуктам алкилирования. В присутствии твёрдых носителей, содержащих на поверхности активные кислотные компоненты, реакция алкилирования протекает с удовлетворительной скоростью уже при 10-40°С при практически 100%-ной конверсии олефинов и более низком соотношении изобутан/олефин. Применение каталитических систем «твёрдый носитель – сверхкислоты» наиболее полно соответствует требованиям, предъявляемым к перспективным процессам химической технологии: сокращение числа стадий технологического цикла, минимальные энергетические затраты и соответствие требованиям экологии.

Установки алкилирования необходимы нефтеперерабатывающей промышленности для получения автобензинов с более высоким октановым числом, причём *алкилат (алкилбензин)* – лучшая

октаноповышающая добавка, так как не содержит ароматических углеводородов и кислорода, лимитируемых в бензине.

АЛКИЛИРОВАНИЕ ИЗОБУТАНА ОЛЕФИНАМИ НА ТВЁРДОКИСЛОТНЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ – важнейшее достижение последних лет в получении алкилбензинов: технология, не связанная с потенциальными «опасностями» жидких кислот.

Технология FBA (*fixed-led alkylation*, фирма Haldor Topsoe A/S, Дания). Реакторная система особая, с неподвижным слоем катализатора – жидкой суперкислотой на твёрдом носителе. Конструкция реактора позволяет легко и селективно выводить из него малые количества пассивированного катализатора, к-рый полностью восстанавливает активность в компактной секции регенерации. Встроенная и недорогая система поддержания активности катализатора по ходу процесса – отличительная черта процесса FBA. Другие его преимущества: высокая гибкость по сырью и рабочей т-ре, малые эксплуатационные затраты, малый расход катализатора.

Технология AlkyClean (фирмы ABB Lummus Global, Akzo Nobel Catalysts и Fortum Oil and Gas, США). Особый катализатор AlkyClean, конструкция реактора и оптимальная технологическая схема позволяют получать продукт высокого качества (алкилат C_{5+} имеет ОЧи=93÷98, в зависимости от условий процесса и качества сырья) при небольшом отношении изобутана к олефинам (на входе в установку). Лёгкие олефины вместе со свежим и возвратным изобутаном поступают в реактор с твёрдокислотным катализатором, где протекает процесс. Одновременно с этим процессом в реакторе осуществляется мягкая жидкофазная регенерация катализатора изобутаном, насыщенным водородом, и периодически реактор продувают водородом при повышенной т-ре. Продукты реакции и мягкой регенерации далее направляются в секцию фракционирования, в которой выделяются пропан, *н*-бутан и алкилат, а также возвратный бутан и водород.

Технология Alkylene (компания UOP, США) реализована в промышленности компанией UOP в 1997 году. Процесс протекает на фирменном катализаторе HAL-100, обладающем значительной кислотностью. Катализатор обеспечивает высокую активность процесса и позволяет продукту алкилирования легко десорбироваться с каталитических центров катализатора. Реактивация катализатора имеет большое значение для жизнеспособности любого процесса алкилирования на твёрдом катализаторе. Первичным механизмом дезактивации является блокирование активных центров на поверхности катализатора ненасыщенными высокомолекулярными углеводородами (продукты побочной реакции олигомеризации). Уникальностью катализатора HAL-100 является лёгкость, с которой эти тяжёлые углеводороды удаляются с его поверхности. Реактивация катализатора осуществляется путём его контакта с водородом, или с изобутаном, насыщенным водородом. Водород насыщает тяжёлые углеводороды, к-рые затем легко десорбируются и удаляются с каталитических центров.

Олефиновое сырьё сначала очищают в секции подготовки сырья *1* (**рис. А-4**) от диенов и гетероатомных соединений (S, O, N), к-рые могут дезактивировать катализатор алкилирования. В этой секции используются те же хорошо зарекомендовавшие себя технологии подготовки сырья, что и при алкилировании на жидких катализаторах. Очищенное олефиновое сырьё и циркулирующий изобутан смешиваются с реактивированным катализатором в нижней части лифт-реактора *2*. Реагирующие компоненты и катализатор поднимаются по стояку. После стояка, катализатор отделяется от жидких углеводородов и опускается в холодную зону реактивации. Углеводороды направляются в секцию

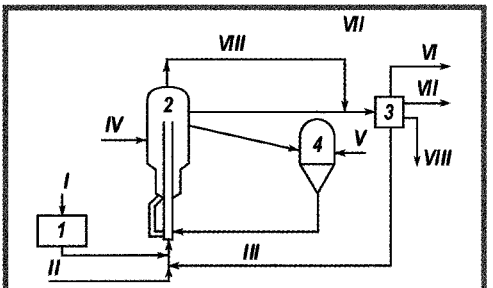


Рис. А-4. Схема установки алкилирования изобутана олефинами по технологии Alkylene:

1 – секция подготовки сырья; *2* – лифт-реактор; *3* – секция фракционирования; *4* – десорбционный аппарат

Потоки: *I* – олефиновое сырьё; *II* – свежий изобутан; *III* – рециркулирующий изобутан; *IV* – изобутан, насыщенный водородом; *V* – водород; *VI*- лёгкие фракции; *VII* – сжиженный газ; *VIII* – алкилат

фракционирования *3*, в к-рой алкилат отделяется от сжиженных углеводородов C_3, C_4. Катализатор медленно опускается в кольцевом пространстве, окружающем стояк. В этот насадочный слой катализатора вводится изобутан, насыщенный водородом, и тем самым реактивируют катализатор. Реактивированный катализатор снова попадает в нижнюю часть лифт-реактора. В этой секции реактивация проходит почти полностью, но на поверхности катализатора остаётся некоторое количество прочно адсорбирован-

ных веществ. Они десорбируются при повышенной т-ре в аппарате *4*, в к-рый выводится небольшой поток циркулирующего катализатора. Полностью реактивированный катализатор также стекает в нижнюю часть лифт-реактора. Октановое число полученного алкилата сравнимо с октановым числом алкилатов, полученных алкилированием на жидких кислотах.

Эксплуатационные затраты на производство алкилата на установке Alkylene ниже, чем на установке сернокислотного алкилирования. Однако, если для подготовки сырья для установок сернокислотного алкилирования достаточно блока неглубокого селективного гидрирования (для удаления диенов и серы), то в дополнение к процессу селективного гидрирования для установки Alkylene необходим блок удаления кислородсодержащих (ацетона, МТБЭ и др.) и азотсодержащих (ацетонитрила и др.) соединений.

АЛКИЛНИТРАТЫ – органические эфиры азотной кислоты, содержащие одну или несколько групп $–O–NO_2–$, связанных с органическим радикалом. А., используемые в качестве присадок к топливам, представляют собой токсичные бесцветные или бледно-желтые жидкости тяжелее воды, чувствительные к удару и склонные к разложению со взрывом. Для стабилизации в А. иногда добавляют мочевину. Разбавление А. инертными растворителями существенно снижает их взрывоопасность. В промышленности А. получают, обрабатывая спирты азотной кислотой или ее смесями с серной кислотой или уксусным ангидридом.

АЛКИЛ-О-КАРБОКСИФЕНОЛ – см. *Алкилсалициловая кислота*.

АЛКИЛ-О-ОКСИБЕНЗОЙНАЯ КИСЛОТА – см. *Алкилсалициловая кислота*.

АЛКИЛПЕРОКСИДЫ – органические соединения, состоящие из двух алкильных радикалов, связанных между собой дикислородным мостиком: R–O–O–R. Представляют собой бесцветные жидкости (ди-*трет*-бутилпероксид) или твердые вещества (дикумилпероксид), при нагревании легко разлагающиеся на радикалы. Это свойство делает их привлекательными в качестве промоторов воспламенения дизельных топлив. Преимущество А. перед алкилнитратами: меньшие токсичность и взрывоопасность, отсутствие отрицательного влияния на качество топлива, совместимость с другими присадками. Однако, А. в 2-3 раза дороже алкилнитратов, что препятствует их использованию в этом качестве. Основной промышленный метод получения А. заключается в действии пероксида водорода на спирты или алкилгалогениды.

АЛКИЛСАЛИЦИЛАТНЫЕ ПРИСАДКИ К МАСЛАМ – зольные моюще-диспергирующие присадки к маслам. Представляют собой соли алкилсалициловых кислот, растворимые в маслах. Основные стадии получения алкилсалицилатных присадок:

- алкилирование фенола α-олефинами C_{14}-C_{18};
- получение алкилфенолята натрия;
- получение алкилсалицилата натрия карбоксилированием алкилфенолята натрия по Кольбе-Шмидту;
- получение алкилсалициловых кислот разложением алкилсалицилата натрия соляной кислотой;
- нейтрализация алкилсалициловой кислоты гидроокисью или окисью металла;
- карбонатация – обработка газообразной углекислотой в присутствии избыточного количества гидроокиси металла.

Технология получения А.п.м. – многостадийный сложный дорогостоящий процесс. Несмотря на высокие эксплуатационные свойства, на А.п.м. приходится менее 3% всего количества моюще-диспергирующих присадок в мире.

В промышленном масштабе в России изготавливаются А.п.м. трех марок (Детерсол-140, Детерсол-300, Комплексал-250).

АЛКИЛСАЛИЦИЛОВАЯ КИСЛОТА (алкил-о-оксибензойная кислота, алкил-о-карбоксифенол) $R\text{-}O\text{-}C_6H_3(OH)COOH$. Основной промышленный метод получения А.к. – карбоксилирование орто-алкилфенола по реакции Кольбе-Шмидта.

АЛКИЛФЕНОЛСУЛЬФИДЫ – продукты реакции алкилфенолов с серой или хлоридами серы.

АЛКИЛФЕНОЛЫ – фенолы, содержащие в молекуле алкильные радикалы. Получают алкилированием фенола олефинами или спиртами в присутствии катализатора. На основе А. производятся: присадки, поверхностно-активные вещества, стимуляторы роста и гербициды, синтетические душистые вещества, алкил- и арилфенолформальдегидные смолы.

АЛКИЛФЕНОЛЬНЫЕ ПРИСАДКИ К МАСЛАМ – зольные моюще-диспергирующие присадки к маслам. Представляют собой соли алкилфенолов, алкилфенолсульфидов, продуктов алкилфенолформальдегидной конденсации.

Производство А.п.м. начато раньше, чем других присадок, до 80-х годов прошлого столетия объем их производства составлял более 70% всего объема производства присадок к смазочным маслам. К XXI в. ассортимент А.п.м. изменился – на смену старым присадкам ЦИАТИМ-339, ВНИИНП-360, ВНИИНП-370 с низкой щелочностью и недостаточными эксплуатационными свойствами пришло новое поколение А.п.м. (АФП-73, К-33, К-35, К-36, ВНИИНП-7120).

Для получения А.п.м. используют алкилфенол с алкильными радикалами, содержащими от

8 до 12 атомов углерода. При их производстве применяют олигомеры пропилена или бутилена.

Наиболее распространенными современными А.п.м. являются высокощелочные осерненные алкилфеноляты кальция, магния, реже бария.

Основные стадии процесса получения А.п.м.:

• осернение алкилфенолов, к-рое можно проводить элементной серой или ее хлоридами;

• нейтрализация осерненного алкилфенола окисью или гидроокисью металла;

• карбонатация – введение избыточного количества основного металла в виде карбоната металла, т.е. получение продукта высокой щелочности.

АЛКИЛФЕНОЛЯТЫ – продукты реакции алкилфенолов с гидроокисью металлов.

АЛКИЛФОСФИТЫ – эфиры или соли фосфористой кислоты $P(OH)_3$. Получают в результате реакции треххлористого фосфора с алкоголятами натрия.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ АНТИДЕТОНАТОРЫ – см. *Антидетонационные присадки к топливам*.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ТОПЛИВА – топлива, получаемые в основном из сырья не нефтяного происхождения, осваиваемые для сокращения потребления нефти или снижения вредных выбросов в атмосферу (**табл. А-4**).

А-4. Сырьевые источники альтернативных топлив

Топливо	Источник
Природный газ (сжатый и сжиженный)	Природные источники
Метанол	Уголь, газ, биомасса, нефтяные остатки
Этанол	Биомасса
Эфиры	Газ
Электроэнергия	Ископаемые и природные источники регенерации, батареи
Растительные масла	Биомасса
Синтетические углеводороды	Уголь, газ, нефтеостатки
Водород	Электролиз воды, углеводороды, метанол, газ, биомасса

Классификация. Единая классификация А.т. не принята. Закон об энергетической политике, принятый в США в 1992 г, устанавливает, что к А.т. для транспорта относятся *сжиженный нефтяной газ, природный газ, смеси, содержащие не менее 85% спирта, водородное топливо* и *электроэнергия*. В некоторых работах за основу причисления топлив к альтернативным и общей их классификации предлагают принимать фактор близости по эксплуатационным свойствам к традиционным топливам, разделяя А.т. на три группы:

• нефтяные топлива с добавками не нефтяного происхождения (спирты, эфиры и др.), близкие по свойствам к традиционным топливам;

• жидкие синтетические топлива, близкие по свойствам к традиционным, но получаемые из газообразного, твердого или жидкого сырья (природный газ, уголь, горючие сланцы, тяжелые нефти и т.д.), напр. получение из природного газа *синтез-газа* и далее метанола или углеводородов по GTL-технологии (Gas to Liquid – газ в жидкость);

• топлива не нефтяного происхождения (спиртовые, природный и попутный газ, водород и др.), отличающиеся физико-химическими и эксплуатационными свойствами от традиционных топлив, и требующие существенной модернизации старых или разработки новых транспортных средств, а также создания инфраструктуры обращения топлива.

АМИНЫ – продукты замещения одно-, двух- или трех атомов водорода *аммиака* (NH_3) органическими радикалами. Соединения типа RNH_2, R_2NH и R_3N – первичный, вторичный и третичный амины соответственно.

АММЕЛИНОВАЯ СМАЗКА – смазка, в которой в качестве загустителя использован диамид циануровой кислоты (2-гидрокси,4,6-диамино-1,3,5-симтриазин). А.с. готовят обычно на основе термостойких перфторполиэфирных жидкостей и используют в качестве высокотемпературных смазок (смазки Спектра, Элма). А.с. характеризуются высокими эксплуатационными свойствами: работоспособностью при высоких (до 300–350°С) т-рах и нагрузках, прекрасной термоокислительной стабильностью и хорошими смазывающими свойствами.

АММИАК (NH_3) – бесцветный газ с характерным запахом. Сжижается при 25°С и давлении 0,99 МПа. В 100 г воды растворяется 89,9 г А. (при 0°С). Водные растворы, содержащие около 25% масс. А., известны под названием «аммиачная вода» и «нашатырный спирт».

Т-ра плавления А. 77,5°С, т-ра кипения 33,4°С; критическая т-ра 133°С, критическое давление 11,15 МПа. Концентрация, при которой образуются взрывоопасные смеси паров аммиака с воздухом 15–28% об.; вязкость при –40°С составляет 0,29 мПа·с. Давление насыщенных паров приведено ниже.

Температура, °С	ДНП, МПа
60	2,654
38	1,483
0	0,437
–40	0,073
–73,3	0,0087

Хранится А. в жидком виде в стальных баллонах. Уже небольшие концентрации А. вызывают раздражение глаз и слизистой оболочки носа, тошноту, головные боли. Очень опасно попада-

ние водных растворов в глаза. Предельно допустимые концентрации паров А. в рабочих помещениях 20 мг/м³.

АМОРТИЗАТОРНАЯ ЖИДКОСТЬ – техническая жидкость для гашения механических колебаний путем поглощения кинетической энергии движущихся масс (ГОСТ 26098). Особый тип гидравлической жидкости, к-рая является рабочим телом в гидравлических амортизаторах рычажно-кулачкового и телескопического типа. А.ж. предназначена для гашения колебаний кузова, являясь упругим элементом подвески, обеспечивающим плавный ход автомобиля даже при движении по бездорожью.

Основными свойствами А.ж. являются кинематическая вязкость, противоизносные, антиокислительные свойства и минимальная склонность к пенообразованию, низкая т-ра застывания. Классификации А.ж. не существует. Однако обозначение их привязано к кинематической вязкости при 50°С, к-рая для существующих марках А.ж. равна 12 мм²/с.

Промышленность выпускает несколько марок А.ж. (**табл. А-5**).

А-5. Основные свойства амортизаторных жидкостей

Показатели	АЖ-12Т	МГП-12 «Славол-АЖ»	ГРЖ-12	Лукойл АЖ	Атмол АЖ-12
Кинематическая вязкость, мм²/с, при т-ре, °С:					
40, не менее	–	–	16–20	16–20	16–20
50, не менее	12	12	–	12	–
100, не менее	3,6	3,8	3,9	3,9	3,9
–20, не более	–	800	800	800	–
–30, не более	1500	–	–	–	1500
–40, не более	6,500	–	–	–	–
Т-ра вспышки, °С, не ниже	165	140	140	140	140
Т-ра застывания, °С, не выше	–52	–50	–50	–50	–50
Содержание воды и механических примесей	Отсутствие				

А.ж. представляют собой минеральные дистилляты с антиокислительными, противоизносными присадками. Некоторые марки содержат депрессорные, антипенные присадки. В состав АЖ-12Т входит полиэтилсилоксановая жидкость.

АМТ-300 – см. *Масла-теплоносители АМТ*.

АМТ-300Т – см. *Масла-теплоносители АМТ*.

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ПРОБА НЕФТЯНОГО КОКСА отбирается и готовится по ГОСТ 16799. Подготовка включает дробление, сокращение, измельчение и деление пробы механизированным способом (допускается деление вручную) (см. рис. в статье *Лабораторная проба нефтяного кокса*). А.п. имеет массу около 125 г и размер частиц менее 0,25 мм.

АНИЛИНОВАЯ ТОЧКА – критическая т-ра растворения углеводородов в анилине или смеси углеводородов в анилине, выше к-рой указанные компоненты образуют гомогенный раствор.

АНИЛИНОВАЯ ТОЧКА РЕАКТИВНОГО ТОПЛИВА (см. *Анилиновая точка*) – определяется по методу ГОСТ 12329 путем нагрева в силиконовой бане пробирки с равными объемными долями анилина и топлива при постоянном перемешивании содержимого пробирки. После того, как раствор в пробирке станет однородным и прозрачным, нагрев прекращается и начинается процесс охлаждения раствора. Т-ра, соответствующая анилиновой точке, отмечается с точностью до 0,1°С по шкале помещенного в пробирку ртутного термометра в момент появления в пробирке мути.

АНОДНАЯ ЗАЩИТА – электрохимическая защита металла, способного пассивироваться (см. *Пассивирование металлов*) анодной поляризацией, осуществляемая от внешнего источника тока или посредством соединения с металлом, имеющим более положительный потенциал, чем у защищаемого металла (ГОСТ 5272).

АНОДНО-КАТОДНЫЙ ИНГИБИТОР КОРРОЗИИ – ингибитор, защитное действие к-рого обусловлено торможением анодной и катодной реакций *коррозионного процесса* (ГОСТ 5272).

АНОДНЫЙ ИНГИБИТОР КОРРОЗИИ – ингибитор, защитное действие к-рого обусловлено торможением анодной реакции *коррозионного процесса* (ГОСТ 5272).

АНОДНЫЙ КОНТРОЛЬ – ограничение скорости электрохимической коррозии анодной реакцией (ГОСТ 5272).

АНТАГОНИЗМ ПРИСАДОК К МОТОРНОМУ МАСЛУ – см. *Синергизм и антагонизм присадок к моторному маслу*.

АНТИБАКТЕРИЦИДНЫЕ ПРИСАДКИ – вещества, к-рые предотвращают поражающее действие микроорганизмов, в первую очередь грибов, в условиях благоприятных для их развития, особенно при эксплуатации и хранении материалов и изделий в условиях влажного тропического климата, что приводит к существенному изменению свойств и структуры смазочных материалов и вызывает резкое ухудшение их эксплуатационных свойств, вплоть до разрушения, а также коррозию металлов, находящихся в непосредственном контакте с пораженными нефтепродуктами.

АНТИДЕТОНАЦИОННЫЕ ПРИСАДКИ К ТОПЛИВАМ (антидетонаторы). В XX столетии практически единственным антидетонатором был тетраэтилсвинец (ТЭС), составлявший в России основу товарных присадок Р-9, 1-ТС, П-2. Высокие токсические свойства ТЭС и его отрицательное влияние на катализаторы нейтрализации отработавших газов стали причиной сокращения объемов его применения, и к настоящему времени ТЭС почти нигде в мире не используется. В России производство этилированных бензинов официально прекращено с 2002 г. Вместо ТЭС в бензин иногда вводят так называемые альтернативные антидетонационные присадки – зольные и беззольные. Зольные содержат металлоорганические соединения марганца и железа, беззольные – ароматические амины, преимущественно N-метиланилин. Их допустимые концентрации в топливе строго ограничиваются во избежание осмоления топливной системы, закоксовывания свечей зажигания и других отрицательных факторов. Принятые в России ограничения на содержание N-метиланилина в бензинах типа А-92 составляют 1,3% масс., на содержание железа и марганца – 18 мг/л. Эти ограничения постоянно ужесточаются, а в перспективе будет организовано производство достаточных количеств высокооктановых бензиновых фракций (алкилата, изомеризата и пр.).

А-6. Ассортимент товарных антидетонационных присадок

Антидетонационные присадки	Торговые марки	Примечание
На базе ароматических аминов	Экстралин, АДА, N-метиланилин, АвтоВЭМ-А	Токсичны. Обладают неприятным запахом. При передозировке вызывают повышенные отложения в двигателе и износ деталей ЦПГ
На базе соединений ферроцена	ФК-4, ФеРоЗ, ДАФ, АПК, Октан-максимум, КВ-мотор, SOA	Дороги. При передозировке вызывают отложения на свечах зажигания. Нетоксичны
На базе соединений марганца	Hitec-3000	При передозировке вызывают отложения на свечах. Разлагаются на свету. Несколько токсичнее соединений железа
Смесевые композиции	АвтоВЭМ, МАФ, ФерраДА, АДА-МД, БВД, Каскад-3	Позволяют получить большее повышение ОЧ за счет возможных синергических эффектов, а также простого суммирования действия

Возможно суммирование антидетонационного эффекта путем составления композиций А.п. разных типов в пределах их допустимых концентраций. Повышение *октанового числа* (ОЧ) при добавке антидетонационных присадок в максимально возможных концентрациях составляет: для N-метиланилина – 3–4, в отдельных случаях до 6 ед., для соединений железа и марганца 1–2 ед. Эффект тем выше, чем ниже исходное ОЧ бензина.

Принцип действия А.п. заключается в предотвращении взрывного разложения продуктов предпламенного окисления топлив, происходящего до начала нормального горения топливной смеси. При ее сжатии в камере сгорания развивается высокая т-ра, углеводороды начинают окисляться и образуют большое количество пероксидов. Будучи химически неустойчивыми, пероксиды с взрывом разлагаются. А.п. разрушают пероксиды и препятствуют их накоплению.

Ассортимент товарных антидетонационных присадок, используемых в России, приведен в **табл. А-6**.

Альтернативные антидетонационные присадки широко распространены в России и некоторых других странах (Китай, Украина) с недостаточно развитой глубиной нефтепереработки и мало характерны для промышленно развитых стран. По мере увеличения выработки высокооктановых фракций их значение будет снижаться.

АНТИДЕТОНАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА – см. *Детонационная стойкость*.

АНТИДЫМНЫЕ ПРИСАДКИ К ТОПЛИВАМ предназначены для снижения эмиссии черного дыма (частиц сажи) с отработавшими газами дизеля, работающего в экстремальных условиях при его форсировании или неисправности топливной аппаратуры. В качестве А.п.т. используют топливорастворимые соединения бария, реже – кальция, железа, марганца, редкоземельных элементов в концентрациях от 0,05 до 0,2%. Продукты сгорания металлов, входящих в состав А.п.т. катализируют выгорание частиц сажи. В России на местах применения использовались отечественные А.п.т., содержащие алкилфеноляты бария (ИХП-702, ИХП-706, ЭКО-1, ЭФАП-Б) и присадка фирмы Lubrizol (Lubrizol-565). В настоящее время А.п.т. не используются как морально устаревшие. Вместо них в топливо рекомендуется вводить моющие присадки, обеспечивающие оптимальный режим работы двигателя за счет предотвращения нагарообразования на деталях топливной аппаратуры.

АНТИКОРРОЗИОННЫЕ ПРИСАДКИ К МАСЛАМ добавляют к маслам для защиты от коррозионного поражения и разрушения деталей, изготовленных из металлов и их сплавов.

В качестве А.п.м. применяют азотные соединения (третичные амины или их соли бензойной, салициловой и других кислот), иминоэфиры, аминокарбоновые кислоты, амиды жирных кислот; производные фосфорных и дитиофосфорных кислот; полиоксиэтилированные фенолы и производные карбоновых и алкенилянтарной кислот.

Эффективные А.п. должны иметь сильную адгезию к металлу и образовывать пленку, непроницаемую для воды и агрессивных продуктов.

Основной механизм действия антикоррозионных присадок заключается в образовании ими прочных пленок сульфидов и фосфидов, не разрушаемых в процессе трения и под действием моющего действия детергентов, не растворяющихся в относительно слабых органических кислотах – продуктах окисления масла, к-рые остаются не нейтрализованными щелочными присадками и накапливаются в масле.

А.п.м. могут сами проявлять коррозионную агрессивность в отношении сплавов на основе серебра или бронзы с высоким содержанием фосфора. Изготовители двигателей, в к-рых имеются детали из этих антифрикционных материалов, формулируют в своих спецификациях специальные требования к составу моторных масел, допускаемых ими к применению.

АНТИКОРРОЗИОННЫЕ ПРИСАДКИ К ТОПЛИВАМ разделяют на *антиржавейные (защитные) присадки к топливам; присадки к топливам для подавления низкотемпературной (химической) коррозии; присадки к топливам для подавления высокотемпературной коррозии.*

АНТИКОРРОЗИОННЫЕ СВОЙСТВА СМАЗКИ – способность смазки не вызывать коррозию металлов. Чем дольше смазка сохраняет первоначальные свойства, тем лучше А.с.с. Смазки не должны вызывать коррозии тех металлов, с к-рыми они соприкасаются, т.е. не должны обладать коррозионной активностью. Часто говорят об антикоррозионных свойствах смазки, подразумевая под этим отсутствие или степень коррозионной активности; таким образом, эти два термина идентичны.

АНТИКОРРОЗИОННЫЕ СВОЙСТВА СМАЗОЧНЫХ МАСЕЛ зависят от химического состава базовых компонентов, концентрации и эффективности вводимых антиокислительных и антикоррозионных присадок, степени очистки основы. В процессе старения масла коррозионная агрессивность возрастает, что связано с образованием органических кислот и других соединений, способных взаимодействовать с цветными металлами и сплавами. Действие антикоррозионных присадок связано с торможением процесса окисления и, главным образом, с образованием на металлических поверхностях защитных прочных пленок, препятствующих разрушению находящихся под пленкой слоёв агрессивными органическими кислотами.

АНТИНАГАРНЫЕ ПРИСАДКИ К ТОПЛИВАМ предназначены для уменьшения нагарообразования в камере сгорания дизеля и для предотвращения закоксовывания поршневых колец. Рекомендуемые концентрации присадок при постоянном применении – 0,005–0,02%. Принцип действия сочетает комплекс факторов: в общем случае присадка модифицирует структуру нагара, оказывает каталитическое действие на его выгорание и смывает частицы нагара и продукты его превращения. В связи с появлением бензиновых двигателей с непосредственным впрыском бензина в камеру сгорания, присадки этого назначения будут актуальны и в бензиновых двигателях. А.п.т. иногда входят в состав пакетов присадок к автомобильным бензинам и дизельным топливам.

АНТИОБЛЕДЕНИТЕЛЬНАЯ ЖИДКОСТЬ – техническая жидкость для предотвращения обледенения поверхности изделий (ГОСТ 26098).

АНТИОБЛЕДЕНИТЕЛЬНЫЕ ПРИСАДКИ К ТОПЛИВАМ используют для предотвращения образования льда на поверхности деталей двигателя и топливной аппаратуры из-за замерзания влаги воздуха при резком понижении т-ры расширяющейся топливной смеси. Влага конденсируется и отлагается в виде льда на заслонке карбюратора, затрудняет ее движение, и режим горения отклоняется от оптимального. В результате наблюдается перерасход бензина (до 7%) и повышение концентрации CO в отработавших газах (на 15–40% отн.).

Принцип действия А.п.т. основан на поверхностной активности соединений, входящих в состав присадок, на границе топливо–вода и топливо–металл, а также на их солюбилизирующей способности по отношению к воде. Исходя из этого, в качестве А.п.т. могут использоваться ПАВ различного строения. Обычно роль А.п.т. выполняют ПАВ, входящие в состав моющих присадок к автобензинам. Их рабочие концентрации 0,005-0,03%.

АНТИОЗОНАНТ – вещество, снижающее вредное окислительное воздействие озона на вещество, в частности на резины. См. *Воски для резин, Защитный воск ЗВП, Защитный воск ЗВ-ПФ, Защитный воск Паралайт-17.*

АНТИОКИСЛИТЕЛЬ к композициям на основе твердых углеводородов – вещество, повышающее стойкость композиции к окислению под действием кислорода воздуха, особенно при нагреве до 100-180°C при ее производстве и применении. Вводят в композицию в количестве 0,01-10%. В качестве антиокислителя применяют нитро-, галоид- или алкилпроизводные бензолсульфоновой кислоты, «Ионол» – алкилфенольная присадка и др.

АНТИОКИСЛИТЕЛЬНАЯ ПРИСАДКА К СМАЗОЧНОМУ МАТЕРИАЛУ (ГОСТ 27674) – присадка, препятствующая, ограничивающая или задерживающая окисление смазочного материала.

АНТИОКИСЛИТЕЛЬНАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК – см. *Стабильность против окисления пластичной смазки*.

АНТИОКИСЛИТЕЛЬНЫЕ ПРИСАДКИ К МАСЛАМ (антиокислители, антиоксиданты, ингибиторы окисления) – органические соединения, способствующие замедлению (предотвращению) окисления масел молекулярным кислородом. Масло окисляется при постоянном контакте с металлическими деталями машин и механизмов и продуктами их изнашивания в широком диапазоне температур. Наблюдаются термоокислительные превращения компонентов масел, к-рые протекают как в объеме масла, так и в его тонком слое на нагретой металлической поверхности.

Реакция окисления углеводородов масла начинается с образования свободных радикалов R′ и гидропероксидных радикалов RO_2':

$RH+O_2 \rightarrow R'+HO'_2$

$R'+O_2 \rightarrow RO'_2$

$RO'_2+RH \rightarrow ROOH+R'$.

Образовавшаяся молекула гидропероксида легко распадается с образованием реакционноспособных радикалов:

$ROOH \rightarrow RO'+O'H$.

Наличие свободных радикалов способствует возникновению новых реакционных цепей:

$RO'+RH \rightarrow ROH+R'$

$O'H+RH \rightarrow H_2O+R'$

$R'+O_2 \rightarrow R'O_2$ и т.д.

Внедрение кислорода в углеводородную молекулу идет по связи С–Н, а не по связи С–С, поэтому первичными продуктами окисления являются гидроперекиси.

Основные факторы, влияющие на окисление масел, – т-ра, химический состав масла и продолжительность его работы.

Существует два механизма действия А.п.м. – одни разрушают свободные радикалы (обрывают на начальных стадиях цепные реакции окисления углеводородов путем перевода свободных радикалов в стабильные соединения), другие – разлагают *гидропероксиды*, образующиеся в процессе окисления.

Самые распространенные А.п.м., разрушающие свободные радикалы, – соединения типа пространственно-затрудненных *фенолов* и *аминов* (беззольные А.п.м.) различного строения, а разлагающие пероксиды, – серо-, фосфор-, цинксодержащие присадки дитиофосфатного типа (дитиофосфаты), эффективность которых определяется их составом и строением. Дитиофосфаты, полученные на базе спиртов (диалкилдитиофосфаты), обладают более высокой гидролитической стабильностью, чем полученные на базе алкилфенолов (диарилдитиофосфаты), но последние имеют более высокую термическую стабильность. Термическая стабильность диалкилдитиофосфатов возрастает с увеличением длины алкильной цепи; она выше также у диалкилдитиофосфатов, полученных на нормальных спиртах, чем на спиртах изостроения.

Для обеспечения нормальной работы техники и механизмов в смазочные масла вводят дитиофосфаты в сочетании с антиокислителями аминного и фенольного типов. Так, пространственно-затрудненные фенолы и амины в сочетании с дитиофосфатами цинка дают суммарный эффект, значительно превосходящий простое сложение, т.е. имеет место синергизм – взаимное усиление эффективности. При этом оптимальная суммарная концентрация смеси А.п.м. может быть меньше, чем при их индивидуальном применении.

Наибольшей антиокислительной активностью в маслах обладают алкилфенолы, содержащие третичные бутиловые радикалы в положениях 2 и 6 по отношению к группе ОН, а в положении 4 – группу CH_3, C_2H_5 или C_4H_9. Эти продукты и их производные получили промышленное применение как в России, так и за рубежом.

В России вырабатываются присадки Агидол-1 (4-метил-2,6-дитретичный бутилфенол) и Агидол-2 (2,2-метил-бис(4-метил-6-третбутилфенол).

Значительное внимание в качестве антиокислительных присадок заслуживают некоторые азотистые соединения, главным образом, аминного характера. Эффективными присадками являются, напр. α- и β-нафтиламин, производные фенилендиамина, дифениламин и его производные и др.

Из присадок дитиофосфатного типа практическое применение получили присадки ДФ-11, ДФБ(я), А-22, А-23, А-24, ЦД-7.

В последние годы в качестве антиокислительных присадок разработаны беззольные производные дитиофосфорных кислот – аминные соли и эфиры. Это присадки АДТФ, ТЭФ-3 и др.

Присадки дитиофосфатного типа широко используют в основном в моторных, трансмиссионных и индустриальных маслах, а фенольного и аминного типа помимо указанных масел применяются в энергетических маслах.

Кроме веществ, непосредственно влияющих на обрыв реакционных окислительных цепей, (истинных ингибиторов окисления) к А.п.м. относят **пассиваторы (дезактиваторы) металлов** – вещества, образующие адсорбционные или химически

связанные пленки на поверхности металлов и таким образом исключающие катализирующее действие последних на окисление.

Пассиваторами металлов являются, например, нек-рые гетероциклические соединения (бензотриазол, 2,5-димеркаптотиодиазол) и их производные: дисалицилальэтилендиамин, салицилиденанилин и др. Они связывают медь в хелатные (клешнеобразные) соединения, строение которых таково, что металл фактически изолируется от масла. К такому типу присадок относятся отечественные присадки Бетол-1, Купринол, ВСП, к-рые применяются в смазочных маслах различного назначения.

АНТИОКИСЛИТЕЛЬНЫЕ ПРИСАДКИ К СОТС (антиокислители). В процессе эксплуатации масляные СОТС подвергаются окислению, что приводит к образованию продуктов кислого характера и соответственно к ухудшению антикоррозионных свойств СОТС и загрязнению системы эксплуатации СОТС. Антиокислительные присадки повышают устойчивость масляных СОТС против окисления. В качестве антиокислителей для масляных СОТС применяют вещества, работающие по механизму разрушения пероксидов. К ним относятся диалкилдитиофосфаты металлов (присадки ДФ-11, ДФ-1, ДФБ и др.).

АНТИОКИСЛИТЕЛЬНЫЕ ПРИСАДКИ К ТОПЛИВАМ (антиоксиданты) вводят в топливо для того, чтобы ингибировать окисление углеводородов кислородом воздуха. Низкомолекулярные продукты окисления – пероксиды, спирты, кислоты и другие кислородсодержащие соединения вступают в реакции полимеризации и поликонденсации с образованием высокомолекулярных продуктов, к-рые содержатся в топливе в виде смол или выпадают из них в отдельную фазу. Чем больше в топливах смол, тем больше образуется отложений в двигателе и в топливной системе. В результате процессы смесеобразования и горения отклоняются от оптимальных. Пероксиды, образующиеся при окислении бензинов, снижают их октановое число. Антиоксиданты вводят в топливо на НПЗ в концентрации 0,03–0,05% на нестабильный компонент. Это обеспечивает требования стандартов по окислительной стабильности, выражаемой *индукционным периодом топлива*. Принцип действия А.п.т. основан на обрывании цепей окисления углеводородов путем взаимодействия с радикалами, ведущими цепь, т.е. фактически А.п.т. являются ингибиторами радикально-цепного окисления углеводородов. В качестве А.п.т. пригодны соединения различных классов, на практике используются производные аминов и фенолов. С практической точки зрения важно, на какой стадии окисления действует А.п.т. Так, параоксидифениламин (ПОДФА), дифениламин эффективны при введении в топливо только до начала окисления. А.п.т. фенольного типа эффективны до начала окисления и на самых первых его стадиях. А.п.т. на базе диалкил-пара-фенилендиаминов эффективны на всех стадиях окислительного процесса.

Отечественный ассортимент А.п.т. составляют соединения фенольного типа: Агидол-1 (2,6-ди-*трет*-бутил-4-метилфенол, «Ионол»), Агидол-12 (толуольный раствор смеси экранированных фенолов) и ПОДФА (пара-оксидифениламин).

АНТИОКИСЛИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА МОТОРНОГО МАСЛА – комплекс свойств, обусловливающих способность масла противостоять воздействию окислителей, в первую очередь кислорода воздуха, на изменение состава и эксплуатационных свойств масла. Окисление масла сопровождается ростом его вязкости, коррозионной активности, склонности к образованию *нагара* и *лакообразных отложений*. Антиокислительные свойства моторных масел зависят от состава *базового масла* и эффективности добавленных к нему антиокислительных присадок.

При *моторных испытаниях моторных масел* главным критерием их антиокислительных свойств служит рост кинематической вязкости за время испытания.

АНТИОКСИДАНТЫ – см. *Антиокислительные присадки к маслам, Антиокислительные присадки к топливам*.

АНТИПИТТИНГОВЫЕ СВОЙСТВА МОТОРНОГО МАСЛА – способность масла предотвращать *питтинг* на рабочих поверхностях толкателей механизма газораспределения. Эти свойства маслам придают *противоизносные присадки к маслам*, в частности, дитиофосфат цинка.

АНТИРЖАВИЙНАЯ (ПРОТИВОРЖАВИЙНАЯ) ПРИСАДКА – *антикоррозионная присадка*, к-рая при добавлении к топливам и смазочным маслам снижает *скорость химической коррозии* железа и его сплавов. Термин А.п. устарел и имеет ограниченное использование.

АНТИСАЖЕВЫЕ ПРИСАДКИ К ТОПЛИВАМ предназначены для уменьшения скорости забивки сажевых фильтров, устанавливаемых на автомобилях перед каталитическими нейтрализаторами или непосредственно в выпускном тракте. Сажевые фильтры любой конструкции теряют пропускную способность и требуют регенерации через 200–500 км пробега, а иногда и раньше. Ее приходится делать в конце каждого рабочего дня и даже между сменами. Для регенерации разработаны специальные горелки и нагревательные элементы, нагревающие фильтр до т-ры 550–600°С,

необходимой для начала выгорания сажи. Однако в процессе регенерации т-ра достигает 1400°С и выше, при этом поры фильтра постепенно спекаются. Это снижает его эффективность. Наличие А.п.т. обеспечивает постепенное выжигание сажи, устраняя опасность перегрева при периодических регенерациях.

Принцип действия А.п.т. заключается в понижении т-ры выгорания сажи до 250–300°С, сравнимой с т-рой отработавших газов, благодаря добавкам соединений меди, железа и других металлов, оказывающих каталитическое действие на выгорание сажи. Для оценки эффективности А.п.т. измеряют противодавление (гидравлическое сопротивление) фильтра в процессе его работы.

В настоящее время А.п.т. в России не производятся и не применяются.

АНТИСТАТИЧЕСКИЕ ПРИСАДКИ К ТОПЛИВАМ вводят в топлива (чаще всего в реактивные) во избежание их электризации и проскакивания искры при перекачиванию, например, заправке самолетов с большой скоростью. Особенно велика опасность возгорания при работе с глубокогидрогенизированными топливами, почти не содержащими гетероатомных соединений – природных антистатиков. Рабочие концентрации А.п.т. невелики и составляют тысячные и даже десятитысячные доли процента. При этом достигается удельная объемная электропроводность, равная 50–600 пСм/м, к-рая обеспечивает требуемую безопасность и не создает помех при работе топливоизмерительной аппаратуры. При такой малой концентрации А.п.т. вводят только при непосредственной необходимости, так как при хранении и транспортировании А.п.т. может сорбироваться на металлических поверхностях и ее концентрация снизится до нуля.

Принцип действия А.п.т. заключается в увеличении объемной электропроводности топлив. Удельная объемная электропроводность (σ) и удельное объемное электрическое сопротивление (ρ_v) топлив с присадками связаны между собой соотношением: $\sigma=1/\rho_v$.

В России для применения в реактивных топливах допущен Сигбол (ТУ 38.101740–78), представляющий собой композицию ПАВ и хромового комплекса карбоновой кислоты. В бензины и другие топлива и углеводородные жидкости могут также вводиться присадки АСП-1 (ТУ 38.101538–75), АСП-2 (ТУ 38.5901160–88) и АСП-3 (ТУ 0257-024-00151911–2001) – все на основе жромовых комплексов синтетических жирных или алкилсалициловых кислот.

АНТИФРИЗ – низкозастывающая техническая жидкость для поглощения и отвода тепла (ГОСТ 26098).

АНТИФРИКЦИОННОЕ СВОЙСТВО НЕФТЕПРОДУКТА (ГОСТ 26098) – эксплуатационное свойство, характеризующее способность продукта снижать трение скольжения.

АНТИФРИКЦИОННЫЕ ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ (ГОСТ 26098) – смазки для уменьшения изнашивания и потерь на трение скольжения сопряженных деталей.

По назначению А.п.с. условно можно разделить на 15 групп:

- *антифрикционные пластичные смазки общего назначения,*
- *антифрикционные пластичные смазки общего назначения для повышенных температур,*
- *антифрикционные многоцелевые пластичные смазки,*
- *антифрикционные термостойкие пластичные смазки,*
- *антифрикционные вакуумные пластичные смазки,*
- *антифрикционные морозостойкие пластичные смазки,*
- *антифрикционные противозадирные пластичные смазки,*
- *антифрикционные химически стойкие пластичные смазки,*
- *антифрикционные стойкие в морской воде пластичные смазки,*
- *антифрикционные радиационностойкие пластичные смазки,*
- *антифрикционные приборные пластичные смазки,*
- *антифрикционные электроконтактные пластичные смазки,*
- *антифрикционные индустриальные пластичные смазки,*
- *антифрикционные автомобильные пластичные смазки,*
- *антифрикционные железнодорожные пластичные смазки.*

АНТИФРИКЦИОННЫЕ АВИАЦИОННЫЕ ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ – особо высококачественные (по сравнению со смазками для наземной техники) смазочные материалы, предназначенные для применения в узлах трения планера (фюзеляжа) и шасси летательных аппаратов.

А.а.п.с. 1-го поколения (50-е годы XX века и ранее, классификация В.В.Синицына) ЦИАТИМ-201 и -203, НК-50 разработаны на основе высокоочищенных минеральных масел, смазки последующих поколений, 2-го и 3-го (70–80-е годы) разработаны с использованием исключительно низкозастывающих синтетических продуктов.

В отличие от наземной техники все узлы трения планера и шасси летательных аппаратов смазываются исключительно пластичными смазка-

ми. В мало- и средненагруженных узлах трения качения, качания и скольжения (механизмы управления) применяются смазки ЦИАТИМ-201, -203, -221, Эра, СЭДА; в средне- и тяжело нагруженных узлах трения скольжения (механизмы управления, шасси и поворота крыла) – Атланта, ЦИАТИМ-203, Свинцоль-01; в тяжело нагруженных узлах трения качения (колеса шасси) – смазки Сапфир и НК-50. Во всех группах узлов может использоваться новая универсальная смазка ВНИИНП-569 («Взлет»).

В навигационных приборах используются те же смазки, что и во всей приборной технике.

В некоторых специфических узлах отдельных конструкций самолетов и вертолетов применяются смазки ЦИАТИМ-221с, ПФМС-4, ВНИИНП-207, -219, -281 и др. Их, как правило, не включают в основной ассортимент авиационных смазок, т.к. применение их в авиации невелико.

АНТИФРИКЦИОННЫЕ АВТОМОБИЛЬНЫЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ – ЯНЗ-2, ЛСЦ-15, ШРБ-4, ШРУС-4, АМ-карданная, Фиол-2У, № 158, ЛЗ-31, Литол-459/5, КСБ, ДТ-1, Дисперсол-1, МЗ-10 применяют в специфических узлах трения легковых и грузовых автомобилей.

В основных узлах трения автомобилей (ступицы колес, подвеска, рулевое управление и др.) применяют смазки общего назначения: солидол С, 1-13, графитную УСсА и др. В настоящее время для легковых и грузовых автомобилей всех марок рекомендуют и успешно используют многоцелевую смазку Литол-24. Эта смазка допущена к применению во всех узлах трения автомобилей, а также тракторов, инженерных и прочих машин взамен солидолов, консталинов, 1-13, ЯНЗ-2, АМ-карданной и других смазок общего назначения, за исключением графитной УСсА.

Прогрессивным направлением является использование в отдельных агрегатах и узлах трения автомобилей одноразовых смазок (ЛСЦ-15, ЛЗ-31, № 158 и др.). Бессменная работа смазки определяется в первую очередь не только ее свойствами, но и рациональной конструкцией узла трения. При надежной герметизации срок службы большей части пластичных смазок в узле может достигать нескольких лет. Но при этом т-ра, скорости и нагрузка должны соответствовать типу смазки.

АНТИФРИКЦИОННЫЕ БУРОВЫЕ ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ применяют для смазывания шарошечных долот с негерметизированными (Долотол Н) и герметизированными (Долотол АЦ и Пластол) опорами качения и скольжения. Смазку Геол-1 наносят на трубы при высокооборотном геологоразведочном бурении.

АНТИФРИКЦИОННЫЕ ВАКУУМНЫЕ ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ (ВНИИНП-257, ВНИИНП-258, ВНИИНП-270, ВНИИНП-274 и ВНИИНП-293) предназначены для разнообразных узлов трения, эксплуатируемых в условиях высокого вакуума, как правило, в широком температурном диапазоне. Не исключено их применение в вакуумных установках, в подшипниках гиромоторов и в узлах трения наземных механизмов, работающих в вакууме.

При понижении давления до 0,1–10 Па (10^{-3}–10^{-1} мм рт. ст) работоспособность смазочных материалов существенно меняется (обычно снижается). Это обусловлено их испарением, изменением скорости срабатывания в зоне трения, ухудшением теплоотвода и другими причинами. В зависимости от состава срок службы смазки в вакууме снижается меньше или больше, а иногда он возрастает. Дальнейшее снижение давления ниже 0,1 Па, вплоть до космического вакуума – давления 10–100 пПа (примерно 10^{-13}–10^{-12} мм рт. ст.), практически не влияет на испаряемость и работоспособность смазки. Встречающиеся в стандартах и литературе указания о работоспособности смазки при давлении до (не ниже) 1 мПа (10^{-5} мм рт.ст.) или до 1 мкПа (10^{-8} мм рт.ст.) технически не обоснованы. Смазка, работоспособная при давлении 1 мПа, может обеспечить нормальную работу узла в космическом вакууме.

Отличительная особенность смазок, применяемых в глубоком вакууме, – низкая испаряемость, работоспособность в отсутствии кислорода. Большая часть их имеет хорошие высокотемпературные характеристики. В наибольшей степени соответствуют условиям работы в вакууме термостойкие смазки. В ряде случаев рассматриваемые смазки успешно применяют в узлах трения приборов и точных механизмов и при атмосферном давлении.

АНТИФРИКЦИОННЫЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ можно разделить на несколько групп. В первую группу входят две смазки для букс подвижного состава железных дорог: ЖРО, ЛЗ-ЦНИИ, во вторую – смазки для механизмов железнодорожных тормозов: ЖТКЗ-65, ЖТ-72М, ЖТ-79Л. «Особняком» стоят твердая брикетная смазка ЖД, антиаварийная смазка ЖА, а также рельсовые смазки ЖР («Ед» и «З») и контактная. Железнодорожная кулисная смазка ЖК близка по составу и свойствам к Na-смазкам для повышенных температур, например, к смазке 1-13. В последние годы, особенно в связи с развитием электровозной и тепловозной тяги, в механизмах подвижного состава железных дорог стали применять смазки обычных типов – солидол С, 1-13, ЦИАТИМ-201 и др. Однако в основ-

ном на железнодорожном транспорте используют специфические сорта смазок.

АНТИФРИКЦИОННЫЕ ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ [ИП-11 (Л, З), ЛКС-2, ЛКС-металлургическая, № 137, Прессол М, Униол-2М/2, ЛКС-текстильная, КБС, ЛС-Ш, Сиол, ВНИИНП-273, Ротационная ИР, Термолита, Ометерма, Ометсупертерма, Центролита] используют в станках, подъемно-транспортном оборудовании и металлургических установках наряду с антифрикционными смазками общего назначения. Чаще всего узлы трения смазывают солидолом, а также при т-рах выше 65°С – смазкой 1-13, жировым конста-лином и другими смазками. Как правило, индустриальные смазки подают к узлам трения при помощи централизованной смазочной системы.

АНТИФРИКЦИОННЫЕ КИСЛОРОДОСТОЙКИЕ ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ предназначены для работы в кислородном оборудовании, где имеется возможность образования горючих и взрывчатых смесей в результате случайного или запланированного контакта этих материалов с кислородом.

К пластичным смазкам для арматуры по перекачке жидкого и газообразного кислорода предъявляется (помимо комплекса общих требований) основное требование – совместимость с кислородом. Пластичные смазки не должны вступать в химическое взаимодействие с кислородом, взрываться и гореть в кислороде в широком диапазоне давлений и температур, не должны разлагаться, окисляться и т.п. При использовании пластичных смазок в контакте с кислородом большое значение имеют условия его применения и, в первую очередь, предельное давление кислорода, ниже к-рого не происходит горение по слою смазки заданной толщины при его поджигании. Чем выше предельное давление, тем большей стойкостью к кислороду обладает пластичная смазка.

Значение предельного давления кислорода зависит от параметров применения кислорода (т-ры, скорости потока кислорода, концентрации), толщины слоя смазки и характера контакта кислорода со смазкой (открытая поверхность – непосредственный контакт кислорода; закрытая - затрудненный доступ кислорода), а также от химического состава смазки. Увеличение толщины слоя смазки, повышение т-ры и концентрации кислорода в смеси приводят к снижению предельного давления кислорода (т.е. повышению взрывоопасности).

Среди кислородостойких пластичных смазок известны отечественные смазки ВНИИНП-280, -282, к-рые применяются в кислородно-дыхательной аппаратуре, арматуре трубопроводов; ВНИИНП-233 и СК-2-06, к-рые могут безопасно применяться в резьбовых соединениях при давлении кислорода до 30 МПа, а на открытых поверхностях – до 1,6 МПа без ограничения по толщине слоя. Наибольшей стойкостью к воздействию газообразного кислорода характеризуется смазка ВНИИНП-283. Однако невысокие реологические и триботехнические свойства ограничивают ее применение в подвижных узлах трения. В резьбовых парах при криогенных т-рах лучшими низкотемпературными свойствами характеризуется смазка Криогель.

АНТИФРИКЦИОННЫЕ МНОГОЦЕЛЕВЫЕ ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ называют иногда многофункциональными или универсальными (Литол-24, Литол-24РК, Фиол-1, Фиол-2, Фиол-2М, Алюмол, ЛКМтранс-2, Таврол-2 и др.). Они водостойки и работоспособны в широком интервале скоростей, температур (от –40 до 130°С) и нагрузок. Однако не следует полагать, что они пригодны для замены антифрикционных смазок всех типов, в том числе таких специализированных смазок, как химически стойкие (стабильные в агрессивных средах), морозостойкие или приборные. Но почти все смазки общего назначения типа солидолов и предназначенные для повышенных температур (натриевые, натриево-кальциевые, литиевые), нек-рые индустриальные, почти все автомобильные и многие другие могут быть заменены многоцелевыми. Этому способствует водостойкость многоцелевых смазок (они не растворимы даже в кипящей воде) и их хорошие консервационные свойства.

АНТИФРИКЦИОННЫЕ МОРОЗОСТОЙКИЕ ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ (тугоплавкие ЦИАТИМ-201, ЦИАТИМ-203, Лита, Зимол, Северол-1, ВНИИНП-271, Униол-3М, ВНИИНП-281 и низкоплавкие ГОИ-54п, МС-70, Морская МУС-3А, № 9) предназначены для применения при т-ре до –50°С, а в некоторых механизмах и при более низкой. Минимальная т-ра применения определяется не только свойствами смазки, но и в большой степени типом узла трения, где смазка работает. В маломощных механизмах лучшие морозостойкие смазки могут оказаться неработоспособными уже при –30°С. В то же время неморозостойкая смазка солидол С или 1-13 в ступицах колеса автомобиля работает при –50°С.

Широкое распространение получили смазки ЦИАТИМ-201, МС-70, ГОИ-54п. Остальные вырабатываются в ограниченном количестве. При необходимости в качестве морозостойких смазок используют термостойкую смазку ЦИАТИМ-221, все вакуумные антифрикционные смазки, большую часть приборных смазок, работоспособных до –50°С и при более низких т-рах.

АНТИФРИКЦИОННЫЕ МОРСКИЕ ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ (АМС-1, АМС-3, М3, ВНИИНП-238) используют в узлах трения как антифрикционные

смазочные материалы с повышенными защитными (от коррозии) свойствами. Нередко употребляют их и в качестве консервационных смазок. Температурный диапазон работы морских смазок, как правило, сужен. Морские смазки должны обеспечивать работу узлов трения в температурном диапазоне от 0 (–15) до 50°С. Высказываемые нередко требования, чтобы смазки для палубных или заборных механизмов были рассчитаны на работу при –40°С и ниже, не обоснованы.

АНТИФРИКЦИОННЫЕ ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ ДЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН (СЭДА, ВНИИНП-242, ЛДС-1, ЛДС-3, ЭШ-176, СВЭМ) применяют в закрытых и открытых подшипниках качения машин горизонтального и вертикального исполнения.

АНТИФРИКЦИОННЫЕ ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ предназначены для узлов трения, работающих при т-ре до 70°С. В основном это синтетические солидолы, солидол С и пресс-солидол С, жировые солидолы, солидол Ж и пресс-солидол Ж, графитная УСсА – наиболее массовые и дешевые смазки.

АНТИФРИКЦИОННЫЕ ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР предназначены для узлов трения, работающих при т-ре от –30 до 110°С (для подшипников качения и скольжения, шарниров, опор и пр.). Широко распространены смазки 1-13, Конталин, Литин-2, БНЗ-3 и ВНИИНП-242.

АНТИФРИКЦИОННЫЕ ПРИБОРНЫЕ ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ используют для электромеханических приборов (ОКБ-127-7, ОКБ-122-7,5, ВНИИНП-258), в гиромоторах (ВНИИНП-223, -228, -260, -270, -271, -274, -286, -293, -559) и в часовых и телефонных узлах трения (ЛПИ-7). Одновременно со специализированными приборными смазками для приборов и точных механизмов достаточно широко применяют морозостойкие смазки ЦИАТИМ-201, ГОИ-54п, антифрикционные вакуумные ВНИИНП-274, -257, термостойкие ЦИАТИМ-221, ВНИИНП-233 и др. Приборные смазки вырабатывают в небольшом количестве. К ним относятся также смазки для оптических приборов: АЦ-1, АЦ-2, АЦ-3, Крон-I, Крон-III, СОТ, 2 СК, 3 СК, 4 СК, МЗ-5, Орион, ВНИИНП-257, -299. Состав и свойства оптических смазок гарантируют отсутствие жировых налетов на стекла приборов и длительную (5–10 лет и более) работу механических узлов без замены и пополнения смазки.

АНТИФРИКЦИОННЫЕ ПРИСАДКИ К МАСЛАМ (модификаторы трения) уменьшают коэффициент трения между поверхностями трения, смазываемых маслом, устраняя при этом «прерывистое» скольжение и снижая температуру в узле трения.

Классическими представителями А.п.м. являются длинноцепные жирные кислоты (лауриновая, стеариновая, олеиновая), эфиры или соли указанных кислот.

Действие антифрикционных присадок основано на образовании ими адсорбционных граничных пленок на металлических поверхностях путем адсорбции на металле полярных групп присадок – СООН, СООR, СООМе и др.

В последние годы применяются А.п.м., содержащие молибден и фосфор. При использовании маслорастворимых диалкилдитиофосфатов молибдена в моторном масле экономия бензина, по сравнению с применением товарного масла без таких присадок, составляет 3–4%.

Молибден- и серосодержащие соединения, используемые в качестве присадок к маслам, разлагаются в объеме масла при повышенной т-ре или на поверхности трения. В зависимости от этого фрагменты присадок образуют либо адсорбционные слои на поверхности трения, либо прочные химические соединения с ней. И в том и в другом случае присадки обеспечивают снижение износа и коэффициента трения.

Антифрикционные присадки различного химического строения вводят в современные энергосберегающие масла для снижения трения металлических пар поршней, стенок цилиндров и т.д., а также в масла для автоматических трансмиссий, чтобы обеспечить их бесперебойную работу и предотвратить шум автоматических коробок передач.

АНТИФРИКЦИОННЫЕ ПРИСАДКИ К ТОПЛИВАМ (топливосберегающие) предназначены для снижения коэффициента трения контактирующих пар. При этом уменьшаются потери мощности на трение и соответственно повышается механический КПД. Согласно опубликованным данным, экономия топлива может достигать 2–8%. На практике А.п.т. в топлива практически не добавляются, но с той же целью вводятся в моторные масла. В качестве А.п.т. используют топливорастворимые соединения молибдена и перфторалканы. Последние также эффективно снижают нагарообразование в камере сгорания двигателя.

АНТИФРИКЦИОННЫЕ ПРОТИВОЗАДИРНЫЕ ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ (ЛС-1П, Свинцоль-01) используют в тяжело нагруженных узлах трения для предотвращения задира и заедания трущихся поверхностей. Наиболее эффективные противозадирные смазки получают, как правило, вводя в них соответствующие присадки (соединения серы, хлора, фосфора, бора) и добавки (дисульфид молибдена, графит).

За рубежом ассортимент противозадирных смазок (именуемых EP-grease) весьма велик. В России смазки такого типа выпускают пока еще в небольших количествах.

Наряду со специализированными противозадирными смазками в нагруженных узлах можно использовать такие смазки, как многоцелевая Фиол-2М, термостойкие Униол-1, ПФМС-4С и др. В особых случаях употребляют противозадирные концентрированные пасты, содержащие дисульфид молибдена или графит (ВНИИНП-232, Лимол, ВНИИНП-225).

АНТИФРИКЦИОННЫЕ РАДИАЦИОННОСТОЙКИЕ ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ (ВНИИНП-273, -275) необходимо использовать только в механизмах управления ядерными реакторами при высоких (более 10^7 рад) дозах радиации. Глубина изменений, происходящих под действием ионизирующих излучений, зависит от дозы поглощенных излучений и химического состава смазочного материала. При дозах радиации до 10^6-10^7 рад вполне работоспособны обычные пластичные смазки. При облучении меньшими дозами их свойства не меняются.

Под действием радиации обычно происходит радиолиз отдельных компонентов, преобладают реакции полимеризации и окисления. Наряду с нелетучими образуются газообразные продукты. На начальной стадии облучения структурный каркас мыльных смазок в большинстве случаев разрушается, что приводит к их размягчению, а иногда разжижению. Могут также ухудшаться антикоррозионные свойства. В дальнейшем, по мере желатинирования масляной фазы, смазки становятся твердыми и хрупкими, т.е. теряют свое основное свойство – пластичность.

АНТИФРИКЦИОННЫЕ ТЕРМОСТОЙКИЕ ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ (ЦИАТИМ-221, ВНИИНП-207, ВНИИНП-210, ВНИИНП-219, ВНИИНП-233, ВНИИНП-235, ВНИИНП-246, ВНИИНП-247, НК-50, Униол-1, Графитол, Аэрол, Силикол, Полимол, Маспол, БНЗ-4, БНЗ-5 и ПФМС-4С) работоспособны при т-ре 150-250°С и выше в течение длительного времени (десятки и сотни часов). При 150-250°С работает лишь ограниченное число механизмов, поэтому термостойкие смазки вырабатывают в небольших количествах. Их изготовляют на дефицитных синтетических маслах и специальных загустителях. Применение термостойких смазок, когда работоспособны смазки обычных типов, нерационально.

АНТИФРИКЦИОННЫЕ ХИМИЧЕСКИ СТОЙКИЕ ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ (ЦИАТИМ-205, ВНИИНП-279, -280, -282, -283, -294, -295, -298, № 8, 10-ОКФ, ЗФ, СК-2-06 и Криогель) применяют в узлах трения для уплотнения резьбовых соединений, арматуры, сальниковых устройств, реже для защиты металлических поверхностей. Иногда в качестве химически стойких рекомендуют смазку ЦИАТИМ-221. Однако ее можно использовать крайне ограниченно, недолго, в контакте с нек-рыми не слишком агрессивными средами: слабо концентрированной перекисью водорода, спиртом и др.

АНТИФРИКЦИОННЫЕ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНЫЕ ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ (ПАСТЫ) (Электра-1, ВНИИНП-248, -502) применяют для улучшения проводимости, стабилизации электрического контактного сопротивления, а также для уменьшения абразивного и электроэрозионного износа. Электроконтактные смазки позволяют снизить силу контактного нажатия и соответственно уменьшить габариты контактных элементов и их износ. В основном эти смазки используют в слаботочных контактных коммутационных, соединительных и установочных устройствах радиоаппаратуры, телевизоров, в системах связи и т.п. Для смазывания контактов достаточно широко применяют и смазки ЦИАТИМ-201, -221. Однако их состав и свойства не являются оптимальными для использования в этих устройствах.

АРБИТРАЖНАЯ ПРОБА – контрольная проба, используемая для проведения арбитражного анализа. Отбирается только стандартным способом и сопровождается актом отбора пробы. Хранится и передаётся на анализ в опломбированном виде.

АРБИТРАЖНЫЙ АНАЛИЗ – установление соответствия качества нефтепродукта требованиям нормативных документов, проводимое в независимой лаборатории при возникновении разногласий в оценке качества между потребителем и поставщиком. Независимая лаборатория выбирается по согласованию заинтересованных сторон. При проведении арбитражного анализа могут присутствовать заинтересованные стороны.

АРЕНЫ (ароматические углеводороды) – ненасыщенные циклические соединения, представлены в нефтях моноциклическими (бензольными), бициклическими (нафталиновыми), трициклическими (антраценовыми), тетрациклическими (пиреновыми) углеводородами. В основном являются алкилпроизводными изомерами и содержатся во фракциях нефти в соответствии с их т-рами кипения.

В среднем в нефтях может содержаться А.: бензольных – до 65-67%, нафталиновых – до 15-18%, антраценовых – до 8%, пиреновых – до 5%, прочих – до 2% масс.

А. содержатся во всех нефтепродуктах: бензинах – до 50%, авиакеросинах – до 25%, дизельных топливах – до 30%, маслах – 20-30% масс. Обладают высокой детонационной стойкостью, но способствуют нагарообразованию в камере сгорания. Являются основным исходным сырьем для большого числа нефтехимических производств ценных продуктов.

АРМАТУРНЫЕ ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ ЛЗ-162, ЛЗ ГАЗ 41, для газовых кранов, СГП, Бензиноупорную, ВНИИНП-291, ВНИИНП-292, насосную,

Арматол-238, Плитол, Кранол используют для герметизации сальниковых уплотнений насосов, кранов, вентилей, дозаторов и различных аналогичных устройств, набивки буферных полостей, к-рые служат ловушками для жидкостей. В последнем случае смазка обеспечивает герметизацию самостоятельно, а не в сочетании с уплотнительными материалами типа асбестового шнура, кожаных манжет и др. Для уплотнения сальниковых устройств наряду со специальными смазками используют антифрикционные и консервационные смазки обычных типов (например, в сальниках водопроводных кранов часто применяют солидол С или смазку графитную УСсА).

АРОМАТИЧЕСКАЯ НЕФТЬ – сырая нефть с более высоким, чем обычно, содержанием ароматических углеводородов (ISO 1998).

АРОМАТИЧЕСКИЕ МАСЛА-НАПОЛНИТЕЛИ применяются в шинной промышленности и в производстве резиновых технических изделий. А.м-н. (с преимущественным содержанием ароматических углеводородов) используются для наполнения каучуков, молекулы которых содержат ароматические звенья (сополимеры стирола и α-метилстирола) или полярные группы (бутадиен-изопреннитрильный каучук). А.м-н. улучшают как условия смешения компонентов, обрабатываемости каучуковых смесей, облегчают диспергирование сыпучих наполнителей, так и технологические свойства получаемых изделий.

Отечественная промышленность выпускает следующие А.м-н.:

ПН-6 (ТУ 38.1011217–89) – концентрат ароматических углеводородов, получаемый компаундированием экстрактов селективной очистки масляных фракций нефти. В зависимости от целей применения вырабатывают ПН-6к, используемый в качестве пластификатора-наполнителя синтетических дивинил- и метилстирольных каучуков, и ПН-6ш, используемый в качестве масла-мягчителя резиновых смесей, применяемых для изготовления шин и других изделий.

ПЛАСТАР-20к (ТУ 38.1011047–85) и ПЛАСТАР-37к (ТУ 38.1011045–85) – высокоароматизированные нефтяные продукты, получаемые из экстрактов селективной очистки масляных фракций нефти путем вакуумной концентрации. Применяются в производстве РТИ и шин.

МП-604 (ТУ 38.10110057–86) – композиция из ароматического масла и эфирного пластификатора. Применяют в качестве пластификатора в производстве морозостойких РТИ на основе полярных и неполярных каучуков.

НЕФТЯНЫЕ ЭКСТРАКТЫ (ТУ 38.101714–84) или их смеси: марки А и Б применяются в производстве РТИ. Получают фенольной очисткой дистиллятных и остаточных масляных фракций.

ПОЛИДЕКС (ТУ 38.401202–93) – ароматическое масло, экстракт селективной очистки дистиллятной нефтяной фракции, выкипающей в интервале температур 300-450°С. В зависимости от типа нефти и технологии производства выпускают двух марок – А и Б. Применяют в производстве РТИ.

ВНИИНП-ВА-8 (ТУ 38.10161–75) – синтетическое масло на основе алкилбензолов (молекулярной массы 500-600). Применяют в производстве каучука и РТИ.

АССОРТИМЕНТ СОТС – виды (марки) СОТС для обработки металлов резанием и давлением, к-рые, как группа товаров, производятся в промышленном масштабе. Ассортимент некоторых СОТС России, Украины, Белоруссии и др. стран СНГ приведен в **табл. А-7**.

А-7. Ассортимент некоторых СОТС производства России, Украины и др. стран СНГ

Наименование (ГОСТ, ТУ)	Назначение (область применения)	Примечание
1	2	3
Для алмазно-абразивной и лезвийной обработки		
Авитол-2 (ТУ У 23.2-00149943-560:2006)	Лезвийная и абразивная обработка чугунов, сталей, сплавов меди и алюминия	Эмульсионное СОТС, используется 2-10%-ная водная эмульсия
Автокат Ф-40 (ТУ 27.883.685-2–94)	Лезвийная и абразивная обработка металлов и сплавов	Полусинтетическое СОТС, используется 1,5-10%-ная микроэмульсия
Автокат Ф-78 (ТУ 37.104.183–94)	Лезвийная и абразивная обработка металлов и сплавов	Эмульсионное СОТС, используется 1,5-10%-ная эмульсия
Аминил-М (ТУ У 13810574.001–98)	Лезвийная и абразивная обработка металлов и сплавов	Эмульсионное СОТС, используется 1-3%-ная эмульсия
Аминил-СТ (ТУ У 23.2-13810574-001–2002)	Абразивная обработка металлов и сплавов	Синтетическое СОТС, используется 1,5-2%-ный раствор
Атмол-06-ПС (ТУ 0258-023-39247202–01)	Лезвийная и абразивная обработка черных металлов, сплавов алюминия, меди, финишная обработка высокопрочных термообработанных сталей и сплавов	Полусинтетическое СОТС, используется 3-8%-ная микроэмульсия
Велс-1м (ТУ 0258-053-00148843–2002)	Лезвийная и абразивная обработка металлов и сплавов	Полусинтетическое СОТС, используется 3-10%-ная микроэмульсия
Волгол-300 (ТУ 0258-006-34686523–2004)	Лезвийная и абразивная обработка металлов и сплавов	Полусинтетическое СОТС, используется 2-10%-ная микроэмульсия
Волтес-150 (ТУ 0258-015-34686523–2004)	Лезвийная и абразивная обработка черных металлов, алюминиевых сплавов	Эмульсионное СОТС, используется 3-10%-ная эмульсия

Продолжение табл.А-7

1	2	3
Гремлос (ТУ 2423-001-43160694–2000)	Лезвийная и абразивная обработка сталей, чугунов, сплавов алюминия, труднообрабатываемых сталей и сплавов, в том числе и на суперфинишировании	Синтетическое СОТС, используется 3-10%-ный раствор
Иикам-3 (ТУ 0258-005042147065-ОП–00)	Лезвийная и абразивная обработка черных и цветных металлов и сплавов	Эмульсионное СОТС, используется 3%-ная эмульсия
Иикомет-1 (ТУ У 21520152.003–2001)	Лезвийная и абразивная обработка черных металлов	Полусинтетическое СОТС, используется 3-15%-ная микроэмульсия
МР-10 (ТУ 38 101973-85, ТУ 0258-050-00148842–2001)	Высокоскоростное шлифование профилей режущих инструментов (сверл, метчиков, развертов, фрез) из быстрорежущих сталей, профильное шлифование легированных конструкционных сталей	Масляное СОТС, применяется в готовом виде
МР-10А (ТУ 38. 5901433–94)	Скоростное шлифование твердосплавного инструмента, глубоких канавок	Масляное СОТС, применяется в готовом виде
МР-7 (ТУ 38.401-58-331–2003) **Азмол МР-7В** (ТУ У 23-2-00149943-551–2004)	Лезвийная обработка, в том числе на станках-автоматах, углеродистых и легированных сталей, а также некоторых труднообрабатываемых сталей и сплавов	Масляное СОТС, применяется в готовом виде
МР-11 (ТУ 38. 5901239–91)	Резание сталей и сплавов на операциях точения, сверления, резьбо- и зубонарезания	Масляное СОТС, применяется в готовом еиде
МР-12, МР 12/1 (ТУ 38. 5901438–94)	Лезвийная обработка труднообрабатываемых сталей и сплавов при низких скоростях резания	Масляное СОТС, применяется в готовом виде
Для лезвийной обработки металлов		
В-3М (ТУ 38. 30174-014–93)	Зубо- и резьбонарезание, протягивание коррозионно-стойких сталей, жаростойких и жаропрочных сталей и сплавов	Концентрат, а также 5-50%-ные растворы в индустриальных маслах
ИМП-5 (ТУ 38. 1011293–90)	Резание, точение, сверление меди, латуни и низкоуглеродистых сталей на автоматических и полуавтоматических станках	Применяется в готовом виде
ЛЗ-СОЖ-15 (ТУ 0258-301-00148820–95)	Нарезание резьбы, сверление, развертывание, зенкерование легированных сталей и алюминиевых сплавов	Применяется в готовом виде
ЛЗН-14 МО (ТУ 301-04-030–93)	Обработка резанием	Применяется в готовом виде

Продолжение табл.А-7

1	2	3
ЛЗ-СОЖ-1МП (ТУ 04-004–90)	Протягивание сталей	Применяется в готовом виде
ЛЗ-СОЖ-1Т (ТУ 38. 10185–79)	Наружное резьбонарезание	Применяется в готовом виде
ЛЗ-23М (ТУ 301-04-002–90)	Глубокое сверление, зенкерование, развертывание сталей	20%-ный раствор в минеральном масле
ЛЗ-26 МО (ТУ 38. 101157–88)	Обработка сталей на станках-автоматах	7%-ный раствор в минеральном масле
Лубрисол Э-90 (ТУ 21-001-34352-058–95)	Обработка металлов резанием на автоматических линиях	Полусинтетическое СОТС, используется 5-8%-ная микроэмульсия
СП-4 (ТУ 0258-100-05744685–96)	Обработка резанием углеродистых сталей, цвет. металлов и сплавов	Применяется в готовом виде
РС-1 (-2) (ТУ 0256-230-00151526-98	Лезвийная обработка углеродистых и легированных сталей, в том числе на станках-автоматах	Применяется в готовом виде
Для волоченил металлов		
Барвинол (ТУ 38.5901 408–94)	Волочение стальной латунированной проволоки	Эмульсионное СОТС, используется 2-10%-ные эмульсии
Иструмеи-тальная (ТУ 6-00-05744685-116 –93)	Холодное волочение медной проволоки, лезвийная обработка сталей	Эмульсионное СОТС, используется 5-10%-ные эмульсии
СТП-1у (ТУ 38.101660 –82)	Волочение черных и цветных металлов	Применяется в готовом виде
ЭП-29, 29у (ТУ 38 УССР 201353–80)	Волочение медной и латунированной стальной проволоки	Эмульсионное СОТС, используется 3-12%-ные эмульсии
Эферин (ТУ 38. 59011 85–90)	Волочение медной проволоки	Эмульсионное СОТС, используется 2-30%-ные эмульсии
Эфтол (ТУ 254-004-223201–95)	Волочение медной, латунированной, стальной и алюминиевой проволоки	Эмульсионное СОТС, используется 2-10%-ные эмульсии
Неол (ТУ 38.5901300 –93)	Волочение игольной трубки из коррозионно-стойкой стали	Применяется в виде концентрата
Длл штамповки металлов		
Волгол-131 (ТУ 0258-005-34686523 –2003)	Глубокая вытяжка сложнопрофильных деталей	Масло типа "Прелюб", консервационно-штамповочное
Дозол-1 (ТУ 320. 00151650.013 –96)	Вытяжка сталей, сплавов меди и алюминия	Эмульсионное СОТС, используется 5-15%-ные эмульсии
МР-17 (ТУ У 21456419.012 –2000)	Холодная объемная и листовая штамповка, лезвийная обработка	Концентрат присадок, применяется в виде растворов в минеральном масле

Окончание табл.А-7

1	2	3
Росойл-101 (ТУ 2320-002-00377289–95)	Чистовая вырубка, листовая штамповка углеродистых и легированных сталей	Аналог смазки Куртис-55
Росойл-167 (ТУ 2320-003-06377289–95)	Чистовая вырубка стальных изделий из листа толщиной более 4 мм	Аналог смазки HFF-22
Росойл-222 (ТУ 2320-0040 06377289–95)	Глубокая вытяжка сложнопрофильных деталей	Применяется в готовом виде
Росойл-ШОК (ТУ 2320-001-06377289–94)	Холодная объемная и листовая штамповка углеродистых и легированных сталей	Применяется в готовом виде
СТП-13 (ТУ 38.101825 –85)	Обработка сталеалюминиевых лент и формование из них вкладышей подшипников скольжения	Концентрат, разбавляется минеральным маслом в 2-5 раз
СТП-138 (ТУ 37.012041 –93)	Вырубка заготовок из стального листа толщиной до 14 мм, холодная высадка сталей, фрезерование, нарезание резьб	При обработке резанием разбавляется минеральным маслом
ТС-Лемиа (ТУ У 4900149943. 469–97)	Чистовая вырубка, глубокая вытяжка, калибровка, прошивка, а также резьбонарезание сталей	Применяется в готовом виде
Тамойл (ТУ 0254-001-07510307–94)	Холодная штамповка, глубокая вытяжка сталей и цветных металлов, обработка резанием	Эмульсионное СОТС, используется 20%-ная эмульсия
Твол (ТУ 38. 5901196–89)	Чистовая вырубка заготовок из стального листа толщиной до 15 мм, холодная объемная штамповка сталей	Применяется в готовом виде
ШС-2 (ТУ 38. 301-40-22–93)	Холодная штамповка, особо глубокая вытяжка сталей, резьбонарезание в сталях, цветных металлах и сплавах	Пластичное СОТС, применяется в готовом виде
Эмбол-4у (ТУ 38. 5901208–89)	Холодная объемная штамповка и глубокая вытяжка легированных сталей	Применяется в готовом виде
Для прокатки металлов		
ОМ (ТУ 38 УССР 30139–81)	Холодная листовая прокатка сталей	Эмульсионное СОТС, используется 5-10%-ная водная эмульсия
СП-3 (ГОСТ 5702–75)	Прокатка и обработка резанием алюминиевых сплавов	Эмульсионное СОТС, используется 5-10%-ная эмульсия
СТАЛ-3 (ТУ 0254-010-00151911–95)	Высокоскоростная холодная прокатка лент из алюминиевых сплавов	Маловязкое масло, получаемое глубоким гидрированием керосиновой фракции
Эмульсол-Т (ТУ 6-14-254–87)	Холодная прокатка сталей, обработка резанием сталей и чугунов	Эмульсионное СОТС, используется 5-10%-ная эмульсия
ЭТ-2у (ТУ 38 УССР 201299–80)	Холодная листовая прокатка сталей, обработка металлов резанием	Эмульсионное СОТС, используется 5-10%-ная эмульсия

АСФАЛЬТЕНЫ – аморфные, но кристаллоподобной структуры, твердые тела темно-бурого или черного цвета с плотностью несколько больше единицы. При нагревании не плавятся, а переходят в пластическое состояние при т-ре около 300°С, а при более высокой т-ре разлагаются с образованием газообразных и жидких веществ и твердого остатка – кокса. В отличие от смол образуют пространственные в большей степени конденсированные кристаллоподобные структуры. Нерастворимы в алканах, являются относительно сформированными гетероатомными соединениями нефти, имеющими такие значения молекулярной массы и степень ароматичности, к-рые приводят к значительному межмолекулярному взаимодействию, способствующему образованию надмолекулярных структур.

Состав асфальтенов. По элементному химическому составу близки к нефтяным смолам и отличаются от них несколько меньшим содержанием водорода, более высоким суммарным содержанием гетероатомов (O, S, N, металлы). Существует предположение, что асфальтены – продукты конденсации смол. Являются высокомолекулярными соединениями нефти. Содержание углерода и водорода колеблется в узких пределах 82±3% и 8,1±0,7%, т.е. соотношение «H:C» – 1,15±0,05. Это атомное соотношение постоянно. Суммарное содержание гетероатомов колеблется в значительных пределах, а именно: сера 0-9%; кислород 1-9%; азот 0-15%. Химическое строение их молекул рассматривают как полициклическую ароматическую сильно конденсированную систему с короткими алифатическими цепями в качестве заместителей ароматического ядра. Среди циклических структурных элементов молекулы наряду с карбоциклами присутствуют часто также пяти- и шестичленные гетероциклы. Степень общей цикличности асфальтенов и соотношение в них ароматических, циклопарафиновых и гетероциклических колец, а также степень конденсированности этих колец колеблются в весьма широких пределах для асфальтенов различного происхождения. Четкой границы между смолами и асфальтенами не существует.

АСФАЛЬТОВАЯ НЕФТЬ – тяжелая сырая нефть, содержащая высокую долю асфальтенов, ароматических и нафтеновых соединений и дающая осадок, подходящий для производства асфальта (ISO 1998).

АСФАЛЬТО-СМОЛИСТЫЕ ПАРАФИНОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ (АСПО) – нефтяные отходы, образующиеся при добыче нефти в результате физических и физико-химических процессов, протекающих в нефти при ее подъеме на поверхность и дальнейшем транспортировании по трубопроводам. На-

капливаются в призабойной зоне пласта, нефтепромысловых трубах, магистральных нефтепроводах, резервуарах. Отложения в нефтепромысловом оборудовании приводят к сокращению дебита нефти, уменьшению объемов перекачиваемой продукции, механическому разрушению труб и поломке насосного снаряжения.

Состав АСПО – органическая часть 72-90%: твердые парафины, парафино-церезиновые компоненты, асфальто-смолистые вещества. Неорганическая часть состоит из оксидов железа и кремния, соединений натрия, алюминия, цинка, свинца и др. металлов. Состав отложений зависит как от природы нефти, так и от места локализации, а главным образом, от термодинамических условий системы, при к-рых происходит эксплуатация скважин.

Методы борьбы с АСПО – химические, тепловые, механические. Существует два направления в химических методах: предотвращение отложений с помощью ингибиторов и удаление уже сформировавшихся АСПО растворителями. Ингибиторы – это функциональные реагенты (диспергаторы, депрессаторы, модификаторы, смачиватели). Лучшими являются комплексные, многофункциональные реагенты – растворитель-смачиватель, растворитель-диспергатор, смачиватель-депрессатор и др.). В качестве растворителей применяют различные нефрасы, сольвенты, концентраты олефинов и др.).

АТАКТИЧЕСКИЙ ПОЛИПРОПИЛЕН – термопластичный стереоизомер полипропилена, алкильные группы к-рого построены пространственно нерегулярно. Представляет собой твердое белое хорошо растворяющееся при нагреве в нефтепродуктах вещество, является модификатором свойств парафиновых композиций, повышает гибкость и адгезию к поверхности. Является отходом при производстве полипропилена.

АТМОСФЕРНАЯ КОРРОЗИЯ – *электрохимическая коррозия* металла в атмосфере воздуха. Коррозия, протекающая в условиях любого влажного газа, относится к А.к. Этот вид коррозии наиболее распространен, так как основная часть металлоизделий и оборудования хранится, транспортируется и эксплуатируется в атмосферных условиях.

Отличительной особенностью А.к. является то, что она протекает не в объеме электролита, а в тонких слоях. Тонкая пленка электролита обусловливает интенсивное по сравнению с объемом электролита поступление кислорода к металлической поверхности, что приводит к увеличению скорости протекания *коррозионного процесса* и значительному разрушению металла.

Наиболее важными факторами, определяющими скорость А.к., являются влажность и состав атмосферы, длительность воздействия пленки электролита, ее состав, т-ра воздуха. Влажность воздуха определяет толщину адсорбционной пленки влаги, образующейся на поверхности металла. Повышение влажности приводит к увеличению *скорости коррозии*.

В зависимости от влажности атмосферы различают три типа А.к.:

- во влажной атмосфере – относительная влажность воздуха более 40%;
- в мокрой атмосфере – относительная влажность воздуха – 100%;
- в сухой атмосфере – относительная влажность воздуха – менее 40%.

Агрессивные свойства атмосферы также определяются теми загрязнениями, к-рые в нее попадают. Наиболее агрессивные загрязнения – диоксид серы, хлориды, аммиак, сероводород, диоксид углерода.

Продолжительность и интенсивность развития коррозионного процесса зависит от длительности пребывания пленки электролита на поверхности металла. Чем дольше не высыхает пленка или чем чаще она возобновляется, тем дольше протекает процесс коррозии, а, следовательно, тем большему *коррозионному разрушению* подвергается металл.

Зависимость скорости А.к. от т-ры весьма сложная. С ростом т-ры увеличивается кинетика электрохимических реакций, что приводит к росту скорости коррозии. В то же время с ростом т-ры уменьшается длительность контакта электролита с металлом. Наличие двух указанных факторов, действующих в прямо противоположных направлениях, может привести к тому, что коррозия в районах с относительно низкими т-рами может быть больше, чем в районах с высокими т-рами. Однако высокие т-ры в сочетании с длительным пребыванием металла в контакте с электролитом, что наблюдается во влажном тропическом климате, способствуют усилению коррозии.

АТМОСФЕРНАЯ ПЕРЕГОНКА – перегонка исходного сырья при давлении близком к атмосферному с разделением дистилляционных фракций по нескольким интервалам кипения для дальнейшей переработки. Остаток А.п. – обычно это порция, кипящая от 350 до 380°С, к-рую можно использовать напрямую как компонент топлива или подвергнуть дальнейшей обработке (ИСО 1998).

АТТЕСТАЦИЯ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ – процедура определения и подтверждения технических характеристик испытательного оборудования, их соответствия требованиям нормативного документа на метод испытаний и установление пригодности испытательного оборудования к

эксплуатации (ГОСТ 51672, ГОСТ Р 8.568). Цель аттестации – оценка работоспособности экземпляра испытательного оборудования и установление возможности воспроизведения с его помощью условий испытаний в пределах допускаемых отклонений для оценки возможности использования его для контроля качества анализируемой продукции. Аттестация единичных экземпляров испытательного оборудования проводится в соответствии с требованиями ГОСТ Р 8.568. Виды аттестации испытательного оборудования: первичная (при вводе испытательного оборудования в эксплуатацию), периодическая и внеочередная. А.и.о. проводится по месту его эксплуатации по специально составленной программе, которая включает в себя число исполнителей, число проб, а также порядок испытаний и форму представления их результатов А.и.о. проводится специализированными службами и организациями, имеющими аккредитацию на право проведения таких работ. Она проводится в соответствии со специально составленной для конкретного экземпляра испытательного оборудования программой, в которой указывается цель аттестации, методика (порядок) проведения испытаний, число испытуемых проб, число исполнителей, форма представления результатов испытаний (форма протокола испытаний). При А.и.о. используют стандартные образцы состава и свойств нефти и нефтепродуктов, рабочие пробы – образцы товарной продукции. При положительных результатах выдается протокол аттестации, аттестат и методика проведения аттестации (для проведения периодической аттестации экземпляра испытательного оборудования).

АТТЕСТАЦИЯ МЕТОДА ИСПЫТАНИЙ – установление и подтверждение соответствия метода испытания предъявляемым к нему метрологическим требованиям (ГОСТ Р 8.563 с изм. № 2, ГОСТ Р 8.580 с изм. № 1, ГОСТ Р ИСО 5725). Обязательной аттестации подлежат методы испытаний, используемые в сферах государственного метрологического контроля и надзора. Аттестация методов испытаний – элемент метрологического обеспечения испытаний продукции (ГОСТ Р 51672). Для методов испытаний нефти и нефтепродуктов в виду отсутствия эталонной базы для установления правильности методов испытаний проводится процедура установления показателей точности (прецизионности) в соответствии с алгоритмами, регламентированными в ГОСТ Р 8.580 и ГОСТ Р ИСО 5725. Цель аттестации – установление показателей точности (прецизионности) метода испытаний, полученных в конкретных условиях, т.е. в условиях повторяемости и условиях воспроизводимости метода испытаний.

Аттестация проводится по специально организованному межлабораторному эксперименту с участием необходимого для получения требуемого уровня вероятности числа участников и испытуемых проб. При аттестации испытанию подвергают пробы, обеспечивающие проверку всего диапазона измерения устанавливаемого показателя качества продукции. А.м.и. проводится с использованием стандартных образцов, рабочих проб и проб с добавками.

А.м.и., применяемых для оценки соответствия продукции проводят путём экспериментальной проверки межлабораторных исследований с дальнейшей статистической обработкой данных по установлению характеристик точности (прецизионности) – повторяемости (сходимости) и воспроизводимости метода в соответствии с ГОСТ Р 8.580.

При А.м.и. для контроля технологического процесса устанавливают характеристики точности (прецизионности) – повторяемость (сходимость) результатов испытаний и внутрилабораторную прецизионность.

По результатам аттестации составляется акт, в котором приводятся условия проведения и результаты межлабораторных испытаний, и заключение о возможности использования установленных показателей прецизионности метода испытаний (предел повторяемости r и предел воспроизводимости R). При положительных результатах аттестации оформляется свидетельство об аттестации.

АЦЕТОН (ДИМЕТИЛКЕТОН) CH_3COCH_3 – простейший кетон. Бесцветная легковоспламеняющаяся жидкость. С воздухом образует взрывоопасные смеси: пределы взрываемости 2,2-13,0% об. Смешивается в любых соотношениях с водой, спиртом и эфиром. Растворим в хлороформе. Токсичен. Хорошо растворяет жиры, смолы, лаки и др.

А. получают в присутствии катализаторов из пропилена, ацетилена, уксусной кислоты, этилового спирта, а также брожением крахмала.

АЭРОСИЛ – термостабильный с хорошо развитой удельной поверхностью (200–400 м²/г) высокодисперсный продукт, обычно олеофилизированный, способный к структурированию в масле за счет коллоидных размеров своих частиц. Придает смазке способность к быстрому тиксотропному восстановлению. Получают пирогенным методом (высокотемпературный гидролиз четыреххлористого кремния) с дальнейшей гидрофобизацией (спиртами, аминами и др.) Используют в качестве загустителя при получении силикагелевых смазок.

БАЗОВЫЕ КОМПОНЕНТЫ БЕНЗИНА – составляют преобладающую по объему основу бензина. Их вырабатывают в процессах прямой перегонки нефти, риформинга, каталитического крекинга, гидрокрекинга, а также в процессах термической переработки.

Бензин прямой перегонки характеризуется низкой детонационной стойкостью, высокой химической стабильностью. Бензиновые фракции нефтей парафинового основания характеризуются низкими октановыми числами (40-50 по моторному методу), поэтому не могут использоваться в качестве базовых компонентов. В товарные бензины вовлекаются только низкокипящие прямогонные фракции этих нефтей, выкипающие в пределах 30-62 и 30-85°С и имеющие октановое число 60-75.

Прямогонные бензины из нефтей нафтенового основания могут служить базовыми компонентами автомобильных бензинов типа А-76. Групповой углеводородный состав прямогонных базовых компонентов, %масс.: нафтеновые – 55-60; парафиновые – 36-41; ароматические – до 4. Содержание его в автомобильном бензине лимитируется нормами по детонационной стойкости.

Риформат (продукт каталитического риформинга) характеризуется высокой детонационной стойкостью (ОЧм=80÷85), стабильностью, низким содержанием серы. К факторам, ограничивающим содержание риформата в автомобильном бензине, относятся неравномерное распределение детонационной стойкости по фракциям (особенно фр. до 100°С), а также нормы содержания бензола и ароматических углеводородов в товарном бензине. Однако переход на конструкции двигателей с распределенным впрыском и сочетание процесса риформинга с процессами удаления бензола и изомеризации снижают значимость указанных ограничений.

Групповой углеводородный состав, % масс.: ароматических – 50-65; парафиновых – 35-40; нафтеновых – до 5.

Бензин каталитического крекинга – компонент с хорошими значениями октановых чисел по исследовательскому методу. К факторам, ограничивающим его содержание в автомобильном бензине, относятся повышенное содержание олефиновых углеводородов, соединений серы, пониженная химическая стабильность, склонность к образованию отложений, повышенная чувствительность к методу оценки октановых чисел. Для производителей диапазон этих ограничений может быть значительно снижен сочетанием процесса каталитического крекинга с процессом алкилирования и использованием кислородсодержащих высокооктановых компонентов (см. подробнее *Бензин каталического крекинга)*.

Бензины термических процессов (термокрекинга, коксования) – компоненты с невысокой детонационной стойкостью, низкой химической стабильностью, высоким содержанием серы, повышенной склонностью к образованию отложений. Могут использоваться в ограниченных количествах при получении низкооктановых автомобильных бензинов.

Бензин гидрокрекинга – компоненты с невысокой детонационной стойкостью. Могут использоваться в ограниченных количествах при получении низкооктановых автомобильных бензинов.

БАЗОВЫЕ МАСЛА – основы товарных масел, представляющих собой либо Б.м. в чистом виде (напр. индустриальные масла общего назначения), либо смеси Б.м. с присадками (составляют основной объем ассортимента товарных масел). По своей природе Б.м. делятся на *нефтяные (минеральные) базовые масла* и *синтетические базовые масла*. Основной объем мирового производства товарных масел вырабатывается с использованием нефтяных Б.м., технология получения к-рых состоит из трех основных этапов: 1) получение масляных фракций; 2) выработка из масляных фракций базовых масел-компонентов; 3) смешение (компаундирование) масел-компонентов и, при необходимости, введение в базовые масла соответствующих присадок.

Масляные фракции получают разгонкой мазута на установках вакуумной перегонки (вакуумные трубчатки, ВТ). При этом получаются несколько вакуумных погонов различной вязкости и остаток вакуумной перегонки – гудрон.

Базовые масла-компоненты вырабатываются путем переработки нефтяных вакуумных дистиллятов (дистиллятные масла) или остатков вакуумной перегонки нефти (остаточные масла).

БАЗОВЫЕ МАСЛА. ПРОИЗВОДСТВО. Технология производства базовых масел включает в себя ряд процессов, предназначенных для разделения масляных фракций нефти на желательные (для вовлечения в целевой продукт) и нежелательные углеводороды и соединения. Нежелательными являются асфальтосмолистые соединения, полициклические ароматические и твердые (кристаллизующиеся) парафиновые углеводороды.

К процессам производства базовых масел относятся:

• очистка сырья: экстракционная (селективными растворителями), гидрогенизационная (гидрокрекинг, гидроизомеризация), адсорбционная, сернокислотная (кислотно-щелочная, кислотно-контактная);

• депарафинизация очищенного сырья: *сольвентная* (с использованием растворителя), *гидрокаталитическая депарафинизация*;

• доочистка депарафинированных масел: контактная (отбеливающей землей), гидрогенизационная.

В настоящее время основной объем нефтяных базовых масел производится с использованием экстракционных процессов (**рис. Б-1**).

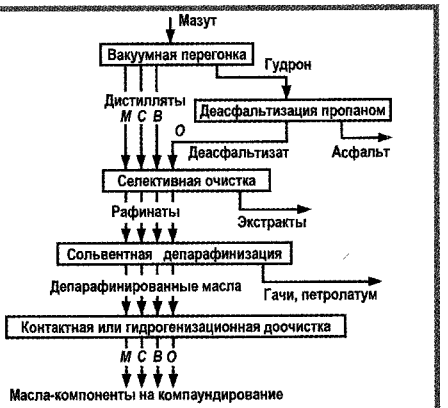


Рис. Б-1. Современная технологическая схема производства базовых масел:
продукты: ***М*** – маловязкий; ***С*** – средней вязкости; ***В*** – вязкий; ***О*** – остаточный

БАРРЕЛЬ – единица измерения объёма, используемая для нефти и нефтепродуктов и соответствующая 42 галлонам США, 35 галлонам Великобритании, 159 литрам.

БАРРЕЛЬ В КАЛЕНДАРНЫЙ ДЕНЬ – количество нефти, выраженное в баррелях, получаемое за период времени, делённое на число дней за этот период.

БАРРЕЛЬ В ТЕКУЩИЙ ДЕНЬ – количество нефти, выраженное в баррелях, получаемое в день, когда завод работает всё время.

БЕЗВОДНАЯ ВРЕМЕННАЯ СВЯЗКА ДЛЯ МАГНЕЗИАЛЬНЫХ ОГНЕУПОРОВ представляет собой смесь различных парафинов (твёрдых и жидких) и нефтяных церезинов. Применяется при производстве магнезиальных огнеупоров, имеющих повышенное содержание оксида кальция, позволяет сохранить форму сырого изделия и служит для снижения растрескивания готового изделия, изолируя его от контакта с влагой, содержащейся в воздухе. Кроме того, использование Б.в.с.м.о. позволяет заметно снизить давление при формовке изделий, а также повысить прочность готового изделия и качество его поверхности. Б.в.с.м.о. вводят в шихту в твёрдом дисперсном или жидком расплавленном состоянии при тщательном перемешивании компонентов.

БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОДУКЦИИ – обязательные требования к продукции или процессам её производства, при выполнении к-рых отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, существованию животных или растений. В соответствии с законом «О техническом регулировании» требования безопасности устанавливаются в технических регламентах, в которых устанавливаются также правила подтверждения безопасности продукции или процесса требованиям регламента путём декларирования или сертификации.

БЕЛЫЕ МАСЛА – глубоко дезароматизированные минеральные масла без цвета и запаха, нефлуоресцирующие, химически инертные и стабильные по отношению к свету. Свое название получили из-за практически полного отсутствия цвета. Б.м. получают из высококачественного подготовленного сырья нафтенового или парафинового основания путем глубокого сульфирования либо глубокого гидрирования. Нежелательные компоненты (ароматические, нафтено-ароматические и олефиновые углеводороды, а также гетеросоединения и смолы) при сульфировании удаляются из сырья, а при гидрировании подвергаются глубокой конверсии.

Наиболее глубокоочищенные Б.м. представляют собой практически чистые нафтено-парафиновые углеводороды с заданными физико-химическими свойствами.

В зависимости от глубины очистки Б.м. разделяют на технические и медицинские.

Технические Б.м. применяют:

• в текстильной промышленности (в производстве химических волокон);

• в резинотехнических изделиях пищевого и медицинского назначения;

• в сельском хозяйстве (в качестве основы инсектицидных препаратов, в составе ветеринарного вазелина);

• в электротехнической промышленности;

• в производстве полиэтилена и в других областях.

Наиболее распространенными и широко известными Б.м. являются *вазелиновое медицинское масло* и *парфюмерное масло*, по качеству относящиеся к медицинскому. Существует большой ассортимент и других глубокоочищенных Б.м., отличающихся уровнем вязкости в соответствии с требованиями потребителей (например, вакциновое).

БЕНЗ-α-ПИРЕН (3,4-бензпирен) – углеводород с пятью конденсированными ароматическими кольцами. Сильный канцероген (см. также *Содержание бенз-α-пирена в твердых углеводородах*).

БЕНЗИН – 1. Сложная смесь легких углеводородов, выкипающих в пределах 30-205°С. Основное количество вырабатываемых Б. – продукты переработки нефти (нефтяные) и газового конденсата (газоконденсатные). Б. можно синтезировать из окиси углерода и водорода (синтетические). Получение Б. из альтернативного сырья: каменного угля, сланцев, битуминозных песков, природного газа пока ограничено. В крупных промышленных масштабах (несколько миллионов тонн в год) Б. из каменного угля вырабатываются только в ЮАР, где нет месторождений нефти. Применяют Б. как топливо и как растворители. Нефтяные бензиновые фракции – компоненты товарных бензинов – называют по способу их получения: бензины прямой перегонки, бензины риформинга, бензины каталитического крекинга и др.

2. Жидкое нефтяное топливо для поршневых *двигателей с искровым зажиганием* (ГОСТ 26098). Используют в двигателях различного назначения – автомобильных, авиационных, стационарных и др. В зависимости от этого Б. классифицируют как *бензины автомобильные* и *бензины авиационные*. Помимо *базовых компонентов бензина* и *высокооктановых компонентов бензина* – продуктов переработки нефти, в состав товарных Б. вовлекают синтетические кислородсодержащие компоненты (оксигенаты) и функциональные присадки.

Свойства автомобильных и авиационных бензинов. Предлагаемая ГОСТ 4.25 классификация свойств, дополненная нек-рыми показателями и изменениями современных европейских нормативов (EN-228) и *Всемирной топливной Хартии* (ВТХ), приведена в **табл. Н-3** (см. *Нефтяное жидкое топливо*). Значительная часть изменений и ограничений введена на содержание токсичных веществ и *групповой углеводородный состав* бензинов.

БЕНЗИН АВИАЦИОННЫЙ – см. *Авиационный бензин*.

БЕНЗИН АВТОМОБИЛЬНЫЙ – см. *Автомобильный бензин*.

БЕНЗИН ГАЗОВЫЙ – см. *Газовый бензин*.

БЕНЗИН КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА – один из основных составляющих компонентов товарного автомобильного бензина. Получают переработкой тяжёлого дистиллятного сырья (вакуумного газойля 350–560°С) с предварительной его гидроочисткой (предочистка) или без неё, но с последующим обессериванием Б.к.к. (пост-очистка). В случае предварительной гидроочистки сырья каталитического крекинга содержание серы в бензине (с т-рой КК=220°С) составляет 6-7%, а без нее – 10-12 % от доли в сырье. Чтобы содержание серы в товарном бензине было ниже 30 мг/кг, содержание серы в сырье не должно превышать 0,1% масс. Бензины, полученные в результате пред- и пост-очистки характеризуются низкой массовой долей серы; содержание ароматических углеводородов составляет 20-30% и более и олефинов 16-40%, что обусловливает их относительно высокие антидетонационные характеристики (ОЧм=80÷83, ОЧи=90÷93). Они обладают относительно высокой химической стабильностью (индукционный период 800-900 мин.). По сравнению с бензинами риформинга для Б.к.к. характерно более равномерное распределение детонационной стойкости по фракциям. Поэтому в качестве базы для производства автомобильных бензинов используется смесь компонентов каталитического риформинга и каталитического крекинга. Физико-химические свойства Б.к.к. определяются параметрами процесса каталитического крекинга и используемым катализатором.

Групповой состав Б.к.к. Содержание *н-* и изоалкановых углеводородов носит неравномерный характер. Прямоцепочные алкановые углеводороды содержатся в Б.к.к. в незначительных количествах (суммарно не более 5% масс.). Изоалкановых углеводородов содержится значительно больше (до 33% масс.), причём среди них преобладают углеводороды изо-C_5 и изо-C_6. Содержание более крупных изоалканов (C_{9+}), молекулы к-рых менее стабильны и обычно крекируются в процессе до легкокипящих углеводородов, не превышает 1% масс. ОЧ алкановых углеводородов уменьшаются с повышением т-ры кипения и молекулярной массы углеводородов. Поэтому присутствие алкановых углеводородов C_9 и выше, имеющих низкие ОЧ, в составе Б.к.к. нежелательно.

Олефиновые углеводороды в Б.к.к. представлены в основном изоолефинами (около 50%) *н-*олефинами (около 42% масс.) и циклоолефинами (остальное). Показательно распределение олефинов по числу атомов углерода в цепи. По нему можно судить о пределах их кипения. Так, Б.к.к. в основном содержит олефины C_4-C_7, из к-рых приблизительно 50% составляют олефины C_5. Средняя т-ра кипения олефинов C_5 и C_7 соответственно 40 и 100°С. Преобладание во фракциях бензина этих углеводородов, выкипающих до 100-120°С, а также степень разветвлённости молекул парафинов и олефинов оказывают определяющее влияние на ОЧ этих фракций. Более тяжёлые низкооктановые олефины присутствуют в Б.к.к. в незначительных количествах. Олефиновые углеводороды в большинстве случаев не влияют на окислительную стабильность Б.к.к., но они обладают относительно высокими

октановыми характеристиками. Ненасыщенные циклические углеводороды являются промежуточными при образовании ароматических углеводородов и более реакционноспособны по сравнению с насыщенными циклическими структурами.

В Б.к.к. может содержаться до 2% диеновых углеводородов, к-рые являются наиболее нестабильными к окислению. Они представлены в основном молекулами C_4-C_7. Максимальную долю из них составляет циклогептадиен – около 42% , содержание изопрена около 20%, пентадиенов около 32% и гексадиена около 6%.

Среди нафтеновых углеводородов (суммарно до 14% масс.) преобладают нафтены C_7, C_8 и C_9. Циклические углеводороды образуются в результате крекинга до легкокипящих углеводородов более крупных молекул (C_{10+}) нафтеновых или нафтено-парафиновых углеводородов сырья, а также в результате протекания вторичных реакций. Поэтому содержание нафтеновых углеводородов C_{10+} в Б.к.к. незначительно (менее 1% масс.). Циклические углеводороды C_{8+} обладают более высокими октановыми характеристиками по сравнению с соответствующими парафиновыми и олефиновыми углеводородами, однако уступают ароматическим углеводородам. Повышенное содержание цикланов C_5 в легкокипящих фракциях (где они преобладают среди нафтеновых углеводородов) может быть объяснено изомеризацией цикланов C_6 в процессе крекинга.

Среди ароматических углеводородов, к-рые наряду с олефиновыми и изоалкановыми углеводородами составляют основу Б.к.к., преобладают ксилолы C_8 и более высококипящие ароматические углеводороды C_9 и C_{10}. Все ароматические углеводороды обладают высокими ОЧ, однако наибольшие ОЧ у ароматических углеводородов C_8 и C_9. Они содержатся преимущественно во фракциях, выкипающих при 120-170°С, поэтому их содержание в среднекипящих фракциях Б.к.к. определяет ОЧ этих фракций. Суммарное содержание ароматических углеводородов наибольшее во фракции 160-170°С (до 71% масс. при содержании в широкой бензиновой фракции около 24% масс.).

Если на установках каталитического крекинга перерабатывается негидроочищенное сырьё, то содержание серы в бензиновых фракциях достигает 0,2-0,3% масс. и более, что затрудняет их использование для приготовления товарных бензинов. Сера в бензине, в основном, представлена тиофенами, алкилтиофенами, бензотиофенамии и т.п. Во фракциях, выкипающих до 65°С, присутствует обычно меркаптановая сера, к-рая легко извлекается щелочной очисткой. Тиофен и метилтиофен составляют 5-25% масс. соединений серы в Б.к.к. Эти соединения выкипают при т-рах, характерных для средней фракции бензина 65-120°С, в к-рой содержание олефинов достаточно высоко (обычно 30-45%). Основная масса сернистых соединений, как правило, концентрируется в тяжёлой фракции Б.к.к., выкипающей выше 120°С.

Анализ структурно-группового состава Б.к.к. свидетельствует о том, что основная масса олефиновых углеводородов находится во фракциях, выкипающих ниже 120°С; в тяжёлых фракциях, выкипающих выше 120°С, преобладают ароматические углеводороды (главным образом ксилолы и др. более высококипящие ароматические углеводороды); алкановые углеводороды представлены, в основном, изомерными структурами; объёмное соотношение лёгкой (НК – 120°С) и тяжёлой (120°С – КК) близко 1:1; содержание серы во фракциях, выкипающих до т-ры 120°С, незначительно, с утяжелением фракционного состава оно резко возрастает (в 3-5 раз).

Для снижения содержание серы в Б.к.к. в последние годы разработана целая серия процессов его обессеривания (см. *Обессеривание бензина каталитического крекинга*).

БЕНЗИН МОДИФИЦИРОВАННЫЙ – см. *Модифицированный бензин*.

БЕНЗИН, НЕ СОДЕРЖАЩИЙ АКТИВНОЙ СЕРЫ – бензин, к-рый содержит пренебрежимо малые количества сероводорода и меркаптанов и таким образом дает отрицательную реакцию на *докторскую пробу* (ИСО 1998).

БЕНЗИН РЕФОРМУЛИРОВАННЫЙ – см. *Модифицированный бензин*.

БЕНЗИН ЭТИЛИРОВАННЫЙ – см. *Этилированный бензин*.

БЕНЗИНО-МЕТАНОЛЬНАЯ СМЕСЬ (БМС) – *оксигенатное топливо*, содержащее в качестве кислородной добавки метанол. За рубежом топливо, содержащее метанол, маркируют буквой «М» и цифрой, указывающей процентное содержание в топливе метанола, напр. М-3, М-15. Метанол при обычных т-рах хорошо смешивается с бензином, но малейшее попадание в БМС воды вызывает ее расслаивание. Смесь активно воздействует на некоторые конструкционные материалы, имеет худшие пусковые свойства, повышает склонность к образованию паровых пробок. Европейские нормативы и отечественный ГОСТ Р 51866 допускают применение в составе автомобильного бензина не более 3% об. метанола с обязательной стабилизацией высшими спиртами, вводимыми в сравнимом количестве или вдвое меньшем, чем содержание метанола.

БЕНЗИНО-ЭТАНОЛЬНАЯ СМЕСЬ – *оксигенатное топливо*, содержащее в качестве кислородной добавки этанол. За рубежом топливо, содержащее этанол, маркируют буквой «Е» и цифрой, указывающей процентное содержание в топливе этанола, напр. Е-5, Е-10. Б.э.с. используют в бóльших масштабах, чем *бензино-метанольную смесь*, что обусловлено лучшими эксплуатационными свойствами: растворимостью, совместимостью с конструкционными материалами, более высокой теплотой сгорания, меньшей токсичностью. Европейские нормативы и отечественный ГОСТ Р 51866 допускают применение в составе автомобильного бензина до 5% об. этанола без обязательной стабилизации высшими спиртами. В США широко применяется Б.э.с., содержащая до 10% этанола (Е-10) – **Газохол.** В России допущены к производству и применению Б.э.с. по ТУ 38.401-58-244–99 «Бензины автомобильные неэтилированные, содержащие этанол». Разработан национальный стандарт ГОСТ Р 52201 «Топливо моторное этанольное для автомобильных двигателей с принудительным зажиганием. Бензанол. Общие технические требования», в к-ром в отличие от общетехнических требований к качеству автомобильных бензинов введены дополнительные требования по антикоррозионным свойствам и фазовой стабильности. В маркировке таких топлив указывают буквенное обозначение «БИ» и цифра, соответствующая октановому числу по исследовательскому методу, напр. БИ-92, БИ-95.

БЕНЗОЛ (C_6H_6) – простейшее соединение из класса ароматических углеводородов. Прозрачная, бесцветная, легко подвижная жидкость с характерным запахом; горящая сильно коптящим пламенем. Б. – лучший растворитель всех соединений, содержащихся в нефти и ее фракциях; смешивается во всех отношениях с бензином, керосином, минеральными маслами, скипидаром, спиртом, эфиром и хлороформом. Является также растворителем жиров, смол, каучука, серы, фосфора, йода и других веществ. Слабо растворим в воде и не растворим в глицерине. Ядовит.

Бензол (ГОСТ 9572) служит исходным продуктом для получения полиамидных волокон типа капрон и нейлон, синтетического каучука и пластических масс на основе фенола, применяется как сырье для изготовления красителей, различных фармацевтических и фотографических препаратов и в качестве растворителя и экстрагирующей жидкости; используется как сырье при производстве алкилпродуктов и как компонент моторного топлива для повышения октанового числа.

Способ получения. Известны два промышленных способа получения бензола.

1. Получение бензола при пиролизе керосина или соляровых фракций нефти. Нефтяные продукты при нагревании до 700-800°С в специальных ретортах и газогенераторах разлагаются с образованием примерно 50% газов, 45-48% смол и 1-2% кокса и сажи. В смоле в большом количестве содержатся вновь образовавшиеся ароматические углеводороды – бензол, толуол, нафталин, к-рые выделяются при перегонке смолы.

2. Получение бензола как побочного продукта при коксовании каменного угля. Уголь, нагретый без доступа воздуха в коксовых печах до 900-1200°С, разлагается с образованием кокса и коксового газа. Из коксового газа извлекают смолу, богатую ароматическими углеводородами, а из смолы перегонкой извлекают бензол и др. продукты.

БЕНЗОТРИАЗОЛ (азимидобензол) – гетероциклическое соединение. Используется в качестве ингибитора атмосферной коррозии меди и ее сплавов.

БЕНТОНИТОВАЯ ПЛАСТИЧНАЯ СМАЗКА – смазка, загустителем которой являются высокодисперсные частицы органозамещенного (с целью повышения олеофильности) глинистого минерала, приготовленного из бентонита, монтмориллонита, палыгорскита, вермикулита, гекторита.

БИОДИЗЕЛЬНОЕ ТОПЛИВО – биологическое топливо из масленичных культур и отходов производства жиров. В качестве компонента Б.д.т. наиболее часто используют продукты гидролиза и этерификации с метанолом рапсового масла, вырабатываемого из семян рапса. Эту смесь на основе метиловых эфиров жирных кислот используют или как таковую или в виде различных композиций с традиционным топливом. Некоторые показатели качества приведены в **табл. Б-1**. По ГОСТ Р 52368 и европейской нормали EN-590 содержание метиловых эфиров жирных кислот – не более 5%.

Б-1. Сравнительные характеристики дизельных, биодизельных и смесовых топлив

Показатели	Дизельное топливо	Биодизельное топливо	Топливная смесь, содержащая биодизельное топливо, %			
			5	20	30	50
Цетановый индекс	51	51	51	51	51	51
Теплота сгорания, низшая, МДж/дм³	35,5	32,9	35,3	35,0	34,7	34,2
Вязкость при 40°С, мм²/с	2,2–2,9	4,5	2,4	2,6	2,7	3,1
Т-ра вспышки, °С	73	188	75	76	78	83
Плотность при 15°С, кг/м³	828	884	833	840	848	858

БИОКОРРОЗИЯ – коррозия металла под влиянием жизнедеятельности микроорганизмов (грибков и бактерий). Наиболее подвержены Б. металлоизделия, машины и механизмы, находящиеся на хранении и/или в эксплуатации в условиях влажного тропического климата, где средняя относительная влажность воздуха достигает 95%, а среднегодовая т-ра 25-27°С (ГОСТ 5272).

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СОТС – метод очистки отработанной смазочно-охлаждающей жидкости, основанный на способности микроорганизмов использовать в качестве субстрата органические и неорганические соединения, содержащиеся в СОЖ.

БИОЛОГИЧЕСКОЕ ТОПЛИВО (биотопливо) – топливо из возобновляемых, в основном растительных, источников сырья: этанол, *биодизельное топливо, P-series топливо*.

БИОПОВРЕЖДЕНИЕ СОТС – необратимое изменение свойств СОТС под действием микроорганизмов, что приводит к преждевременному разложению СОТС, коррозии обрабатываемых деталей, сокращению срока службы оснастки и станков, ухудшению санитарно-гигиенических условий в производственных помещениях (появлению неприятного запаха продуктов разложения, увеличению токсичности СОТС).

Водосмешиваемые СОТС в большей мере подвергаются воздействию микроорганизмов (источниками инфицирования – микроорганизмы, встречающиеся в воде, пыли, воздухе и других средах и главным образом в остатках отработанной СОЖ, сохранившейся на стенках емкостей и трубопроводов.

Эмульсионные СОТС подвергаются особенно интенсивному биопоражению. Для жизнедеятельности микроорганизмов в них создаются исключительно благоприятные условия: оптимальная т-ра и питательная среда (источник углерода – минеральные масла, источник азота – амины и нитриты, источник серы – сульфонаты, диалкилдитиофосфаты и т.д.). Присутствие в эмульсионных СОТС микроорганизмов в количестве, превышающем предельно-допустимые нормы (10^5 клеток/мл) в значительной степени ухудшает эксплуатационные и санитарно-гигиенические свойства продуктов. Срок службы эмульсионных СОТС без применения средств защиты не более 1–3 недель.

Синтетические СОТС более стойкие к воздействию микроорганизмов по сравнению с эмульсионными СОТС. Они восприимчивы к биоповреждению специфической микрофлорой (бактериальная, дрожжевая и грибная) в эксплуатационных условиях спустя некоторое время (от нескольких месяцев до года).

Полусинтетические СОТС занимают промежуточное положение между эмульсионными и синтетическими продуктами. В их среде обитает бактериальная и грибная микрофлора, характерная для эмульсионной и синтетической СОТС. Биоповреждение полусинтетической СОТС проявляется при превышении содержания микроорганизмов в рабочей микроэмульсии, клеток/мл: бактерий 10^5-10^6, дрожжей 10^4, плесневых грибов 10^2-10^3.

Степень биоповреждения СОТС зависит от их компонентного состава (наличия биоцидной присадки, биостатического компонента и др.). Оценивают биостойкость СОТС по ГОСТ 9.085. Сущность метода заключается в выдерживании СОТС, зараженных культурами бактерий в условиях, оптимальных для их развития, с последующей оценкой биостойкости в баллах.

Современные СОТС в большей или меньшей мере обладают биологической защитой. Однако принятые меры по биологической защите при производстве концентратов СОТС не всегда достаточны для условий эксплуатации. Кроме того, бактерии и грибы, воздействующие на СОТС, характеризуются чрезвычайно высокой способностью к адаптации к среде обитания, т.е. к конкретному виду СОТС.

БИОРАЗЛАГАЕМОСТЬ – способность продукта к биологическому разложению.

БИОРАЗЛАГАЕМОСТЬ МОТОРНЫХ МАСЕЛ характеризует способность моторных масел разлагаться на органические и неорганические вещества, наименее опасные для окружающей среды, под действием жизнедеятельности микроорганизмов, света, кислорода воздуха, водной среды. Б.м.м. убывает в ряду: растительные масла – синтетические эфиры – минеральные масла – полиальфаолефины. Б.м.м. имеет большое значение в тех случаях, когда моторное масло неизбежно попадает в водоемы или на почву по условиям эксплуатации техники, например, масла для двухтактных бензиновых двигателей, устанавливаемых на моторные лодки, малые катера, скутеры. Б.м.м. для двухтактных бензиновых двигателей оценивают стандартным лабораторным методом CEC L-33-A-93. Испытание на биоразлагаемость длится 21 день при комнатной т-ре. В колбу с водой вводят испытуемое масло и микроорганизмы. Для контроля условий опыта параллельно испытывают эталонное масло с известной биоразлагаемостью. Количественной ИК-спектроскопией определяют уменьшение содержания масла в воде.

БИОСТАТИКИ имеют то же назначение, что и *биоциды*, но не уничтожают микроорганизмы, а только замедляют их рост и предотвращают образование их новых колоний в топливе. Российский

климат не благоприятствует развитию микроорганизмов в топливах. Поэтому Б. в России применения не нашли. В некоторых зарубежных странах они используются достаточно широко.

БИОСТОЙКОСТЬ МАСЛЯНЫХ СОТС – микроорганизмы (бактерии и грибы), попадая в масляную СОТС, могут длительное время в них существовать, не размножаясь. В процессе эксплуатации СОТС под воздействием влаги и т-ры они начинают интенсивно развиваться. Бактерии и грибы, питаясь компонентами СОТС, изменяют их состав и свойства. Кроме того, накопление продуктов их жизнедеятельности в жидкости приводит к повышению ее кислотности и токсичности. СОТС приобретает неприятный запах, становится коррозионно активным по отношению к металлам.

Существуют различные – количественные и качественные – методы испытаний масляных СОТС и их компонентов на биостойкость (методы не стандартизованы). Методы количественной оценки трудоемки и требуют применения специального оборудования. Из качественных методов наиболее широкое распространение получил метод культивирования в пробирках или на пластинках микроорганизмов в СОТС с добавлением специальной питательной среды. Поражаемость СОТС микроорганизмами контролируют в течение 60 сут. визуально по изменению степени мутности, наличию или отсутствию пленки на границе СОТС–питательная среда и изменению консистенции СОТС. Поражаемость СОТС оценивают по пятибалльной системе: 0 – нет изменения (рост микроорганизмов отсутствует); 1 – легкое помутнение питательной среды (очень слабый рост микроорганизмов, в основном бактерий); 2 – помутнение питательной среды, бактериальный осадок на дне пробирки, в микроскопе наблюдается слабое развитие мазелиальной массы грибов (слабое поражение микроорганизмами); 3 – появление мути в слоях СОТС, рост грибов виден невооруженным глазом (рост микроорганизмов); 4 – нарушение консистенции и изменение цвета СОТС (обильный рост микроорганизмов, преимущественно грибов).

Испытания, проведенные по указанной методике, показали, что большинство масляных СОТС поражается микроорганизмами (**табл. Б-2**). Исключение составляют СОТС МР-1у и ОСМ-3. В наибольшей степени поражаются микроорганизмами СОТС МР-10, МР-4, МР-6 и МР-7, поэтому при эксплуатации необходимо периодически их фильтровать, очищать и дезинфицировать оборудование, а также не допускать попадания в СОТС воды и загрязнений. При изменении консистенции, цвета или появлении неприятного запаха СОТС подлежит обеззараживанию.

Б-2. Поражаемость микроорганизмами некоторых масляных СОТС для обработки металлов резанием

СОЖ	Поражаемость, баллы	Биостойкость
МР-1у	0	Хорошая
МР-2у	3	Неудовлетворительная
МР-3	2	Удовлетворительная
МР-4	3	Неудовлетворительная
МР-5у	1	Удовлетворительная
МР-6	3	Неудовлетворительная
МР-7	3	Неудовлетворительная
МР-8	2	Удовлетворительная
МР-9	2	Удовлетворительная
МР-10	4	Неудовлетворительная
ОСМ-3	0	Хорошая
ОСМ-5	2	Удовлетворительная
ЛЗ-СОЖ-1СП	1	Удовлетворительная
ЛЗ-СОЖ-1ПИО	1	Удовлетворительная

БИОХИМИЧЕСКАЯ КОРРОЗИЯ РЕАКТИВНЫМ ТОПЛИВОМ – см. *Совместимость реактивного топлива с конструкционными материалами.*

БИОЦИДНЫЕ ПРИСАДКИ К СОТС – вещества добавляемые в СОТС для обеспечения их защиты от поражения микроорганизмами и продления срока службы СОТС (см. *Биоповреждение СОТС*). Сложность подбора Б.п. СОТС состоит в том, что при добавлении их в концентрат СОТС или рабочую эмульсию возможна их инактивация вследствие химического взаимодействия с компонентами СОТС. Кроме того, Б.п. СОТС не должны ухудшать физико-химические характеристики СОТС: снижать значение pH рабочей жидкости и *стабильность СОТС*, стимулировать коррозию, увеличивать токсичность, а также не должны загрязнять окружающую среду путем накопления и т.д.

Б.п. СОТС должны быть стабильны при эксплуатации в условиях воздействия высоких температур, света, контакта с обрабатываемым металлом, кислородом воздуха, маслами, должны иметь широкий спектр антимикробного действия, хорошо растворяться в воде, а в эмульсионных и полусинтетических СОТС – частично растворяться в маслах.

В качестве биоцидных присадок к водосмешиваемым СОТС наиболее широко распространены формальдегидвыделяющие продукты, производные фенола, карбаматы, производные тиазолина, а также их синергитические смеси.

Эффективность Б.п. СОТС зависит от многих факторов:

• концентрации присадки;

• продолжительности контакта присадки с клетками микроорганизмов;

• т-ры, при к-рой проходит контакт;

• количества и возраста микроорганизмов;

• возникновения у микроорганизмов адаптации к присадке;

• значения pH рабочей жидкости и др.

Концентрация присадки и ее антимикробное действие связаны сложной зависимостью. В некоторых случаях Б.п. СОТС в заниженных концентрациях вместо угнетения роста бактерий могут его стимулировать. Завышенные дозы Б.п. СОТС могут вызвать раздражение кожи и слизистых оболочек у обслуживающего персонала.

Продолжительность контакта между Б.п. СОТС с клетками микроорганизмов для обеззараживания СОТС никогда не бывает моментальной. Для полного обеззараживания оборудования циркуляционной системы СОТС необходимо затратить 2-3 ч. При этом гибнут вегетативные клетки и споры микроорганизмов.

Повышение т-ры СОТС на несколько градусов может повысить антимикробную активность биоцидов, повышая тем самым их эффективность в целом. Это позволяет более экономно тратить биоцидные присадки при эксплуатации СОТС.

Количество и возраст микроорганизмов зависят от соблюдения удовлетворительного санитарного состояния рабочих мест и личной гигиены рабочих, а также проведения периодических чисток, мытья и обеззараживания всего оборудования циркуляционной системы СОТС. При этом применяют специальные продукты – моющее-дезинфицирующие средства, в состав которых входят антимикробные вещества и другие присадки.

Возникновение у микроорганизмов адаптации к присадке, к-рое может происходить через определенный промежуток времени, является результатом глубоких изменений в метаболизме микробных клеток. Этот процесс ускоряется при использовании биоцидных присадок в заниженных концентрациях, поэтому следует использовать присадки только в рекомендованных концентрациях, периодически (через 2-3 года) меняя их или используя в ассоциативных композициях.

Значение pH рабочей жидкости играет важную роль, поскольку большинство СОТС имеют щелочную реакцию, при к-рой улучшается их стабильность и антикоррозионные свойства. Биоцидные присадки должны проявлять антимикробное действие также в щелочной среде.

На эффективность Б.п. СОТС влияют также аэрация жидкости, металл, к-рый подлежит обработке, условия обработки, наличие и количество в циркуляционной системе металлической стружки, утечки минерального масла и т.д.

Для определении активности присадок обычно используют косвенный биохимический метод [определяют дегидрогеназную активность микрофлоры при помощи индикатора 2,3,5-трифенил-тетразолия хлористого (ТТХ)]. При этом степень биоповреждения СОТС определяют с помощью теста на интенсивность окраски исследуемого образца. Таким образом, вычисляют время введения в систему биоцидной присадки и ее количество. Для экономии и получения высокого антимикробного эффекта новую порцию биоцидной присадки вводят в эмульсию не раньше, чем ее биоповреждение превысит 10^5 клеток/мл (предельно-допустимое количество микроорганизмов в эмульсии). Концентрация присадок в СОТС зависит от качества подготовки системы приготовления и подачи СОТС, а также от степени биоповреждения СОТС.

Присадки могут быть использованы и в качестве дезинфектанта (в виде 0,3–0,5%-х водных растворов) при подготовке систем эксплуатации СОТС.

БИОЦИДЫ уничтожают микроорганизмы, появляющиеся в топливах в благоприятных климатических условиях. Биоповреждение топлив происходит двумя путями. Во-первых, ферменты клеток микробов оказывают каталитическое действие на окисление углеводородов кислородом воздуха (аэробный механизм) или кислородом, высвобождающимся при восстановлении сульфатов сульфатредуцирующими бактериями (анаэробный механизм). Процессу способствует диспергирующее действие некоторых продуктов жизнедеятельности бактерий. Во-вторых, продукты жизнедеятельности микроорганизмов засоряют топлива, ухудшая их прокачиваемость и увеличивая коррозионную агрессивность. Б., представляющие собой клеточные яды (соединения никеля, меди и беззольные продукты, напр. имидазолины), уничтожают микроорганизмы, появившиеся в топливах. Рабочие концентрации Б. составляют тысячные и сотые доли процента.

БИТУМ ВЫСОКОПЛАВКИЙ - РУБРАКС – см. *Нефтяной битум*.

БИТУМ ДЛЯ ЗАЛИВОЧНЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ МАСТИК – см. *Нефтяной битум*.

БИТУМ ДОРОЖНЫЙ ВЯЗКИЙ – см. *Нефтяной битум*.

БИТУМ ДОРОЖНЫЙ ЖИДКИЙ – см. *Нефтяной битум*.

БИТУМ ДОРОЖНЫЙ НЕФТЯНОЙ (EN 12591) – см. *Нефтяной битум*.

БИТУМ ИЗОЛЯЦИОННЫЙ – см. *Нефтяной битум.*
БИТУМ КРОВЕЛЬНЫЙ – см. *Нефтяной битум.*
БИТУМ НЕФТЯНОЙ – см. *Нефтяной битум.*
БИТУМ СПЕЦИАЛЬНЫЙ – см. *Нефтяной битум.*
БИТУМ СТРОИТЕЛЬНЫЙ – см. *Нефтяной битум.*
БЛОК-СООЛИГОМЕРЫ – продукты последовательной соолигомеризации вначале одного мономера, а затем другого, напр. блоксоолигомер окиси этилена и окиси пропилена представляет собой единое вещество, с одного конца к-рого находится олигомер окиси этилена, а с другого конца олигомер окиси пропилена.
БРАЙТСТОК – остаточный, высоковязкий компонент масел, получаемый из деасфальтизата.
БРИНЕЛЛИРОВАНИЕ – образование вмятин, вызванное воздействием одной детали подшипника на другую в статических условиях.
БРОМНОЕ ЧИСЛО – показатель, косвенно оценивающий содержание в топливе непредельных углеводородов. Метод ГОСТ 8997 основан на взаимодействии непредельных углеводородов топлива с галогенами. По количеству раствора бромид-бромата, пошедшего на титрование, вычисляют бромное число топлива (г Br_2/100г), а затем содержание непредельных углеводородов. Методы, стандартизованные в других странах, аналогичны – ASTM D 1159, ASTM D 875.
БУТАДИЕН-1,3 (дивенил) – CH_2=CH–CH=CH_2, представляет собой газ, конденсирующийся при 4,5°С. Вследствие большого технического значения бутадиена-1,3 как одного из важнейших исходных мономеров для производства синтетических каучуков, было разработано много способов его получения: из этилового спирта (C_2H_5OH) – способ С.В.Лебедева, из ацетилена, а в настоящее время каталитическим дегидрированием природного бутана, а также бутиленов, содержащихся в газах термической переработки нефти.
БУТИЛФОСФОНАТ [C_4H_9P–$(OH)_2$] получают реакцией бутилена с фосфористой кислотой.
БЫСТРОИСПАРЯЮЩИЕСЯ СОТС. Основу Б. СОТС составляют быстроиспаряющиеся галогенпроизводные углеводородов. Испаряясь, они охлаждают режущий инструмент и обрабатываемое изделие и оставляют на поверхностях трения тонкие смазывающие слои присадок, входящих в их состав. Б. СОТС применяют при обработке резанием труднообрабатываемых сплавов и пакетов из пластин разнородных металлов на операциях сверления, развертывания, нарезания резьбы и протягивания.
БЫТОВЫЕ ЧАСТИЧНО СИНТЕТИЧЕСКИЕ И СИНТЕТИЧЕСКИЕ МАСЛА – масла, используемые в приборах с электродвигателями малой мощности для пропитки металлокерамических (спечённых) подшипников скольжения.

Наиболее часто пористые спечённые подшипники применяют в узлах трения, в к-рые невозможна регулярная подача смазочного материала. Широкое применение они нашли в электродвигателях малой мощности, устанавливаемых в приборах измерительной и бытовой техники, радиоаппаратуры. Это продиктовано повышенными требованиями к акустическим характеристикам электродвигателей (малошумности), долговечности, снижением затрат на ремонт и обслуживание оборудования. Основной причиной выхода электродвигателей из строя (90%) является заклинивание ротора в узле трения (подшипнике). Существенно повысить долговечность электродвигателя позволяет квалификационный подбор или создание оптимальных по качеству масел – частично синтетических и синтетических с присадками.

Использование частично синтетической и синтетической основы существенно (в 2-4 раза) увеличивает работоспособность двигателей, на 20–30% снижает уровень шума, создаваемый при их работе, повышает качество бытовой техники, в том числе и радиоаппаратуры: магнитофонов и видеомагнитофонов; других звукозаписывающих устройств.

Удельные нагрузки в узлах невелики и составляют до 1 мН/м^2, скорости скольжения достигают 10 м/с и выше, а т-ра в зоне трения может составлять от –50 до +100°С. Коэффициент трения и износ смазочного материла должны быть минимальными, а вязкость масел может варьироваться от 3 до 12 мм^2/с при 100°С при низкой испаряемости и высокой термоокислительной стабильности.

Бытовые масла для пропитки спечённых подшипников должны обладать необходимыми вязкостно-температурными свойствами для обеспечения нормального запуска и эксплуатации, высокой устойчивостью против окисления, поскольку они работают при повышенной т-ре и контактируют с металлическими поверхностями пар трения. Важное значение имеют хорошие смазывающие свойства в условиях граничного трения, чтобы избежать повышенного износа в процессе приработки, частых пусках и остановках. Одним из критериев долговечности работы узлов трения с пористыми спечёнными подшипниками является испаряемость, но и в большей степени сказываются условия эксплуатации.

Для указанных целей могут использоваться композиции на основе нефтяных масел селективной очистки, гидроочистки и гидрокрекинга. Существенное увеличение срока службы масел достигается при введении антиокислителей. Пористые подшипники, работающие при высоких т-рах и незначительных её перепадах, рекомен-

дуется смазывать синтетическими маслами на основе силиконов, изопарафинов, сложных эфиров.

МБТ-7, МБТ-9 (ТУ 38.1011063–86) – смеси нефтяного смазочного масла и эфирного компонента с добавлением присадок. Предназначены для пропитки спечённых самосмазывающихся подшипников в приборах малой мощности – звукозаписывающих устройствах и др.

МПН-3,5 (ТУ 38.40157–86) – низкозастывающее масло на синтетической основе для трехкамерных холодильников повышенной комфортности. Используется для смазывания узла трения вентилятора, установленного в морозильной камере и работающего при т-ре –30°С (пара трения бронзографитовый спечённый подшипник – стальной вал). Т-ра застывания масла не ниже –50°С, вязкость при 100°С не более 3,5 мм²/с. По токсичности масло соответствует требованиям, предъявляемым к оборудованию пищевой промышленности.

МПН-11 (ТУ 38.1011250–89) – масло на синтетической основе для подшипников из спечённых материалов, изготовленных методом порошковой металлургии, с использованием бронзы, железных порошков. В зависимости от материала получаемые подшипники имеют различные физико-механические свойства, отличаются размером пор, что в каждом конкретном случае создаёт определенные требования к маслу. Если для бронзографитовых подшипников (с малым диаметром пор) рекомендуются маловязкие масла, то для железографитовых (с большим диаметром пор) желательно применять масла вязкостью 1–12 мм²/с при 100°С. Железографитовые подшипники более дешевые, имеют повышенную износостойкость.

В качестве основы масла для смазывания железографитовых подшипников скольжения, наряду с нефтяными и синтетическими маслами могут быть использованы также полиоксиалкилгликоли (лапролы) и поли-α-олефиновые масла.

ВАЗЕЛИН – естественная или искусственная смесь твёрдых парафинов, нефтяных церезинов, петролатума, парафинистого дистиллята, минерального масла и фильтрата обезмасливания петролатума. По внешнему виду представляет собой однородное мазеобразное полутвёрдое вещество, плавится при 27-45°С. В. обладает высокой адгезией, пластичностью и морозостойкостью при низких прочностных свойствах и т-ре плавления, он часто используется в качестве основы для производства различных композиций, для создания непрочной легко плавящейся защитной плёнки. В. применяют в медицине, косметике, ветеринарии, электротехнике и др. Производят следующие виды В.: ветеринарный – от белого до светло-коричневого цвета, без комков; конденсаторный – от белого до светло-жёлтого цвета; медицинский – от белого до жёлтого цвета, без запаха, тянется нитями.

Свойства В., характеризующие их качество, оцениваются показателями, приведенными в ГОСТ 3582, ГОСТ 13037 и ГОСТ 5774 (**табл. В-1**).

В-1. Показатели качества и методы анализа вазелинов

Показатели	Методы анализа
Т-ра каплепадения, °С	ГОСТ 6793
Вязкость при 60°С:	
кинематическая	ГОСТ 33
условная	ГОСТ 6258
Кислотное число	ГОСТ 5985
Массовая доля золы	ГОСТ 1461
Содержание:	
воды и механических примесей	ГОСТ 6370 и ГОСТ 3582, п. 4.4
водорастворимых кислот и щелочей	ГОСТ 6307
сернистых соединений	ГОСТ 3582, п. 4.6
жиров и смол	ГОСТ 3582, п. 4.5
Проба на присутствие органических примесей	ГОСТ 3582, п. 4.7
Растворимость:	ГОСТ 3582, п. 4.8
в хлороформе	
в эфире	
в этиловом спирте	
Цвет	ГОСТ 20284

ВАЗЕЛИНОВОЕ МЕДИЦИНСКОЕ МАСЛО (ГОСТ 3164) – бесцветная маслянистая прозрачная нефлуоресцирующая жидкость без запаха и вкуса. Применяется в производстве пластмасс, пищевой, фармацевтической, косметической, электротехнической отраслях промышленности, сельском хозяйстве, здравоохранении и т.д.

Свойства В.м.м. характеризуются показателями, приведенными в **табл. В-2**. Многие показатели, (наличие воды и парафина, сернистых соединений, восстанавливающих веществ, проба на присутствие щелочей, кислот, органических примесей) определяются чувствительными качественными методами анализа.

В-2. Показатели качества вазелинового медицинского масла и методы их определения

Показатели	Характеризуемое свойство	Метод определения
Показатели назначения		
Плотность при 20°С, кг/м³	Реологические свойства	ГОСТ 3900, ASTM D 4052
Вязкость кинематическая, мм²/с	То же	ГОСТ 33, ASTM D 445
Зольность, % масс.	Состав	ГОСТ 1461
Т-ра застывания, °С	Реологические свойства	ГОСТ 20287, ASTM D 97
Цвет, усл. ед. КНС-1	Состав	ГОСТ 2667
Содержание (наличие) воды и парафина	-"-	ГОСТ 3164, п. 4.2
Содержание (наличие) сернистых соединений	-"-	ГОСТ 3164, п. 4.3
Содержание (наличие) восстанавливающих веществ	-"-	ГОСТ 3164, п. 4.4
Содержание легкокипящих фракций до 360°С, %	-"-	ГОСТ 3164, п. 4.5
Проба на присутствие щелочей и кислот	-"-	ГОСТ 3164, п. 4.6
Проба на присутствие органич. примесей	-"-	ГОСТ 3164, п. 4.7
Растворимость в эфире, хлороформе и бензине	-"-	ГОСТ 3164, п. 4.8
Удельное объемное сопротивление при 100°С, Ом·см	Электроизоляционные свойства	ГОСТ 6581
Тангенс угла диэлектрических потерь при 100°С и 1000 Гц	То же	ГОСТ 22372
Пробивное напряжение электрического поля при 20°С и 50 Гц, кВ	-"-	ГОСТ 6581
Диэлектрическая проницаемость при 20°С и 1000 Гц	-"-	ГОСТ 22372
Показатели надежности		
Гарантийный срок хранения	Стабильность показателей	Устанавливается изготовителем при соблюдении потребителем условий хранения по ГОСТ 1510
Эргономические показатели		
Предельно допустимая концентрация паров (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны производ. помещений, мг/м³	Воздействие на организм	Определяется на приборе УГ-2
Токсичность	То же	ГОСТ 12.1.007 (ССБТ "Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности")
Показатели безопасности		
Т-ра вспышки в закрытом тигле, °С	Пожаровзрывоопасность	ГОСТ 6356, ASTM D 93
Класс опасности	-	ГОСТ 12.1.005 (ССБТ "Санитарно-гигиенич. требования к воздуху рабочей зоны)

Наличие воды и парафина определяют следующим образом. В чистую сухую пробирку диаметром около 20 мм высотой около 160 мм наливают испытуемое масло до высоты 30 мм. Затем в пробирке при помощи пробки укрепляют термометр типа ТН-6 (ГОСТ 400) так, чтобы он проходил по оси пробирки, а его резервуар находился от дна пробирки на расстоянии 8-10 мм. Пробирку с маслом укрепляют в пробирке-муфте диаметром около 40 мм и высотой около 130 мм так, чтобы стенки ее находились приблизительно на одинаковом расстоянии от стенки муфты. Во избежание появления росы на стенках пробирки, на дно муфты наливают несколько капель концентрированной серной кислоты. Собранный прибор помещают в сосуд со смесью воды со льдом или снегом, имеющей т-ру 0°С, на 4 ч. При указанном охлаждении масла допускается появление лишь слабой опалесценции.

Наличие сернистых соединений проверяют на смеси 3 см³ испытуемого масла, 0,1 см³ 10%-ного водного раствора ацетата свинца и 2 см³ безводного спирта. Смесь нагревают в течение 10 мин на водяной бане при 70°С. При этом не должно происходить потемнения смеси.

Наличие восстанавливающих веществ определяют следующим образом. К 10 см³ испытуемого масла добавляют 10 капель 0,1%-ного раствора марганцовокислого калия по ГОСТ 20490 и нагревают смесь при частом взбалтывании на кипящей водяной бане. Спустя 5 мин окраска раствора марганцовокислого калия не должна исчезнуть.

Содержание легкокипящих фракций (до 360°С) определяют, помещая 100 см³ испытуемого масла в колбу для перегонки по ГОСТ 2177 с той разницей, что шарик термометра должен быть полностью погружен в жидкость, и нагревают испытуемое масло до 360°С. При этом замеряют количество перегнанного дистиллята с погрешностью не более 0,1 см³.

Наличие щелочей и кислот определяют следующим образом. Взбалтывают 5 см³ испытуемого масла в течение 23 мин с 20 см³ горячей дистиллированной воды. К 10 см³ отдельной водной вытяжки добавляют 2 капли 1%-ного спиртового раствора фенолфталеина. Раствор не должен иметь розовую окраску, она должна появиться при прибавлении 0,05 см³ 0,1 Н раствора гидроокиси натрия по ГОСТ 4328.

Растворимость определяют в чистом сухом цилиндре из бесцветного стекла (ГОСТ 1770) вместимостью 100 см³. В него наливают 25 см³ испытуемого масла и 25 см³ бензина (ГОСТ 443) с началом кипения не ниже 60°С или этилового спирта, или хлороформа (ГОСТ 20015). Содержимое цилиндра тщательно перемешивают и после 5 мин отстоя ведут наблюдение. Раствор при этом должен быть однородным и прозрачным. Определять растворимость можно при любом соотношении масла и растворителя (по требованию потребителя).

Проба на присутствие органических примесей – один из основных показателей, характеризующих качество В.м.м. В пробирку, тщательно вымытую горячей серной кислотой, наливают 5 см³ вазелинового масла и 5 см³ кислоты по ГОСТ 4204. Смесь нагревают при частом взбалтывании на кипящей водяной бане в течение 10 мин, после этого смесь отстаивают до отчетливого разделения слоев. Масло считается выдержавшим испытание, если отстоявшийся слой серной кислоты будет не темнее буроватого или темно-желтого цвета.

ВАКУУМНАЯ ПЕРЕГОНКА МАЗУТА – процесс получения широкой фракции 350-550°С – сырья для каталитических процессов и дистиллятов для производства масел и парафинов.

На современных установках вакуумной перегонки мазута, в основном, используют две схемы:

- с однократным испарением и разделением фракций в одной вакуумной колонне;
- с двукратным испарением и разделением фракций в двух вакуумных колоннах.

Как правило, для получения вакуумных газойлей с пределами выкипания 350-500°С в качестве сырья каткрекинга или гидрокрекинга вполне достаточно однократного испарения.

Процесс осуществляется в вакуумных колоннах, в которых, для предотвращения расщепления входящих в состав мазута высокомолекулярных углеводородов и смолистых веществ, с помощью специальных аппаратов (барометрических или поверхностных конденсаторов) создается вакуум (остаточное давление 20-40 мм рт.ст.).

Если необходимо получить сырье для производства масел, предпочтительна двухколонная схема вакуумной перегонки. В первой колонне выделяется широкая масляная фракция, во второй происходит ее вторичная перегонка на узкие масляные фракции (**рис. В-1**).

Горячий мазут с температурой 310-315°С из атмосферной колонны насосом прокачивается через нагревательную печь, где нагревается до 410-420°С и подается в первую вакуумную колонну *К-4*. В ней широкая вакуумная фракция отделяется от тяжелого остатка – гудрона. Для улучшения отпарки широкой вакуумной фракции, снижения температуры испарения, в колонну *К-4* подается водяной перегретый пар в количестве 1-1,5% на сырье. Если широкая масляная фракция используется в качестве сырья для установок каталитического крекинга или гидрокре-

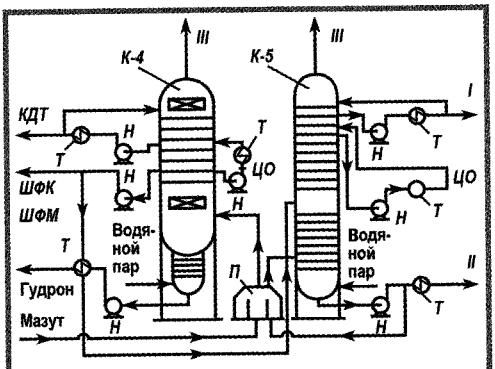


Рис. В-1. Принципиальная схема двухколонной вакуумной перегонки:

К-1 – первая колонна; *К-5* – вторая колонна; *Т* – теплообменники; *Н* – насосы; *П* – печь; *КДТ* – компонент дизельного топлива; *ШФК* – широкая фракция как сырьё каталитического крекинга или гидрокрекинга; *ШФМ* – широкая фракция для получения масляных дистиллятов; *ЦО* – циркуляционное орошение.

Потоки: *I* – боковой масляный погон 350–420°С; *II* – тяжелый масляный дистиллят 420–500°С; *III* –пары и газы разложения к вакуумсоздающей аппаратуре

кинга, то она выводится с 6-й или 7-й тарелки колонны *К-4*, отдает свое тепло в теплообменниках и подается на установки для дальнейшей переработки. В зависимости от возможностей установок широкая фракция отбирается в пределах температур кипения 350-520°С.

При выработке широкой фракции для получения различных масел она дополнительно подогревается теплом гудрона в гудронных теплообменниках и подается во вторую вакуумную колонну для четкой ректификации на узкие масляные фракции. Недостающее тепло вносится вниз колонны *К-5* в виде «горячей» струи за счет циркуляции отбираемого тяжелого масляного дистиллята фракции 420-490°С или 420-500°С через часть труб нагревательной печи. В колонну *К-5* также подается перегретый водяной пар.

Из колонны *К-5* отбираются фракции 350-420°С и 420-500°С. Колонны орошаются за счет отбора части соответствующих верхних боковых погонов из колонн *К-4* и *К-5*, охлаждения их в теплообменниках и холодильниках с последующей подачей холодных погонов на верхние тарелки. Избыток тепла снимается циркуляционными орошениями.

Несконденсированные пары и газы разложения отсасываются из колонн *К-4* и *К-5* вакуумсоздающими системами. Для исключения загазованности территории установки газами разложения и сероводородом они после выброса из последней ступени паровых эжекторов направляются в нагревательную печь для сжигания.

Двухколонная схема вакуумной перегонки мазута имеет ряд преимуществ перед одноколонной: установка может работать с получением как широкой фракции, так и узких масляных погонов с более четким разделением; более эффективно используется тепло нагретых потоков за счет осуществления в двух колоннах нескольких циркуляционных орошений.

Обычно вакуумные установки сооружают в едином комплексе с атмосферной ступенью, и такой комплекс может работать по схеме трех- и четырехкратного испарения. В каждом конкретном случае выбор схемы установки является результатом многофакторного экономического анализа (качество сырья, потребности данного региона в ассортименте и количестве нефтепродуктов по ассортименту и др.).

ВАКУУМНЫЕ ЗАМАЗКИ применяются для соединений вакуумных смазочных систем, для к-рых замазки обычных типов непригодны. В различных руководствах по лабораторным работам приводятся рецепты вакуумных смазок и замазок. Удобнее, однако, пользоваться готовыми продуктами, вырабатываемыми нефтяной промышленностью (Вакуумная, Замазка вакуумная, ВНИИНП-298, -300), а также смазкой ЦИАТИМ-221 или ВНИИНП-247М.

ВАКУУМНЫЕ МАСЛА – рабочие жидкости для оборудования, создающего вакуум. В зависимости от природы используемого для их производства сырья В.м. разделяют на *нефтяные (минеральные) вакуумные масла* и синтетические.

ВАКЦИННЫЕ МАСЛА (ТУ 0253-002-00151911–93) – маловязкие деароматизированные масла с улучшенными экологическими свойствами для биопрепаратов. Применяются в качестве одного из основных компонентов для создания эмульсионных противовирусных и противобактериальных биопрепаратов, к-рые используются для вакцинации сельскохозяйственных животных против различных заболеваний.

Исходя из требований, предъявляемых к эмульгированным препаратам по вязкостным свойствам, углеводородному составу, используются масла:

- маловязкое (8,5 мм²/с при 20°С) – масло марки «М» «Масло для противоящурных препаратов» (ТУ 38.101884–84);
- средневязкое (11-20 мм²/с при 20°С) – масло марки «С» «Масло для универсального адъюванта» (ТУ 38.1011224–89);
- вязкое (18-27 мм²/с при 20°С) – масло марки «В» «Вакцинное масло «В» (ТУ 38.401139–93). Кроме прямого назначения рекомендовано к применению в медицине и косметике.

Вакцинные масла марок «М» и «С» представляют собой высококачественные, глубокоочищенные минеральные масла, не содержащие полициклических ароматических углеводородов, а также сернистых, азотистых, кислородсодержащих и непредельных соединений и состоящие, в основном, из нафтеновых углеводородов.

Вакцинные масла марок «М» и «С» получают по технологии, включающей гидрогенизационную переработку углеводородного сырья, ректификацию и доочистку.

Масла вакцинные «М» и «С» применяются в качестве компонентов в эмульсионных противовирусных и противобактериальных биопрепаратов. Марка «М» используется при изготовлении вакцин, предназначенных для мелкого рогатого скота и свиней, марка «С» – при изготовлении вакцин для крупного рогатого скота и птиц.

Вакцинное масло «В» представляет собой нефтяное высокоочищенное масло, получаемое методом гидрокаталитической переработки фракции, выкипающей в пределах 270-420°С. Вакцинное масло «В» является одним из основных компонентов, вводимых в состав вакцины с целью удаления образования специфических антител и других иммунологических реакций, возникающих в ответ на введение ящурного антигена. Вакцинное масло марки «В» предназначено для вакцинации как мелкого, так и крупного рогатого скота.

Вакцинное масло «В» – уникальный по биологическим свойствам продукт, способный даже в небольшом количестве в составе вакцин обеспечивать длительный иммунитет у животных при минимальной реактогенности.

ВАН-дер-ВААЛЬСОВЫ СИЛЫ – силы *межмолекулярного взаимодействия*.

ВЕНТИЛЯЦИЯ КАРТЕРА. Во всех *поршневых двигателях* (кроме *крейцкопфных*) газы, прорывающиеся из рабочего объема цилиндров через лабиринт *поршневых колец*, поступают в *картер*. В составе прорывающихся газов имеется значительное количество водяного пара, оксиды серы и азота. При конденсации *картерные газы* образуют растворы сильных кислот. Кислотное число конденсата очень велико, он вызывает коррозию двигателя, ускоряет срабатывание присадок и *старение масла*. Цель В.к.– предотвращение упомянутых негативных явлений. Открытые системы В.к., в которых картерные газы выпускают в атмосферу через суфлер (сапун), по сути дела не вентилируют картер, а лишь отделяют капельки масляного тумана от газов и предотвращают недопустимый рост давления газов в картере. Закрытые системы принудительной вентиляции обеспечивают подачу в картер воздуха и отсос из него смеси *картерных газов* и воздуха. Подача в картер воздуха снижает парциальное давление водяного пара и повышает *точку росы*. Существует много вариантов устройства и регулирования В.к. Важно обеспечить баланс между количеством прорывающихся газов, подаваемого воздуха и отсасываемой смеси газов с воздухом. При избыточном давлении в картере возникают утечки масла через уплотнения, а при разрежении – подсос запыленного воздуха из атмосферы. В крупных судовых и стационарных дизелях и газовых двигателях В.к. служит и для предотвращения взрывов паров масла в картере. В автомобильных двигателях эффективная В.к. значительно снижает образование *низкотемпературных отложений*.

ВЕРЕТЕННОЕ МАСЛО (ISO 1998/1) – смазочное масло с низкой вязкостью, предназначенное для смазывания слабонагруженных частей машин, вращающихся с большой скоростью, главным образом веретен текстильных машин.

ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ МОТОРНЫХ МАСЕЛ. Нередко возникает необходимость решения вопросов взаимозаменяемости отечественных и зарубежных моторных масел, например, когда необходимо выбрать отечественное масло для импортной техники или зарубежное масло для экспортируемой отечественной техники.

ГОСТ 17479.1 в справочных приложениях дает примерное соответствие классов вязкости и групп по назначению и эксплуатационным свойствам, изложенным и ГОСТе, классам вязкости по *классификации моторных масел SAE* и категориям по *классификации моторных масел API* по условиям и областям применения моторных масел. Следует подчеркнуть, что речь идет не об идентичности, а только об ориентировочном соответствии.

Данные **табл. В-3** дают возможность, зная стандартную марку отечественного масла, выбрать его зарубежный аналог или, зная характеристики импортного масла по классификациям SAE J 300 и API, найти его ближайший отечественный аналог. Классы вязкости SAE в большинстве случаев имеют более широкие диапазоны кинематической вязкости при 100°С, чем классы вязкости по ГОСТ 17479.1.

По этой причине одному классу SAE могут соответствовать два смежных класса по ГОСТ 17479.1. В таком случае предпочтительно указать аналог, имеющий самое близкое фактическое значение вязкости по данным проспекта или нормативной документации на данный продукт.

Во всех классификациях соответствие масла классу (группе) обязательно подтверждается комплексом *классификационных испытаний моторных масел*.

В-3. Соответствие классов вязкости и групп моторных масел по ГОСТ 17479.1 и классификациям SAE и API

Класс вязкости		Класс вязкости	
по ГОСТ 17479.1-85	по SAE	по ГОСТ 17479.1-85	по SAE
$3_з$	5W	24	60
$4_з$	10W	$3_з/8$	5W-20
$5_з$	15W	$4_з/6$	10W-20
$6_з$	20W	$4_з/8$	10W-20
6	20	$4_з/10$	10W-30
8	20	$5_з/10$	15W-30
10	30	$5_з/12$	15W-30
12	30	$6_з/10$	20W-30
14	40	$6_з/14$	20W-40
16	40	$6_з/16$	20W-40
20	50		
Группа масла		Группа масла	
по ГОСТ 17479.1-85	по API	по ГОСТ 17479.1-85	по API
А	SB	$Г_2$	CC
Б	SC/CA	$Д_1$	SF
$Б_1$	SC	$Д_2$	CD
$Б_2$	CA	$Е_1$	SG
В	SD/CB	$Е_2$	CF-4
$В_1$	SD		
$В_2$	CB		
Г	SE/CC		
$Г_1$	SE		

ВЗРЫВООПАСНОСТЬ СОТС – совокупность факторов, обусловливающих возможность образования взрывоопасной среды (ВС) в объеме, превышающем 5% свободного объема помещения, и ее воспламенения. Масляные СОТС и концентраты водосмешиваемых СОТС относятся к объектам, крые могут образовывать в определенных условиях В. и взрыв.

ВИСБРЕКИНГ – один из видов термического крекинга. Цель процесса – снижение вязкости гудронов для получения из них котельных топлив (топочных мазутов). Процесс проводят в жидкой фазе при сравнительно мягких условиях: 440-500°С, 0,5-3,0 МПа, время пребывания сырья в зоне реакции от 2 до 30 мин и более. Основные реакции – расщепление парафиновых и нафтеновых углеводородов с образованием углеводородных газов, бензиновых фракций и жидких фракций, выкипающих в пределах 200-450°С, а также вторичных асфальтенов. Суммарный выход бензина и газа – 7-12% от массы сырья. Крекинг-остаток (>200°С) представляет собой жидкое котельное топливо (выход ок. 90%). Газы направляют на газофракционирующую установку, бензин после облагораживания с применением глубокого гидрирования и каталитического риформинга используют как компонент автомобильного топлива.

Основной реакционный аппарат установки В. – трубчатая печь. В случае проведения процесса при пониженных т-рах (400-460°С), когда требуемой степени конверсии сырья достигнуть в печи не удается, предусматривают дополнительную реакционную камеру. Благодаря значительному объему последней (30-50 м³) парожидкостная смесь «вызревает» в ней заданное время, что позволяет углубить В.

ВИСЦИНОВОЕ МАСЛО – см. *Масло для вентиляционных фильтров*.

ВЛАГА В АНАЛИТИЧЕСКОЙ ПРОБЕ КОКСА (аналитическая влага). Определяют по ГОСТ 27589 (ИСО 687–74). Метод разработан с учетом изменения влажности кокса в зависимости от влажности воздуха. Содержание В.а.п. следует определять перед определением массовой доли летучих веществ, зольности нефтяного кокса и др.

Сущность метода заключается в определении потери массы *аналитической пробы нефтяного кокса* при нагреве от 190 до 210°С (можно при т-ре 135-140°С в течение 45 мин с повторным контрольным высушиванием в течение 20 мин) и выдерживании при этой т-ре до получения постоянной массы.

Определение В.а.п.к. проводят в сушильном шкафу, способном поддерживать т-ру от 190 до 210°С (можно 135-140°С), с обменом воздуха 3-8 объемов в 1 ч. Взвешивают чистый сухой стаканчик с притертой крышкой (бюкс). Аналитическую пробу, проходящую через сито с отверстиями размером 0,2 мм, массой 1-2 г помещают тонким слоем (не более 0,15 г/см²) на дно бюкса и взвешивают повторно. Помещают крышку в эксикатор, а открытый бюкс нагревают в шкафу при т-ре от 190 до 210°С до постоянной массы. Вынимают бюкс из шкафа, закрывают крышкой. Бюкс охлаждают на металлической подставке в течение 10 мин, а затем 10 мин в эксикаторе и еще раз взвешивают.

Содержание В.а.п.к. W^a (%) вычисляют по формуле:

$$W^a=[(m_2-m_3)/(m_2-m_1)]\cdot 100,$$

где m_1 – масса пустого стаканчика с крышкой; m_2 и m_3 – массы стаканчика с крышкой и коксом перед нагреванием и после нагревания.

За результат принимают среднее арифметическое значение результатов параллельных определений, округленное до 0,1%.

Результаты определений в разных лабораториях сравнивают в течение не более 10 ч со времени разделки пробы.

ВЛАГОПРОНИЦАЕМОСТЬ (ПАРОПРОНИЦАЕМОСТЬ) ПЛАСТИЧНОЙ СМАЗКИ во многом определяет ее защитные свойства от коррозии. Диффузия паров воды через смазку подчиняется закону Фика. Если вся прошедшая вода связывается каким-либо поглотителем или расходуется на коррозию металла, количество продиффундированной воды:

$$m=\pi(p-p_0)t/\delta,$$

где π – коэффициент паропроницаемости (определяется составом смазки, главным образом природой загустителя); p_0 и p – давления паров по одну и другую стороны смазочного слоя; t – время; δ – толщина пленки.

С повышением т-ры π сильно возрастает. Большую паропроницаемость имеют смазки на гидрофильных мылах, меньшую – углеводородные смазки, низкую – Al-смазки. Некоторые добавки, напр. стеариновая кислота, снижают паропроницаемость смазок.

ВЛАЖНОСТЬ – содержание воды в газах, жидкостях или твердых телах. Абсолютная В. или влагосодержание – отношение массы жидкости в материале к массе влажного материала.

ВЛАЖНОСТЬ КОКСА. Вода в коксе может быть внешней и внутренней. Согласно П.А.Ребиндеру влагу по энергии связи ее с материалом разделяют на:

• химически связанную – характеризуется высокой прочностью и разрушается только при нагревании;

• физико-химическую (адсорбционную, гигроскопическую), возникающую за счет молекулярного силового поля; она обладает меньшей прочностью и может быть разрушена испарением или десорбцией;

• физико-механическую (капиллярную), обусловленную капиллярным давлением; удалить эту влагу можно механическим и термическим воздействием;

• основную или свободную (механически связанную и заполняющую поры).

Свободная вода удаляется в сушильном шкафу при 105°С, капиллярная и адсорбционносвязанная – при 350°С.

В.к. зависит от свойств его поверхности, гранулометрического состава, способа коксования, т-ры, времени контактирования с водой, условий и способов обезвоживания. Обладая высокой пористостью (37-45%), кокс быстро насыщается водой, обратный процесс – обезвоживание – более продолжительный процесс.

Высокая В.к. удорожает транспортирование, затрудняет выгрузку кокса из полувагона в зимнее время из-за его смерзания. Кроме того влажный кокс неудовлетворительно классифицируется на фракции и отрицательно влияет на режим прокаливания.

В зависимости от содержания воды различают следующие группы кокса:

• мокрый, в котором содержание воды настолько велико, что он представляет собой жидкую или полужидкую массу (такой кокс получается при гидравлическом удалении его из камер);

• влажный, содержащий внешнюю воду в виде поверхностной пленки (это крупнокусковой кокс, получаемый в кубах, на установке замедленного коксования и содержащий до 10–12% воды);

• воздушно-сухой, влажность к-рого обусловливается влажностью окружающего воздуха. Воздушно-сухое состояние достигается при длительном хранении на складах, площадках и т.д.

В нефтяном коксе определяют *общую влагу в коксе* и *влагу в аналитической пробе кокса (аналитическую влагу)*. Определение общей влаги необходимо для расчета с потребителями кокса, аналитическую влагу определяют при проведении анализов качества кокса.

ВЛИЯНИЕ ЖЕСТКОЙ ВОДЫ НА СОТС определяется по ГОСТ 6243, п. 8. Метод заключается в приготовлении исследуемых растворов (или эмульсий) СОТС на жесткой воде (0,3 г хлористого кальция на 1 дм^3 дистиллированной воды), к-рые затем выдерживают в термостате при т-ре 40±2°С в течение 24 ч, а затем 24 ч при т-ре 20±5°С и замеряют объем выделений.

ВЛИЯНИЕ НА ЛАКОКРАСОЧНОЕ ПОКРЫТИЕ СРЕДСТВА ВРЕМЕННОЙ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ оценивают по ГОСТ 9.403 (метод Б или В) и приложению Г к ГОСТ 9.517. После *расконсервации* испытуемые пластинки осматривают визуально (невооруженным глазом или с помощью лупы) для установления изменений внешнего вида лакокрасочного покрытия (различия в цвете, блеске, вздутие или размягчение) по сравнению с участками, на которых не было применено *средство временной противокоррозионной защиты*. Состояние поверхности лакокрасочного покрытия оценивают сразу после удаления средства временной противокоррозионной защиты и после выдержки пластинок в течение 2 ч при т-ре 23±2°С. Положительным результатом является отсутствие визуальных изменений в состоянии поверхности лакокрасочного покрытия.

ВНЕШНЕЕ ТРЕНИЕ – явление сопротивления относительному перемещению, возникающего между двумя телами в зонах соприкосновения их поверхностей по касательной к ним (ГОСТ 27674, ISO 4378/2-1983).

ВНЕШНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МАСЛА – см. *Загрязнение масла извне.*

ВНУТРЕННЕ ТРЕНИЕ – явление сопротивления относительному перемещению частиц одного и того же тела (ISO 4378/2-1983).

ВНУТРИЛАБОРАТОРНЫЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ – вид контроля качества результатов испытаний, проводимого в испытательной лаборатории в рамках управления и обеспечения системы качества испытаний. Внутрилабораторный контроль качества (ВЛК) испытаний (ВЛК) проводят для оценки показателей качества результатов испытаний и обеспечения их точности и достоверности при испытании рабочих проб. Алгоритмы проведения ВЛК приведены в ГОСТ Р ИСО 5725, РМГ 76–2004.

Цель ВЛК – обеспечение и гарантия необходимой точности результатов испытаний рабочих проб, получаемых при регулярном использовании в лаборатории стандартизованного метода испытаний, а именно получение результатов испытаний с точностью, не превышающей установленные показатели точности метода испытаний, т.е. при выполнении условия: $\Delta_л \leq \Delta$, где Δ – показатель точности (погрешности) метода испытаний, $\Delta_л$ – показатель точности (погрешности) результатов испытаний при реализации метода испытаний в испытательной лаборатории (ИЛ).

Задачи ВЛК – обеспечение стабильности процесса испытаний. Поставленная задача решается проверкой соответствия фактической точности результатов испытаний, полученных при контрольных процедурах, их установленным (или принятым) нормативным значениям.

Объекты ВЛК – продукция и показатели её качества, внесённые в область аккредитации испытательной лаборатории.

ВЛК результатов испытаний проводят для методов с установленными показателями качества, регламентированными в нормативной документации и допущенными к применению. Организация ВЛК и расчёт его нормативов основаны на использовании показателей качества результатов испытаний, обеспечиваемых в лаборатории при реализации стандартизованных методов испытаний. Стабильность результатов испытаний определяется и контролируется путём статистической проверки точности (погрешности) результатов испытаний $\Delta_л$, внутрилабораторной прецизионности $R_л$, установленных в лаборатории.

Организация и процедуры ВЛК. ВЛК проводится уполномоченным сотрудником лаборатории (с указанием этой функции в должностной инструкции) в соответствии с разработанной программой проведения ВЛК. Она разрабатывается на один календарный год и содержит перечень контролируемых объектов, методы испытаний, виды и формы контроля, средства контроля, график проведения контрольных процедур, число и периодичность их проведения, время, на к-рый устанавливаются нормативы показателей качества результатов испытаний, порядок оформления результатов контроля.

Проведение ВЛК. Контрольные испытания (процедуры) объектов ВЛК проводят с использованием нормативной документации на метод испытаний и средства контроля, их результаты оцениваются в соответствии с нормативными показателями качества результатов испытаний. Результаты испытаний, их оценка и план корректирующих мероприятий заносят в журналы ВЛК, формы к-рых приводятся в руководстве по качеству лаборатории.

Нормативы контроля показателей качества предусматривают использование показателей качества результатов испытаний, обеспечиваемых в испытательной лаборатории при реализации методов испытаний с установленными показателями качества: предела повторяемости r и предела воспроизводимости R. Нормативы ВЛК устанавливают на основе статистических данных, полученных при выполнении контрольных процедур в течение времени, регламентированного программой ВЛК. На этапе внедрения ВЛК при отсутствии статистических данных, необходимых для достоверной оценки показателей качества, нормативные значения устанавливают расчётным путём из приведённых ниже выражений:

$r_л = r$; $R_л = 0{,}84R$; $\Delta_л = 0{,}84\Delta$; $\Delta_{с.л} = \Delta_с = 0$,

где $\Delta_{с.л}$ – систематическая погрешность лаборатории (показатель правильности результатов испытаний).

Приведённые расчётные значения показателей качества результатов испытаний уточняются по мере накопления статистических данных, полученных при проведении контрольных процедур.

Виды и формы ВЛК: оперативный контроль процедуры испытаний, контроль стабильности результатов испытаний.

Оперативный контроль процедуры испытания проводит их исполнитель для проверки готовности лаборатории к испытаниям рабочих проб. Оперативный контроль процедуры испытаний проводят при внедрении метода, при появлении факторов, к-рые могут повлиять на стабильность процедуры испытаний (смена партии реактивов, использование средств измерений после ремонта и т.д.), при оценке приемлемости результатов испытаний в условиях повторяемости и внутрилабораторной прецизионности (эти процедуры проводятся при необходимости, например при разрешении спора по качеству продукции). Испытательные лаборатории нефти и нефтепродуктов могут не проводить специальных процедур контроля повторя-

емости результатов испытаний, так как в повседневной практике проводит испытания продукции по стандартизованным методам испытаний, содержащим процедуры проверки результатов единичных испытаний на соответствие критерию повторяемости, что необходимо для формирования результата испытаний. Оперативный контроль испытаний реализуются путём контроля точности результатов испытаний $\Delta_л$ (погрешности ИЛ).

Установленный показатель точности (погрешности) результатов испытаний, полученных в испытательной лаборатории, является погрешностью лаборатории.

При оперативном контроле показателей качества результатов испытаний используют образцы для контроля ОК (стандартные образцы, аттестованные смеси) и рабочие пробы с добавкой. При контроле стабильности стандартный образец используют для контроля всех показателей качества результатов испытаний в одном контрольном испытании. Для контроля показателя внутрилабораторной прецизионности могут использоваться рабочие пробы стабильного состава, а для контроля показателя точности (погрешности) результатов испытаний – рабочие пробы с добавкой.

При контроле должны соблюдаться установленные в Руководстве по качеству испытательной лаборатории условия обеспечения требуемой точности результатов испытаний: соблюдение сроков поверки (калибровки) средств измерений; соблюдение сроков аттестации испытательного оборудования; использование стандартных образцов, отвечающих требованиям свидетельств на них, в соответствии с инструкцией по применению и с действующими сроками годности; использование реактивов и материалов в пределах сроков хранения; использование градуировочных характеристик, стабильность которых проверяется; соблюдение условий и правил отбора проб и их доставки (при необходимости); использование дистиллированной воды требуемого качества, подтвержденного испытанием в лаборатории.

Оперативный контроль испытаний проводят на основе оценки погрешности при реализации отдельной контрольной процедуры, формируемой в зависимости от выбранного алгоритма контроля (с учётом используемых средств контроля). Если в документе на метод испытания регламентировано получение более одного результата испытания (определения), то получению результата контрольного испытания при оперативном контроле предшествует проверка приемлемости единичных результатов испытаний (результатов контрольных определений). Если в документе на метод испытания регламентировано проведение нескольких измерений для получения единичного результата испытания (результата единичного определения), то получению единичного результата испытания предшествует процедура проверки приемлемости результатов этих измерений. В качестве норматива контроля приемлемости измерений принимают показатель определяемости, *d*.

Контроль стабильности результатов испытаний проводят для подтверждения лабораторией квалификации в обеспечении качества выдаваемых результатов испытаний и оценки деятельности лаборатории в целом (компетентности испытательной лаборатории).

Стабильность результатов испытаний оценивается на основе статистического контроля погрешности лаборатории $\Delta_л$ и показателя внутрилабораторной прецизионности $\sigma_{Rл}$.

Контроль стабильности результатов испытаний может проводиться: с использованием контрольных карт Шухарта (для контроля повторяемости, внутрилабораторной прецизионности и контроля погрешности лаборатории); в форме периодической проверки подконтрольности процедуры выполнения испытаний (для контроля внутрилабораторной прецизионности и правильности результатов испытаний); в форме выборочного статистического контроля по альтернативному признаку (для контроля внутрилабораторной прецизионности и контроля погрешности ИЛ) (РГМ 76).

Средствами контроля могут быть: образцы для контроля ОК – государственные стандартные образцы (ГСО), отраслевые стандартные образцы (ОСО), стандартные образцы предприятия (СОП) по ГОСТ 8.315, аттестованные смеси АС по РМГ-60, рабочие пробы стабильного состава; рабочие пробы с известной добавкой определяемого компонента. Требования к ОК: адекватность рабочим пробам, погрешность образца для контроля должна быть не более 1/3 погрешности лаборатории (для ГСО – 1/3 погрешности методики). Выбор средств контроля определяется используемым алгоритмом ВЛК: контролируемой характеристикой качества результатов испытаний (внутрилабораторная прецизионность, погрешность лаборатории $\Delta_л$), наличием средств контроля.

Контроль стабильности результатов испытаний с использованием контрольных карт Шухарта представляет собой графический способ контроля, обнаружения динамики изменения показателей качества результатов, последующего установления причин этого изменения и оперативного управления. Применение контрольных карт Шухарта основано на сопоставлении результатов контрольных процедур с рассчитанными приме-

нительно к используемому алгоритму контроля нормативами в виде: пределов действия (установленных для доверительной вероятности P=0,997) и пределов предупреждения (установленных для доверительной вероятности P=0,95). Для обеспечения стабильности результатов испытаний и принятия оперативных мер по управлению испытаниями одновременно строят контрольные карты внутрилабораторной прецизионности и погрешности лаборатории.

Для организации контроля стабильности результатов испытаний с использованием контрольных карт и определения периодичности контрольных испытаний устанавливают:

• необходимое число контрольных процедур (испытаний) для достоверной оценки каждого из контролируемых показателей качества результатов испытаний (погрешности, внутрилабораторной прецизионности) (РМГ 76);

• временной диапазон для получения необходимого числа контрольных процедур, к-рый устанавливают с учётом взаимосвязи их числа с числом рабочих проб, анализируемых за определённое время (рекомендуемое число контрольных процедур приведено в ГОСТ Р ИСО 5725, РМГ 76).

Контрольные испытания проводятся равномерно в течение временного диапазона и отражаются в плане-графике ВЛК. Данные для построения контрольной карты оформляют в виде таблицы, в которой содержатся информация о контролируемом объекте, методе испытания, параметры контрольной карты, результаты контрольных определений (испытаний), контрольных процедур, интерпретации данных контрольных карт.

При построении контрольных карт Шухарта для каждого из контролируемых показателей результатов испытаний: выбирают алгоритм контрольной процедуры; рассчитывают параметры контрольной карты (в зависимости от выбранного алгоритма контрольной процедуры) – значения средней линии, предела предупреждения,; предела действия; наносят на контрольную карту (в виде горизонтальных линий) значения средней линии, предела предупреждения и предела действия; масштабируют контрольную карту по вертикали(целесообразно в долях предела предупреждения); в соответствии с выбранным алгоритмом контрольной процедуры получают результаты контрольных измерений и рассчитывают результаты контрольных процедур; при заполнении контрольной карты по горизонтальной оси откладывают номер контрольной процедуры, соответствующий дате, исполнителю и другим факторам, характеризующим контрольную процедуру; по вертикальной оси откладывают результаты контрольных процедур.

Контрольные карты Шухарта строят для каждого поддиапазона анализа с постоянным значением показателя качества результатов, входящих в диапазон анализа рабочих проб.

Результаты контрольных определений, контрольных процедур, выводы оперативного реагирования заносят в таблицу.

Для отслеживания динамики изменения стабильности испытаний проводят регулярный анализ контрольных карт в течение временного диапазона.

ВНУТРИМИЦЕЛЛЯРНАЯ СОЛЮБИЛИЗАЦИЯ В УГЛЕВОДОРОДНОМ РАСТВОРИТЕЛЕ – процесс растворения полярного вещества мицеллярными растворами мыл в результате внедрения его внутрь мицеллы. Это явление тесно примыкает к явлению мицеллообразования мыл и часто обеспечивает структурообразование комплексных мыльных смазок (ВНИИНП-223, -228, -248, -260) в тех случаях, когда в качестве комплексообразователя используют неорганические вещества (металлические соли неорганических кислот, оксиды и т.п.).

ВОДА В НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТАХ. Методы определения. Вода в в углеводородном сырье или нефтепродуктах может находиться в свободном, эмульсионном и растворённом состоянии. Определение содержания воды зависит от условий и метода испытаний, видов, групп и марок углеводородного сырья и нефтепродуктов (см. также *Содержание воды в бензине, Содержание воды в дизельном топливе, Содержание воды в котельном топливе, Содержание воды в пластичных смазках).*

Сущность **метода определения содержания воды по ГОСТ 2477** в нефти, жидких нефтепродуктах, пластичных смазках, парафинах, церезинах, восках, гудронах и битумах заключается в нагревании пробы с нерастворимым в воде растворителем и измерении объёма сконденсированной воды в приемнике-ловушке, показанной на **рис. В-2.**

Массовую X и объёмную X_1 долю воды в процентах вычисляют по формулам:

$X=(V_0/m)\cdot 100$;

$X_1=(V_0/V)\cdot 100$,

где V_0 – объём воды в приёмнике-ловушке; см³; m – масса пробы; г; V – объём пробы, см³.

Для упрощения вычисления плотность воды при комнатной т-ре принимают за 1 г/см³, а числовое значение объёма воды в см³ – за числовое значение массы воды в г; при массе нефтепродукта 100±0,1 г за массовую долю воды принимают объём воды, собравшейся в приёмнике-ловушке, в см³.

За результат испытания принимают среднее арифметическое результатов двух определений с округлением с точностью до 0,1 см³.

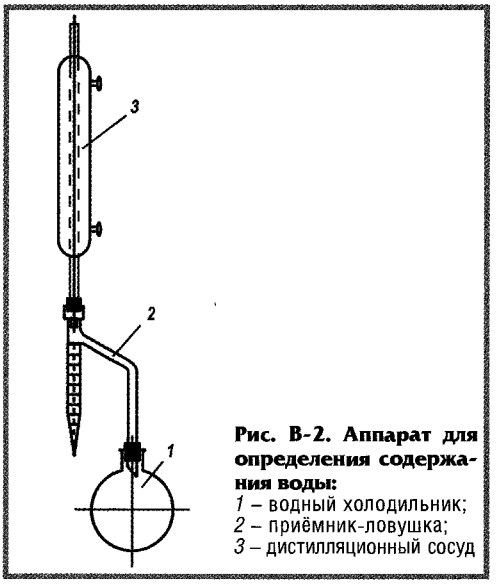


Рис. В-2. Аппарат для определения содержания воды:
1 – водный холодильник;
2 – приёмник-ловушка;
3 – дистилляционный сосуд

Объём воды в приемнике-ловушке 0,03 см³ и меньше считается следами. Принято, что вода в пробе отсутствует, если в результате нагрева пробы в течение 30-60 мин в нижней части приемника-ловушки не обнаружено капель воды.

Метод определения содержания воды по ГОСТ Р 51946, соответствующий методу **ASTM D 95-99,** отличается от метода определения его по ГОСТ 2477 тем, что предварительно проводится холостой опыт на растворителе-носителе, а затем испытание образца, полученного смешением продукта с растворителем-носителем. Аппарат для определения содержания воды этим методом аналогичен аппарату, показанному на рис. В-2.

Массовую M или объёмную V долю воды в процентах вычисляют по формулам:

$$M=[(V_в-V_х)/m]\cdot 100;$$

$$V=[(V_в-V_х)/V_1]\cdot 100,$$

где $V_в$ – объём воды в приёмнике-ловушке, см³; $V_х$ – объём воды в приёмнике-ловушке в холостом опыте, см³; m – масса пробы, г; V_1 – объём пробы, см³.

Результаты испытаний представляют как содержание воды, вычисленное с точностью до 0,05%, если использовали приёмник-ловушку объёмом 2 см³, или с точностью до 0,1%, если использовали приёмник-ловушку объёмом 10 или 25 см³ для образца 100 см³ или 100 г.

Метод определения содержания воды по ASTM D 4006 аналогичен методам определения по ГОСТ 2477 и ГОСТ Р 51946. Аппарат для определения содержания воды аналогичен аппарату, показанному на рис. В-2.

Сущность метода определения содержания воды по ГОСТ 1547 в нефтяных маслах и пластичных смазках заключается в наблюдении за состоянием пробы при нагревании в аппарате, показанном на **рис. В-3,** масла до 130°С, смазки до 180°С и определении качественно наличия воды по потрескиванию и/или вспениванию пробы при проведении двух испытаний.

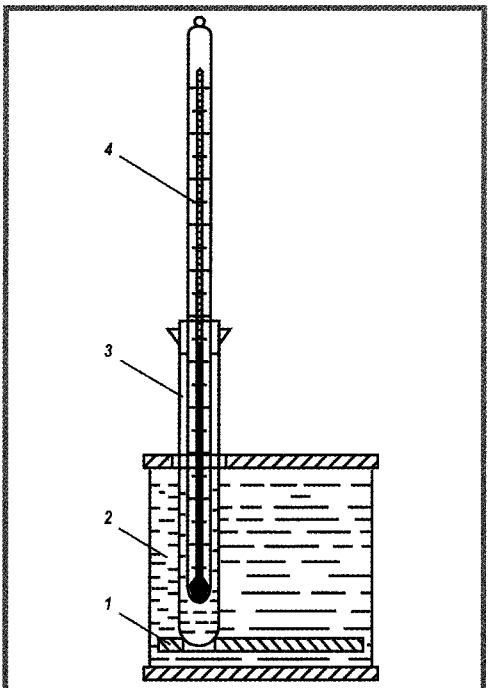


Рис. В-3. Аппарат для определения содержания воды по ГОСТ 1547:
1 – металлический диск; *2* – масляная баня; *3* – стеклянная пробирка; *4* – термометр

Наличие воды считается установленным, если при вспенивании или без него слышен треск не менее 2 раз. Если наблюдается малозаметный треск или однократный треск без вспенивания, то испытуемый образец не содержит воды.

В ГОСТ 14870 приводятся методы определения содержания воды реактивом Фишера и отгонкой с органическим растворителем **(метод Дина и Старка).** Сущность метода заключается во взаимодействии йода с сернистым ангидридом в присутствии воды с образованием йодистоводородной кислоты и серного ангидрида в среде метанола и пиридина. Этим методом определяется гигроскопическая, кристаллизационная, сорбированная и др. вода в нефти и нефтепродуктах. Различают методы визуального и электрометрического титрования.

Известны три способа визуального титрования на установке, показанной на **рис. В-4.** При первом способе 2-10 см³ метанола помещают в сухую колбу для титрования, закрывают её пробкой со вставленным в неё концом бюретки и добавляют по каплям реактив Фишера и всё перемешивают механически или магнитной мешалкой до появления красновато-коричневой окраски. Затем в колбу для титрования вносят навеску анализируемого препарата и титруют реактивом Фишера до той же окраски. При расчете учитывают объём реактива Фишера, использованный только на титрование анализируемого препарата.



Рис. В-4. Установка для визуального титрования воды:

1 – колба для титрования; *2, 4, 11* – поглотительные трубки; *3* – бюретка (допускается использование бюретки с автоматическим нулем и склянкой, в этом случае из схемы исключаются склянки *6, 9, 12*); *5, 7, 13* – резиновые пробки; *6* – склянка с тубусом (должна быть защищена от света); *8, 10* – соединительные шланги из полиэтилена или каучука; *9* – склянка с реактивом Фишера для поглощения влаги из воздуха; *12* – склянка с серной кислотой для промывания газов

Второй способ отличается от первого тем, что одновременно титруют объём метанола, использованный для растворения навески препарата, и вносят поправку в результат определения.

Третий способ отличается от первого тем, что для нефти и нефтепродуктов, не требующих предварительного смешивания с растворителем, титрование пробы реактивом Фишера проводится без метанола.

Метод электрометрического титрования может быть реализован на установках, показанных на **рис. В-5 и В-6.**

В сухую колбу для титрования помещают метанол и размешиватель магнитной мешалки, который не должен касаться двух электродов. Электроды должны быть полностью погружены в метанол. Включают мешалку, замыкают электрическую цепь и титруют метанол реактивом Фишера. В начале титрования реактив Фишера прибавляют со скоростью одна капля в секунду, при этом стрелка микроамперметра отклоняется от нулево-

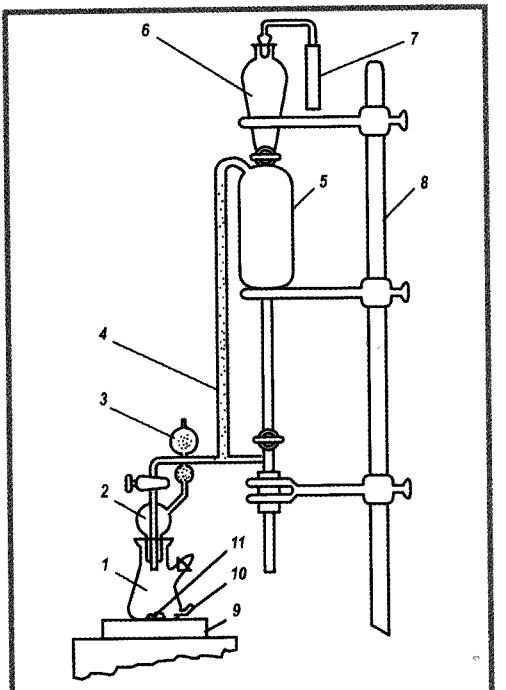


Рис. В-5. Установка для электрометрического титрования:

1 – колба для титрования; *2* – насадка бюретки со шлифом; *3, 7* – поглотительные трубки; *4* – бюретка с ценой деления 0,01 или 0,02 см³; *5* – резервуар на 500 см³ для хранения реактива; *6* – воронка; *8* – лабораторный штатив; *9* – магнитная мешалка; *10* – электроды; *11* – размешиватель магнитной мешалки

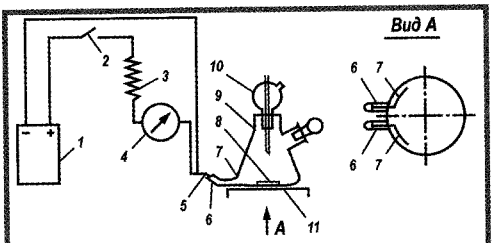


Рис. В-6. Схема установки для электрометрического титрования:

1 – сухой телефонный элемент 165-У или 145-У по ГОСТ 3316; *2* – переключатель; *3* – сопротивление 30 кОм; *4* – микроамперметр М-24 на 50–140 мА; *5* – металлические пружинные зажимы; *6* – медные проволочки с клеммами, припаянными к платиновым электродам; *7* – платиновые электроды; *8* – размешиватель магнитной мешалки; *9* – колба для электрометрического титрования; *10* – насадка бюретки с конусом КШ 19/9 по ГОСТ 8682; *11* – магнитная мешалка типа МЭА

го положения. При дальнейшем прибавлении реактива стрелка микроамперметра начинает сильно колебаться. В этом случае реактив Фишера добавляют со скоростью одна капля в 5 с, а при приближении к точке эквивалентности – со скоростью одна капля в 10 с. Титрование продолжают до тех пор, пока стрелка микроамперметра не остановится и не продержится в течение 1 мин (по секундомеру) на определенном делении шкалы.

После окончания приливания реактива проверяют правильность титрования. Для этого останавливают магнитную мешалку и наблюдают по секундомеру время, в течение которого стрелка микроамперметра не начнет двигаться к исходному положению. Стрелка должна удерживаться в этом положении не более 15 с.

Затем в колбу установки для титрования по ГОСТ 14870 через боковой штуцер вводят анализируемый препарат. Включают магнитную мешалку, перемешивают смесь в течение 1-2 мин и титруют реактивом Фишера, как описано выше. Проверив правильность титрования, отмечают объём реактива Фишера, израсходованного на титрование препарата. Допускается проводить титрование на лабораторном титраторе ЛТВ-375, лабораторном титрометре ТПЛ-75-7Г или на титраторе другого типа, обеспечивающем требуемую точность измерения. Допускается объём реактива Фишера, израсходованного на титрование, определять кинетическим способом. Растворитель, указанный в нормативно-технической документации на продукт, титруют реактивом Фишера визуально или электрометрически. Затем в колбу для титрования вводят анализируемый препарат, отмечая время ввода пробы в ячейку. Включают магнитную мешалку, перемешивают смесь в течение 1-2 мин и титруют реактивом Фишера до первоначального установления стрелки микроамперметра на определенном делении шкалы. Таким образом, титруют в течение 10-15 мин с интервалом 1-2 мин. При этом каждый раз необходимо отмечать время титрования и объём израсходованного реактива.

По полученным результатам строят график в координатах объём раствора Фишера в см³ – время титрования в минутах. Излом на кривой соответствует моменту полного окончания реакции реактива Фишера с водой, присутствующей в пробе. Дальнейший расход реактива объясняется выделением воды в побочном процессе или титрованием мешающих определению примесей, что соответствует пологой части графика. Отрезок, полученный при пересечении этой части графика с осью ординат, соответствует объёму реактива Фишера, израсходованного на реакцию с водой, содержащейся в анализируемой пробе.

Массовую долю воды X (%) вычисляют по одной из формул:

$X=(VT\cdot100)/(m\cdot1000)$ или

$X=(VT\cdot100)/(V_1\rho_{20}\cdot1000)$,

где V – объём реактива Фишера, израсходованного на титрование анализируемого препарата, см³; T – титр реактива Фишера, мг H_2O/см³; V_1 – объём анализируемого препарата, см³; m – масса навески анализируемого препарата, г; ρ_{20} – плотность анализируемого препарата, г/см³.

За результат анализа принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений, относительное расхождение между которыми не превышает допускаемого расхождения, равного 10%. Допускаемая относительная суммарная погрешность результата анализа составляет ±15% при определении массовых долей воды от 0,01 до 0,10% (включительно) и ±10% при определении массовых долей воды свыше 0,10 до 10% при доверительной вероятности 0,95.

ASTM D 4377 «Метод определения содержания воды в нефтях потенциометрическим титрованием по Фишеру». Позволяет определять её содержание в диапазоне от 0,02 до 2% масс., и проводится аналогично методу определения содержания воды электрометрическим титрованием по ГОСТ 14870.

ASTM D 1744 «Метод определения содержания воды в жидких нефтепродуктах реактивом Фишера». Позволяет определять её содержание в диапазоне от 50 до 1000 мг/кг, и аналогичен методу электрометрического титрования по ГОСТ 14870 и ASTM D 4377.

ASTM D 4928 «Метод определения содержания воды в нефтях кулонометрическим титрованием по Фишеру». Позволяет определять её содержание в диапазоне от 0,02 до 5%. На точность определения содержания воды может значительно влиять содержание в нефти меркаптанов и сульфидов более 500 ppm по сере. Этот метод аналогичен методу с электрометрическим титрованием по ГОСТ 14870, ASTM D 4377 и ASTM D 1744.

ASTM D 6304 «Метод определения содержания воды в нефтепродуктах, смазочных маслах и присадках кулонометрическим титрованием по методу Фишера». Позволяет определять содержание воды в диапазоне от 10 до 25000 мг/кг с использованием автоматического титратора. Этот метод аналогичен методу с электрометрическим титрованием по ГОСТ 14870, ASTM D 4377, ASTM D 1744 и ASTM D 4928.

ASTM D 4007 «Метод определения содержания воды и осадка в нефти методом центрифугирования (лабораторный метод)». Даёт заниженные результаты, и для получения более точного

результата предлагается использовать **метод по ASTM D 4006.** Сущность метода определения содержания воды и осадка в нефти заключается в том, что равные объёмы нефти и насыщенного водой толуола помещают в две пробирки конической формы и проводят их центрифугирование, относительная сила которого составляет не менее 600 единиц в зоне концов пробирок, а термостатирование обеспечивает температуру образца 60±3°С. Затем по таблице определяют общее содержание воды и осадка.

ASTM D 1796 «Метод определения содержания воды и осадка в жидких топливах методом центрифугирования (лабораторный метод)». Аналогичен методу по ASTM D 4007.

ISO 9030 «Метод определения содержания воды и осадка в нефти методом центрифугирования». Аналогичен методу по ASTM D 4007 и ASTM D 1796.

ASTM D 4176 «Стандартный метод обнаружения содержания воды и механических примесей в дистиллятных топливах (методы визуального определения)». Заключается в помещении образца в прозрачный сосуд вместимостью 1 л и визуальном определении наличия на стенках сосуда воды и механических примесей и приблизительном количественном сравнении образца со стандартными фотографиями степени мутности.

ASTM D 3240 «Стандартный метод определения нерастворенной воды в авиационных турбинных топливах». Позволяет определять её концентрации от 1 до 60 ppm с помощью ультрафиолетового компаратора сравнением свечения испытуемого образца и эталонов.

ГОСТ 26378.1 «Сущность метода определения содержания воды в отработанных нефтепродуктах». Заключается в определении с помощью влагомера теплового эффекта реакции гидратации сульфата меди, или медного купороса с водой, содержащейся в нефтепродукте. Результат испытания получают по разности начальной и конечной температур и таблице в этом ГОСТе.

ВОДНО-ВОСКОВЫЕ СОСТАВЫ применяются для защиты от коррозии внутренних поверхностей банок из белой жести в пищевой промышленности, для предохранения медных, бронзовых и серебряных изделий от окисления и сохранения блеска в течение длительного времени. В-в.с. не должны вызывать коррозии тары, их изготавливают из компонентов, допущенных к контакту с человеком.

В-в.с. для придания гидрофобности и влагостойкости древесно-стружечным и древесно-волокнистым плитам – смесь твёрдого парафина, стеарина, синтетических, жирных кислот и эмульгатора. В качестве эмульгатора применяют натрийдинафтилметилдисульфонат, диоктиловый эфир натрийсукциновой кислоты и др.

Ингибированный В-в.с. ИВВС-706М (ТУ 38.1011165–88) – смесь *нефтяного воска* в водном растворе ПАВ с добавками ингибиторов коррозии. Предназначен для временной консервации от атмосферной коррозии сельскохозяйственных машин, их узлов, деталей, для защиты оборудования и машин, работающих в агрессивных средах животноводческих помещений, дождевальных и поливных машин.

В-в.с. для улучшения качества бумаги и картона вводится в исходную пульпу при их производстве. В качестве твёрдой фазы состава используют твёрдый парафин.

ВОДНО-ВОСКОВЫЕ ДИСПЕРСИИ, *водно-восковые составы* – тщательно перемешанные жидкие смеси *твёрдых углеводородов*, находящихся в кристаллическом состоянии, с водой. Цвет В-в.д. – от белого до желтого. Содержат ПАВ и *стабилизаторы* дисперсного состояния. Получают диспергированием расплава твёрдого парафина и нефтяного церезина в водном растворе ПАВ – *эмульгаторов* воска и *стабилизаторов* дисперсного состояния с последующим охлаждением В-в.д. При производстве, применении и хранении В-в.д. нельзя снижать т-ру до 0°С и ниже.

ВОДОВЫТЕСНЯЮЩИЕ СВОЙСТВА СРЕДСТВА ВРЕМЕННОЙ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ характеризуют его способность быстро и эффективно удалять воду и растворенные в ней агрессивные соли и кислоты с металлической поверхности. В.с.с.в.п.з. являются определяющими для последующих процессов адсорбционно-хемосорбционного взаимодействия активных компонентов средства временной противокоррозионной защиты с металлической поверхностью, освобожденной от влаги и кислых электролитов, с образованием прочных защитных пленок. Вопросы вытеснения воды с поверхности металла связаны с практическими задачами защиты от коррозии металлоизделий, полное удаление воды с поверхности к-рых перед *консервацией* невозможно по каким-либо причинам, напр. при необходимости защиты от коррозии автомобилей во время ремонта в условиях высокой влажности или при *межоперационной противокоррозионной защите* деталей, к-рые обрабатывались с использованием *водосмешиваемых СОТС.*

При оценке В.с.с.в.п.з. лабораторными методами определяют:

• способность вытеснять воду с металлической поверхности путем измерения диаметра (мм) стального диска, освобожденного от воды каплей продукта, при этом фиксируют: d_1 – максимальный диаметр части стального отшлифованного диска, освобожденный от дистиллированной воды каплей продукта, d_2 – диаметр

обезвоженного участка спустя 5 мин после нанесения продукта, d_3 – диаметр участка, не смачиваемого водой после удаления продукта (смывание струей воды); d_3 характеризует «эффект *последействия средства временной противокоррозионной защиты*»;

• способность вытеснять нейтральный электролит (3%-ный раствор хлорида натрия) путем измерения диаметра (мм) вытесненного электролита каплей продукта за 30 мин и площадь коррозионного поражения (%) стальной пластины под каплей через 24 ч;

• способность вытеснять с металлической поверхности кислый электролит (бромистоводородную кислоту) по ГОСТ 9.054 ЕСЗКС, метод 5; оцениваемый показатель – площадь коррозионного поражения (%).

ВОДОМАСЛОРАСТВОРИМЫЙ ИНГИБИТОР КОРРОЗИИ имеет гидрофильную группу, обеспечивающую растворимость в воде, и углеводородный радикал, обеспечивающий растворимость в углеводородах (маслах).

В.и.к. значительно снижают *поверхностное натяжение* на границе с водой, имеют низкие значения краевого угла смачивания капли воды на пленке продукта, обладают хорошими водовытесняющими свойствами, хорошим быстродействием и способностью «тормозить» коррозию на ранних стадиях ее развития (переходя в водную фазу), улучшают коррозионные свойства водных вытяжек продуктов, в состав которых они входят. Однако, В.и.к. способствуют смываемости пленки нефтепродукта водой и не могут использоваться в *средствах временной противокоррозионной защиты*, предназначенных для наружной *консервации* металлоизделий и техники, хранящихся на открытых площадках. В.и.к. используют в средствах временной противокоррозионной защиты, применяемых для *консервации* влажных поверхностей, напр. в металлообрабатывающей промышленности при межоперационной защите деталей, к-рые прошли обработку с использованием водосмешиваемых СОТС, а также в *пленкообразующих ингибированных нефтяных составах* на водной основе.

Использование В.и.к в смазочных материалах ограничено из-за пониженной термической стабильности, коррозионной агрессивности по отношению к цветным металлам.

В основном В.и.к., как и *водорастворимые ингибиторы коррозии*, используют на нефтедобывающих предприятиях для ингибирования обводненной нефти, пластовых и сточных вод.

В качестве В.и.к. применяют аммониевые, калиевые, натриевые, кальциевые соли жирных кислот, окисленных нефтепродуктов; соли аммония, калия, натрия нефтяных или синтетических сульфокислот, низкомолекулярные амины и амиды; соли первичных, вторичных, третичных аминов и аминоспиртов, продукты оксиэтилирования и оксипропилирования жирных кислот, аминов, амидов; имидазолины и их производные, пиридиновые основания и их производные.

ВОДОРАСТВОРИМЫЙ ИНГИБИТОР КОРРОЗИИ. В качестве В.и.к используют неорганические (нитрит натрия, хроматы и бихроматы; гесаметафосфат, ди- и тринатрийфосфат; бораты и силикаты натрия) и органические соединения. В зависимости от химического строения органические В.и.к. делятся на анионактивные (алкилоламиды, алкилбензолсульфонаты и алкилсульфаты натрия, мыла жирных кислот, соли нитробензойной кислоты и пр.), катионактивные (ацетаты первичных аминов, алкилбензиламмоний, хлориды и пр.) и неионогенные (продукты оксиэтилирования или оксипропилирования алкилфенолов, жирных кислот, аминов и пр.).

В.и.к. имеют недостатки, ограничивающие их применение. Существуют так называемые «опасные» *ингибиторы коррозии*: при концентрации ниже критической они не защищают, а усиливают *коррозию металла*. К такому «опасному» В.и.к относится нитрит натрия, критическая концентрация к-рого зависит от среды. В дистиллированной воде эта концентрация составляет 0,01%, в растворе хлорида натрия или в других электролитах – может достигать 0,1-10%. Введение В.и.к. в нефтепродукты сопряжено с определенными трудностями, для этого используют специально созданные структуры в виде смешанных мицелл с тонкодиспергированными наполнителями. Такие структуры недостаточно стабильны и могут отрицательно влиять на эксплуатационные свойства нефтепродуктов.

В.и.к. применяют, прежде всего, в нефтедобывающей промышленности для защиты от коррозии трубопроводов и оборудования, находящегося в контакте с обводненной нефтью, пластовыми и сточными водами; для ингибирования *водосмешиваемых СОТС*, специальных полярных жидкостей (водогликолевых, гликолевых, простых и сложных эфиров), используемых в качестве охлаждающих, тормозных и гидравлических жидкостей, а также в пленкообразующих ингибированных составах на водной основе.

ВОДОРОДНОЕ ТОПЛИВО – потенциальное *альтернативное топливо*, интерес к к-рому определяется его отличными экологическими свойствами (при сгорании образуется практически только вода), высокими энергетическими свойствами (теплота сгорания – 120 Мдж/кг), неограниченной

сырьевой базой. Как моторное топливо для автомобилей применимо в трех видах:

• непосредственно водорода;

• в смеси с традиционными нефтяными топливами;

• в виде топлива для *топливных элементов*.

Хотя производство такого топлива, необходимая инфраструктура, обеспечение средств заправки и хранение составляют трудно решаемые проблемы, в настоящее время уже появились технические возможности использования водорода в виде топлива.

ВОДОСМЕШИВАЕМЫЕ СОТС выпускаются, как правило, в виде концентратов, а применяются в виде водных растворов, эмульсий и микроэмульсий заданной концентрации (1-15% масс.). Они имеют высокую охлаждающую способность и пожаробезопасность, низкую стоимость рабочих растворов. Недостатком В. СОТС является сравнительно низкая смазывающая способность и соответственно невозможность их применения при особо трудных условиях металлообработки, а также необходимость проведения утилизации отработанных растворов СОТС.

В. СОТС по составу делятся на эмульсионные, синтетические и полусинтетические.

Эмульсионные СОТС (эмульсолы) – продукты на основе минерального масла, эмульгаторов, ингибиторов коррозии, присадок различного функционального назначения. Выпускаются в виде масляных концентратов. В качестве базовых для эмульсолов применяют масла средней вязкости. Содержимое минерального масла в эмульсолах составляет до 85% масс. При растворении в воде концентраты дают молочно-белые или бежевые *эмульсии* (размер капель около 2 мкм). Наличие в составе масла ароматических углеводородов положительно влияет на стабильность концентрата СОТС и его эмульгируемость. Для получения устойчивых эмульсий необходимо наличие третьей фазы – *эмульгатора*.

Синтетические СОТС – продукты на основе ПАВ, ингибиторов коррозии, присадок различного функционального назначения, гликолей, электролитов, воды и т.д. Они не содержат минеральных масел. При растворении в воде дают прозрачные или полупрозрачные растворы. В качестве основы синтетических СОТС применяются полиалкиленгликоли – линейные полимеры окиси этилена и окиси пропилена со спиртами, гликолями, аминами, кислотами. Они обладают многими ценными свойствами: достаточной смазывающей способностью, химической и физической стабильностью, устойчивостью в воде повышенной жесткости. В качестве основы применяются и другие полимеры. Антикоррозионные свойства синтентических СОТС усиливаются введением в композицию алканоламинов, боратов, нитритов и других известных водорастворимых ингибиторов коррозии. Содержание воды в концентратах синтетических СОТС может достигать 50% масс. и выше. Для производства концентрата СОТС применяется питьевая (ГОСТ 2874) или деминерализованная вода.

Полусинтетические СОТС – продукты на основе ПАВ, ингибиторов коррозии, присадок функционального действия, различных добавок, в том числе, и минерального масла. Содержание масла может доходить до 40% масс. СОТС могут содержать воду в незначительных количествах или до 50% масс. и выше. При растворении в воде дают прозрачные или полупрозрачные микроэмульсии (размер капель 0,05 мкм). В основе создания полусинтетических СОТС лежит явление *солюбилизации*.

Выбор базовых компонентов и присадок – см. *Жидкие СОТС*.

ВОДОСТОЙКОСТЬ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК – способность смазок не растворяться в воде (см. *Растворимость пластичной смазки в воде*), не смываться водой с поверхностей трения (см. *Смываемость пластичной смазки*), существенно не изменять своих свойств при попадании в них небольших количеств воды (см. *Изменение свойств пластичной смазки вследствие попадания воды*), иметь низкую проницаемость по отношению к воде и ее парам (см. *Влагопроницаемость пластичной смазки*), а также влагопоглощение (см. *Гигроскопичность пластичной смазки*) и т.п.

Водостойкость – важная характеристика смазок, работающих в наружных механизмах морских и речных судов, барж, подводных лодок, в узлах шасси различных транспортных средств и других механизмах, когда не исключено вымывание смазки водой или замешивание воды в смазке.

Стандартного метода (ГОСТ) по определению В.п.с. нет. При необходимости в каждом отдельном случае в НТД записывают определенную методику: кипячение в горячей воде, смываемость с вращающегося подшипника или с пластины под действием регламентированной струи, используются приборы «Аквадин», «Водоток» и др.

За рубежом водостойкость смазок оценивают по стандартам ASTM D 1264, FTMS 3252; 3463; 5415, IP 215, DIN 51807, «Фиат 50512» и др.

ВОЕННЫЕ СПЕЦИФИКАЦИИ МОТОРНЫХ МАСЕЛ. Военные ведомства ряда стран формулируют требования к моторным маслам для транспортных средств армии и боевых машин в собственных спецификациях. Для упрощения снабжения армии моторными маслами в спецификации

вводят ограниченное число классов вязкости, предпочтительны *универсальные моторные масла*, работоспособные в агрегатах трансмиссий. Наиболее известна спецификация армии США MIL-L-2104, к-рая в последней редакции получила новое обозначение MIL-PRF-2I04G. Военные спецификации европейских стран имеют следующие обозначения: Англия – DEF, Германия – TL, Франция – DCEA. Имеются военные спецификации на *масла для судовых дизелей*, например, американская MIL-L-9000 (Ships) или английская DEF-2101.

ВОЗДЕЙСТВИЕ РЕАКТИВНОГО ТОПЛИВА НА ГЕРМЕТИК, ПРИМЕНЯЕМЫЙ ДЛЯ ГЕРМЕТИЗАЦИИ ТОПЛИВНЫХ БАКОВ – показатель, включенный в КМКО. Определяют по методу, основанному на оценке изменения твердости герметика после выдержки его в испытуемом топливе при повышенной т-ре. В два стеклянных стакана емкостью по 400 мл заливают по 150 мл испытуемого топлива. В топливо помещают на подвесках по два образца тиоколового герметика марки У30МЭС-5 в форме лопаток типа 2 (ГОСТ 21751). Стаканы устанавливают в герметично закрывающиеся металлические бомбы, к-рые помещают в гнезда термостата. Соотношение объемов «топливо – воздух» в бомбах – 1:3. Продолжительность испытания 4 ч при 130°С. После испытания с помощью твердомера определяют твердость лопаток герметика. Считают, что топливо прошло испытания, если после контакта с ним уменьшение твердости герметика составляет не более 10 ед. ТИР.

ВОЗДЕЙСТВИЕ РЕАКТИВНОГО ТОПЛИВА НА РЕЗИНЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ТОПЛИВНЫХ АГРЕГАТАХ – показатель, включенный в КМКО. Оценивается по методу ЦИАМ или по методу 25 ГосНИИ МО РФ. Метод ЦИАМ проводят в две стадии:

• первая – производится обработка лопаток из резины ИРП-1078 в обескислороженном цетане при 150°С в течение 4 ч. На этой стадии из резины экстрагируются антиоксиданты. Обескислороживание цетана производится до его нагрева для предотвращения его окисления кислородом воздуха при нагреве. Металлическая бомба с размещенным в ней стеклянным стаканом, заполненным цетаном (200 см³), и тремя подвешенными в цетане резиновыми лопатками в течение 20 мин продувается инертным газом (азотом или гелием) расходом 100 см³/мин, либо проводится вакуумирование и заполнение бомбы трижды инертным газом;

• вторая – обработанные в цетане образцы резины выдерживаются в испытуемом топливе (150 см³) в термостате при 140°С в течение 4 ч. В надтопливном пространстве герметичной бомбы, в к-рую помещается стеклянный стакан с испытуемым топливом и двумя резиновыми лопатками, присутствует воздух, необходимый для протекания окислительных процессов в топливе. Объемное соотношение топлива и воздуха – 1:3.

После завершения испытания измеряют на разрывной машине предел прочности при растяжении и относительное удлинение образцов резины. Считается, что топливо прошло испытания, если после контакта с ним образцы резины имеют предел прочности не менее 8,5 МПа и относительное удлинение не менее 100%.

По методу 25 ГосНИИ МО РФ четыре лопатки резины марки ИРП-1078 выдерживают в нагретом циркулирующем топливе, через к-рое барботируется воздух. В процессе испытания поддерживают т-ру топлива у лопаток резины на уровне 135°С. Испытание проводится тремя этапами по 3 ч каждый. После каждого этапа топливо заменяется на свежее. По окончании испытания для каждой из лопаток определяют предел прочности и относительное удлинение. Считается, что топливо прошло испытание, если за три его этапа предел прочности и относительное удлинение резины не изменились более чем на 50% по отношению к соответствующим величинам для исходного (до испытания) состояния резины.

ВОЗДЕЙСТВИЕ СОТС НА ЛАКОКРАСОЧНЫЕ ПОКРЫТИЯ – свойство СОТС ухудшать состояние лакокрасочного покрытия (потеря блеска, изменение цвета, растрескивание, шелушение, отдельные очаги ржавчины) металлообрабатывающего оборудования или быть нейтральными к ним.

Влияние СОТС на лакокрасочные покрытия оценивают по ГОСТ 9.403 и ГОСТ 9.407. Сущность испытаний заключается в определении внешнего вида покрытий после воздействия на них жидкости в течение заданного времени при т-ре 20±2°С.

Масляные СОТС, как правило, нейтральны по отношению к лакокрасочному покрытию, водоэмульсионные (в зависимости от состава) могут оказывать незначительное влияние или быть нейтральными, полусинтетические и синтетические – более агрессивны.

ВОЗДЕЙСТВИЕ СОТС НА РЕЗИНУ – свойство СОТС вызывать набухание или растворение резины или быть нейтральной к ней. В процессе эксплуатации СОТС, постоянно соприкасаются с резиновыми элементами металлорежущих станков. Как правило, они не индифферентны по отношению к резине, при длительном контакте с СОТС возможно растворение или набухание резины. При этом сопротивление ее надрезу, истиранию, старению уменьшается, резко снижается механическая прочность.

Степень набухания или растворения резины зависит от компонентного состава СОТС, химической природы присадок и их концентрации.

Наименьшее отрицательное влияние на резину среди масляных СОТС оказывают неактивные продукты, содержащие небольшое количество присадок. Активные масляные СОТС, содержащие хлор, серу вызывают набухание и растворение резины. Среди водосмешиваемых СОТС отрицательное воздействие на резину могут оказывать эмульсионные продукты, содержащие большое количество минерального масла и активные присадки, синтетические или полусинтетические СОТС с высокой щелочностью и высоким содержанием активных компонентов.

Воздействие СОТС на резину определяется при его разработке и в дальнейшем гарантируется стабильностью его компонентного состава и технологией приготовления. Определение стойкости резино-технических изделий станочного оборудования к воздействию СОТС определяется по методике, сущность которой заключается в выдерживании образцов резины в среде СОТС при заданной т-ре и продолжительности. Влияние СОТС оценивают по изменению массы и размеров образцов резины (ГОСТ 9.030).

ВОСК БУРОУГОЛЬНЫЙ – *модификатор* композиции на основе твердых углеводородов. Представляет собой сложную смесь эфиров, спиртов и углеводородов, т-ра плавления 80–100°С. Повышает т-ру плавления композиции и её твёрдость. Получают экстракцией органическими растворителями из некоторых сортов бурого угля.

ВОСК НЕФТЯНОЙ – группа сложных органических веществ. По физико-механическим свойствам подобен *воскам природным*. Представляет собой твёрдый пластичный при комнатной т-ре продукт (иногда гибкий) с т-рой плавления 40–64°С. Содержит менее 50% масс. *н-алканов*. В состав В.н. входит также смесь малоразветвленных твёрдых парафинов, изоалканов с нафтеновыми и ароматическими углеводородами, имеющими длинные боковые цепи нормального строения. Содержание масла в В.н. достигает 20% масс. В.н. широко применяют в различных отраслях промышленности.

В.н. обладают высокими эластичностью и дуктильностью, низкой т-рой морозостойкости и низкими прочностными свойствами. Их используют как в чистом виде, так и в виде компонентов смесей для улучшения морозостойкости и эластичности; применяют для сушки и консервации древесины, в качестве разбавителя масляных антисептиков и др.

В России В.н. производят для терморегуляторов, используют в резиновой промышленности в качестве физических антиокислителей (*антиозонантов*) и мягчителей резин, для пропитки фанеры и деревянных изделий, в качестве *теплоаккумулирующих материалов* и др.

ВОСК ПЧЕЛИНЫЙ – *модификатор* композиций на основе твердых углеводородов. Представляет собой смесь эфиров одноосновных карбоновых кислот и высших одноатомных спиртов, а также углеводородов нормального строения и др. Т-ра плавления 60-70°С. Придает композиции текучесть, блеск, пластичность, легкую эмульгируемость с водой и др.

ВОСКИ ДЛЯ ПРЕССОВОГО ПРОИЗВОДСТВА используются при изготовлении рабочих моделей и оснастки для штампов и пресс-форм в прессовом производстве на предприятиях автомобильной и др. отраслей машиностроения.

Восковой лист ЛК-4С (ТУ 38.101300–81) – парафино-церезиновая композиция с полимерными добавками и красителем красного цвета. Предназначен для изготовления модельной оснастки в прессовом производстве. Выпускают в виде листов (пластин) размером 450х1000х0,8 мм. Т-ра размягчения 60-66°С, кинематическая вязкость при 100°С 15-18 мм²/с.

Восковой лист ЛЖ-4 (ТУ 38.101452–80) предназначен для изготовления рабочих моделей в прессовом производстве. Имитирует листовой металл разной толщины. Выпускают в виде листов (пластин) размером 305х610х(0,75–3,0) мм, к-рые с одной стороны покрывают невысыхающим клеем ГИПК-225 для обеспечения прилипаемости листов к мастер-модели. Для предотвращения слипания восковые листы перекладывают антиадгезионной силиконизированной бумагой, к-рую перед использованием листов отделяют без нарушения клеевого слоя. Цвет от жёлтого до коричневого, т-ра плавления, 120–135°С, испытание на ударную прочность выдерживает.

Восковая паста ЦСМ-1 (ТУ 101344–77) – смесь высокоплавкого нефтяного церезина, скипидара и уайт-спирита. Применяется в качестве разделительного слоя при изготовлении модельной оснастки прессового производства.

ВОСКИ ДЛЯ РЕЗИН – применяют для защиты резин от отрицательных атмосферных воздействий, теплового и светоозонного старения, а также в качестве мягчителей резин. Хорошая растворяющая способность по отношению к ряду веществ и пониженная газопроницаемость *твёрдых углеводородов* позволяют использовать их в качестве мягчителей резин и пластмасс, физических *антиозонантов* и растворителей химических антиокислителей для защиты резиновых изделий от светоозонного растрескивания и механического воздействия.

В качестве физических антиозонантов используют твёрдые углеводороды с т-рой плавления 50–70°С, а также сплавы нефтяного и синтетического церезинов, петролатума и т.п.

ВОСКИ ДЛЯ ТЕРМОРЕГУЛЯТОРОВ – узкие фракции твёрдого парафина, нефтяного или синтетического церезина и их смесей. Применяют в датчиках т-ры, реагирующих на изменение объёма воска при его плавлении и кристаллизации (см. *Синтетические церезины для терморегуляторов* и *Специальные воски для датчиков т-ры*).

ВОСКИ ЗВ-1, ЗВ-2у – защитные воски для резин. Воск ЗВ-1 получен на основе твёрдых углеводородов, выделенных из фильтрата обезмасливания высокоплавкого твёрдого парафина, воск ЗВ-2у – на основе того же сырья с добавкой фракций петролатума.

ВОСКИ ПРИРОДНЫЕ – твёрдые пластичные органические вещества. Разделяют на животные (*воск пчелиный, ланолин*), *воски растительные*, выделенные из растений, воски ископаемые, выделенные из каменного угля или торфа (*воск бурогольный*) и др. В.п. представляют собой сложные смеси органических спиртов, кислот, эфиров и углеводородов и по химическому составу и физико-механическим свойствам близки к пчелиному воску.

В.п. применяют при производстве *композиций на основе твердых углеводородов* в качестве добавок модифицирующих для повышения гибкости, адгезии, твёрдости, прочности при сжатии, разрыве и изломе, морозостойкости, пластичности и эмульгируемости в воде. При создании *водно-воскового состава* используют в качестве эмульгатора. Широкому использованию В.п. препятствует относительно высокая цена и их дефицитность.

ВОСКИ РАСТИТЕЛЬНЫЕ (*Карнаубский воск, Канделильский воск, Даммарова смола* и др.) являются *добавками* в композиции *на основе твердых углеводородов*. Представляют собой сложную смесь органических веществ, в частности сложных эфиров. Получают из растительных материалов.

ВОСКОВАЯ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННАЯ КОМПОЗИЦИЯ ЭВК-4НМу (ТУ 38.1011178–88) – церезинополимерная композиция с добавлением антипиренов. Предназначена для пропитки и герметизации телевизионных трансформаторов строчной развертки. Представляет собой чешуйки или монолит в форме тары от светло-жёлтого до коричневого цвета. Нормируются: удельное объёмное электрическое сопротивление при 20°С – не менее $1 \cdot 10^{14}$ Ом•см; тангенс угла диэлектрических потерь при 20°С и 10^6 Гц – не более 0,003; диэлектрическая проницаемость при 20°С и 10^6 Гц – не более 2,5.

Т-ра каплепадения 105°С, условная вязкость на ВЗ-4 – 15 с, испытание на невоспламеняемость выдерживает.

ВОСКОВОЙ СПЛАВ СДС-13М ДЛЯ СЫРОВ (ТУ 38.101225–94) представляет собой смесь глубокоочищенного нефтяного воска с полимерными добавками. В качестве основы применяют воск ВН-2 (ТУ 38.401210–93) – фракция парафиновых углеводородов, выделенных обезмасливанием смеси петролатума и целевого фильтрата, полученного в процессе обезмасливания широкой фракции гача. Для использования в сплаве СДС-13М воск ВН-2 подвергают глубокой очистке.

ВОСПЛАМЕНЕНИЕ ОТ НАГАРА – см. *Поверхностное воспламенение*.

ВОСПЛАМЕНЯЕМОСТЬ – **1.** Эксплуатационное свойство, характеризующее особенности и результаты процессов воспламенения смесей паров топлива с воздухом (ГОСТ 4.25).

2. Эксплуатационное свойство, характеризующее пожароопасные свойства ГСМ. Определяется показателями качества: температурные и концентрационные пределы воспламенения, т-ра вспышки, самовоспламенения.

ВОСПРОИЗВОДИМОСТЬ МЕТОДА – степень близости одного к другому независимых результатов испытаний, полученных одним и тем же методом на идентичном материале в разных лабораториях, разными операторами, с использованием различного оборудования (ГОСТ Р 8.580, ISO 4259).

Вероятностными характеристиками (статистическими оценками), показателями воспроизводимости результатов испытаний являются среднее квадратическое отклонение результатов испытаний в условиях воспроизводимости, дисперсия в условиях воспроизводимости.

Предел воспроизводимости *R* – абсолютное значение разности двух результатов испытаний в *условиях воспроизводимости* с доверительной вероятностью 95% (ГОСТ Р 8.580, ISO 4259).

Традиционно в стандартизованных национальных и зарубежных методах испытаний буквенному обозначению *R* соответствует значение предела воспроизводимости, определение к-рого не приводится. Значение *R* приводится в разделе «Точность» (прецизионность). Воспроизводимость *R* – расхождение между двумя отдельными и независимыми результатами испытаний, полученными разными операторами, работающими в разных лабораториях на идентичном исследуемом материале в длительном процессе работы, при правильном выполнении метода испытаний не может превысить значения, установленные с доверительной вероятностью 95%.

ВРЕМЕННАЯ ПРОТИВОКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА – защита от коррозии металлов и изделий на время их изготовления, эксплуатации, хранения и транспортирования *средствами временной противокоррозионной защиты*, удаляемыми перед использованием металлов и изделий по назначению или не требующих удаления, если они не препятствуют их использованию (ГОСТ 9.103 ЕСЗКС). Под эксплуатацией, в данном случае, следует понимать период кратковременного хранения изделий в процессе эксплуатации до момента его использования по назначению. В.п.з. металлических полуфабрикатов, заготовок, деталей и сборочных единиц изделия при их изготовлении, ремонте и техническом обслуживании называется *межоперационной противокоррозионной защитой*. Общие требования к В.п.з. регламентируются ГОСТ 9.014 ЕСЗКС. Средства и методы В.п.з. (варианты защиты) выбирают в зависимости от вида и конструктивных особенностей изделия (группы изделия), принятой технологии его изготовления, необходимого *срока временной противокоррозионной защиты*, условий *транспортирования*, *хранения* и эксплуатации, требований к *расконсервации*, товарному виду и сохранению эксплуатационных параметров, к техническому обслуживанию изделия в процессе хранения, от экономической целесообразности,

В зависимости от применяемых средств различают 12 вариантов защиты (табл. В-4).

В.п.з. подлежат изделия с металлическими поверхностями, а также с металлическими и неметаллическими неорганическими покрытиями. **Изделия в зависимости от конструктивных признаков, влияющих на выбор варианта В.п.з., разделяют на группы:**

I – изделия простой формы из черных и цветных металлов или их сочетаний, с металлическими и неметаллическими неорганическими покрытиями или без них (винты, гайки, гвозди, инструмент для монтажа, валы, оси, шестерни, блоки цилиндров, баки, резервуары, крылья автомобилей и т.п.);

II – изделия сложной формы, различных габаритных размеров из черных и цветных металлов или их сочетаний, с металлическими и неметаллическими неорганическими покрытиями или без них; возможно наличие неметаллических материалов (ДВС, станки, карданные валы, карбюраторы, подшипники, теплообменники и т.п.);

III – изделия из черных и цветных металлов, неметаллических материалов; возможно наличие точно обработанных поверхностей, движущихся деталей, электронных и оптических устройств (контрольно-измерительные и оптические приборы, электротехнические изделия, изделия электронной техники);

IV – изделия простой формы из черных или цветных металлов, с металлическими и неметаллическими неорганическими покрытиями или без них (листы, ленты, прутки, болванки и т.п.);

V – изделия из черных металлов, крупногабаритные, сложной формы (мостовые конструкции, опоры, судовые конструкции и т.п.).

В-4. Варианты временной противокоррозиоиной защиты

Обозначение варианта защиты	Характеристика варианта защиты
ВЗ-1	Защита консервационными маслами изделий из черных и цветных металлов
ВЗ-2	Защита рабоче-консервационными маслами изделий из черных и цветных металлов
ВЗ-4	Защита консервационными смазками изделий из черных и цветных металлов
ВЗ-7	Защита снимаемыми ингибированными полимерными покрытиями изделий из черных и цветных металлов
ВЗ-8	Защита смываемыми ингибированными покрытиями изделий из черных и цветных металлов
ВЗ-10	Защита с помощью статического осушения воздуха изделий из черных и цветных металлов
ВЗ-11	Защита с помощью динамического осушения воздуха изделий из черных и цветных металлов
ВЗ-12	Защита контактными ингибиторами коррозии изделий из черных металлов
ВЗ-13	Защита контактными ингибиторами коррозии изделий из черных и цветных металлов
ВЗ-14	Защита летучими ингибиторами коррозии изделий из черных металлов
ВЗ-15	Защита летучими ингибиторами коррозии изделий из черных и цветных металлов
ВЗ-16	Защита изделий с помощью инертной атмосферы или осушенным воздухом

Условия хранения, транспортирования и эксплуатации в зависимости от характеристики атмосферы (сельская, промышленная и морская) и макроклимата (умеренный, холодный, сухой тропический и влажный тропический) условно можно разделить на следующие основные категории:

Л (легкие) – отапливаемые склады и помещения с регулируемыми параметрами (т-рой и влажностью) атмосферы в любых макроклиматических районах;

С (средние) – неотапливаемые хранилища, где колебания т-ры и влажности воздуха несущественно отличаются от колебаний на открытом воздухе, в макроклиматических районах с умеренным и холодным климатом;

Ж (жесткие) – навесы и открытые площадки в макроклиматических районах с умеренным и холодным климатом в условно-чистой (сельской) атмосфере;

ОЖ (особо жесткие) – открытые площадки в любых макроклиматических районах, в том числе в районах с тропическим климатом, в атмосфере любых типов.

ОТ (особо тяжелые) – условия, складывающиеся при контакте металлоизделий с особо агрессивными средами (например, с кислотами, сероводородсодержащим газом или электролитом), работе (эксплуатации) металлоизделий при повышенной солнечной радиации и резком перепаде температур, а также условия, при которых наблюдаются газовая или почвенная коррозии, биокоррозия, коррозионно-механическое изнашивание.

Для достижения более длительных сроков защиты металлоизделий в условиях Ж, ОЖ и ОТ необходимо сочетание В.п.з. и *постоянной противокоррозионной защиты*.

Методы испытаний по оценке В.п.з. и консервации включают в себя (ГОСТ Р 9.517):

• оценку средств В.п.з. на *применяемость*;

• *контроль применения средств В.п.з.* при консервации изделий;

• *оценку В.п.з. законсервированных изделий* при воздействии факторов окружающей среды, характерных при транспортировании и хранении.

ВРЕМЯ ВЫСЫХАНИЯ ПИНС характеризует кинетику испарения растворителя при нанесении ПИНС на металлическую поверхность. Определяют время предварительного высыхания (схватывания) и время полного высыхания. Для оценки времени схватывания (мин) стальную пластину размером 50х50х5 мм погружают на 1 мин в стакан с продуктом до середины длины пластины (до контрольной черты). После этого пластину вынимают и выдерживают в горизонтальном положении в течение предполагаемого времени схватывания. Затем пластину переводят в вертикальное положение и фиксируют время, после к-рого ПИНС не перетекает за контрольную черту на пластине. Испытания проводят при комнатной т-ре.

Время полного высыхания пленки – это время (ч) доведения массы пластинки с нанесенным слоем ПИНС до постоянной значения. На стальную пластину размером 50х50х5 мм окунанием в течение 1 мин наносят ПИНС, подвешивают пластину вертикально и высушивают ее при комнатной т-ре до достижения постоянной массы.

Наряду с оценкой В.в. ПИНС можно рассчитать *толщину Т* (см) *защитной пленки* по расходу ПИНС и плотности пленки:

$T=(m_1-m_2)/(S\rho)$,

где m_1 и m_2 – массы пластины без продукта и с продуктом, г; ρ – плотность пленки, г/см³; S – площадь пластины, см².

ВСЕМИРНАЯ ТОПЛИВНАЯ ХАРТИЯ (ВТХ) – нормативно-методическая разработка ряда мировых производителей автомобильной техники, рекомендующая нормы качества автомобильных топлив. Первая редакция документа была принята в 1998 году, последующие – в 2000, 2002 и 2004 годах.

Топливные рынки в зависимости от уровня нормативов по вредным выбросам разделены на четыре категории (**табл. В-5–В-9**):

1 – минимальные ограничения (или отсутствие). Основное внимание уделяется эксплуатационным характеристикам;

2 – строгое нормирование (*Евро-2*, США – 0 или 1 ступень (Tier 0 or 1), а также эквивалентные);

3 – ужесточенное нормирование (*Евро-3*, *-4*, США – Tier 2, Калифорния – LEV, ULEV, а также эквивалентные);

4 – наиболее ужесточенное нормирование, требующее применение сложных систем обработки отработавших газов (*Евро-4* со сниженным расходом топлива, США – Tier 2, Калифорния – LEV 2, а также эквивалентные).

В-5. Рекомендации ВТХ к качеству автомобильных бензинов

Показатели	Категория рынка		
	1	2	3/4
1	2	3	4
Октановое число, не менее, по методу: исследовательскому	91; 95; 98	91; 95; 98	91; 95; 98
моторному	82; 85; 88	82,5; 85; 88	82,5; 85; 88
Индукционный период окисления, мин, не менее	360	480	480
Содержание серы, % масс., не более	0,1	0,02	0,003/ 0,0005
Содержание металлов (Fe, Mn, Pb, др.)	Отсутствие		
Концентрация кислорода, %, не более	2,7		
Содержание олефиновых углеводородов, % об., не более	–	20	10

Окончание табл. В-5

1	2	3	4
Содержание ароматических углеводородов, % об., не более	50	40	35
Содержание бензола, % об., не более	5,0	2,5	1,0
Смолы, мг/100 см³, не более: промытые непромытые	5 70	5 70	5 30
Плотность при 15°С, кг/м³	715–780	715–770	715–770
Испытания на медной пластинке	Выдерживают, класс 1		
Квалификационная оценка бензинов			
Чистота карбюратора (по методу CEC F-03-T), баллы, не менее	8		
Чистота топливной форсунки, снижение пропускной способности (по методу ASTM D 5598–95a), %, не более	10	5	5
Зависание впускного клапана (по методу CEC F 16-T)	–	Выдерживают	
Чистота впускного клапана (по методу CEC F-04-A), баллы, не менее	9		
Чистота впускных клапанов, мг/клапан, не более: метод 1 (CEC F-05-A) метод 2 (ASTM D 5500) метод 3 (ASTM D 6201)	– – –	50 100 90	30 50 50
Отложения в камере сгорания: метод 1 (ASTM D 6201), % от базового топлива, не более метод 2 (CEC F-20-A), мг/двигатель, не более	– –	140 3500	140 2500

В-6. Показатели испаряемости бензинов согласно ВТХ (2002 г.) для рынка категории 1

Показатели	Класс испаряемости				
	A	B	C	D	E
1	2	3	4	5	6
Т-ра применения, °С	>15	5–15	–5… +5	–5… –15	<–15
Давление насыщенных паров, кПа	45–60	55–70	65–80	75–90	85–105

Окончание табл. В-6

1	2	3	4	5	6
Фракционный состав, °С: 10%, макс. 50% 90% конец кипения, не выше	70	70	65 77–110 130–190 215	60	55
Фракционный состав, % об: 70°С 100°С 180°С, не менее	15–45 50–60 85	15–45 50–65 85	25–45 50–65 85	25–47 55–70 85	25–47 55–70 85

В-7. Показатели испаряемости бензинов согласно ВТХ (2002 г.) для рынков категорий 2–4

Показатели	Класс испаряемости				
	A	B	C	D	E
Т-ра применения, °С	> 15	5–15	–5… +5	–5… –15	< –15
Давление насыщенных паров, кПа	45–60	55–70	65–80	75–90	85–105
Фракционный состав, °С: 10%, макс. 50% 90% конец кипения, не выше	65	60	55 77–110 130–175 195	50	45
Фракционный состав, % об: 70°С 100°С 180°С, не менее	20–45 50–65 90	20–45 50–65 90	20–45 50–65 90	25–47 55–70 90	25–47 55–70 90
Индекс перегонки, макс.	570	565	560	555	550

Примечание. Индекс перегонки определяется по формуле: ИП=1,5T_{10}+3T_{50}+T_{90}+11O_2, где O_2 — содержание спиртов в пересчете на кислород, %масс. Для эфиров поправку на кислород не учитывают

В-8. Классификация бензина по его склонности к образованию паровых пробок

Класс испаряемости	Т-ра*, °С, минимальная	Т-ра применения, °С
1	60	≥ 43
2	56	< 43
3	51	< 36
4	47	< 29
5	41	< 21
6	35	< 14

*Т-ра, при которой в регламентированных ГОСТ 22055 (аналогичном методу ASTM D 2633) условиях соотношение объемов пара и жидкости достигает 20. Примечание. Применение теста по классу паровой пробки в ASTM D 4814

В-9. Рекомендации ВТХ к качеству дизельных топлив

Показатели	Категория рынка			
	1	2	3	4
Цетановое число, не менее	48	51	53	55
Цетановый индекс, не менее	48	51	53	55
Плотность при 15°С, кг/м^3	820–860	820–850	820–840	820–840
Вязкость при 40°С, мм^2/с	2–4,5	2,0–4,0		
Содержание, не более:				
серы, мг/кг	2000	300	50	10
металлов (Zn, Cu, Mn, Ca, Na), г/л	–	–	Отс.	Отс.
ароматических углеводородов, % масс.	–	25	20	15
полициклических ароматических углеводородов, % масс.	–	5	3	2
воды, мг/кг	500	200	200	200
Фракц. состав,°С, не выше:				
90% об.	–	340	320	320
95% об.	370	355	340	340
КК, °С	–	365	350	350
Т-ра вспышки, °С, не ниже	55			
Коксуемость, % масс., не более	0,3		0,2	
Т-ра помутнения	Не ниже самой низкой ожидаемой т-ры окружающей среды			
Окислительная стабильность по:				
методу 1, г/м^3, не более	25			
методу 2, время индукции	–	На стадии рассмотрения		
Объем пены, мл, не более	–		100	
Время исчезновения пены, с	–		Не более 15	
Биологическое загрязнение	–	0		
Содержание, % об., не более:				
метиловых эфиров жирных кислот	5	5	5	Отс.
этанола/метанола	Отс.	Отс.	Отс.	Отс.
Коррозионная активность меди	Класс 1			
Коррозионная активность железа	–	Не более чем легкая ржавчина		
Кислотное число, мг КОН/г	–	Не более 0,08		
Зольность, % масс., не более	0,01			0,001
Общее загрязнение твердыми частицами, мг/л	10			
Общее загрязнение твердыми частицами: распределение по размерам, баллы	–	18/16/13 согласно ISO 4406		
Внешний вид	Прозрачная жидкость			
Чистота инжекторов, % потерь воздушного потока	–	Не более 85		
Смазывающая способность – диаметр пятна износа, по трибометру HFRR, мкм	Не более 400			

ВСЕСЕЗОННЫЕ МОТОРНЫЕ МАСЛА по низкотемпературным характеристикам вязкости соответствуют одному из *зимних моторных масел*, а по высокотемпературным характеристикам вязкости одному из *летних моторных масел*, и при этом охватывает несколько *классов вязкости моторного масла*. Последнее необходимо оговорить особо, так как В.м.м. SAE 25W-20 не может существовать по характеристикам кинематической вязкости при 100°С (см. также *Классификация моторных масел SAE*). Большинство В.м.м. – это загущенные масла, содержащие макрополимерные присадки, повышающие *индекс вязкости*, но на основе *синтетических базовых компонентов* с высоким естественным индексом вязкости можно получить незагущенные В.м.м. Важнейшее преимущество последних – отсутствие деструкции вязкостных присадок и связанного с ней снижения вязкости масла в процессе работы. В силу специфики устройства и условий эксплуатации некоторых двигателей в них всесезонно применяют маловязкие масла, например, масло марки М-8В по ГОСТ 10541 всесезонно используют в бензиновых двигателях грузовых автомобилей ЗИЛ.

ВСПЕНИВАИМОСТЬ АВИАЦИОННЫХ МАСЕЛ. При прохождении через шестерни насоса, редукторы и др. агрегаты двигателя, а так же при разбрызгивании и взбалтывании масло насыщается воздухом. Воздух в масле может находиться в растворенном виде (7-10% об.); в виде воздушно-масляной эмульсии (50-60% об. и более) – когда мельчайшие пузырьки воздуха диспергированы по всей массе масла; в виде пены – когда большое количество воздуха, заключенное в тончайшую масляную пленку, образует на поверхности масла структуру с низким содержанием масла. Воздух, растворенный в масле, может способствовать образованию эмульсии, а воздушно-масляная эмульсия может при разрушении усиливать пенообразование.

При наличии в масле воздуха часто ухудшаются смазывающие свойства масла, снижается стабильность, повышается коррозионная агрессивность, увеличиваются потери масла, ухудшается надежность работы маслосистемы и т.д.

Наибольшую опасность представляет воздух в масле в виде пены и воздушно-масляной эмульсии.

ВТОРИЧНАЯ ПЕРЕГОНКА БЕНЗИНОВ – процесс получения из бензинового дистиллята первичной перегонки нефти более узких фракций, которые используют как сырьё каталитического риформинга для получения индивидуальных ароматических углеводородов – бензола, толуола, ксилолов, а также для получения высокооктанового компонента бензина.

Сырьём вторичной перегонки бензинов является широкая бензиновая фракция НК–180°С.

Продукты вторичной перегонки бензинов (**табл. В-10**):

• фракция НК–62°С – используется как компонент автомобильного бензина, сырьё установок изомеризации;

• фракция 62-85°С – сырьё установок каталитического риформинга, на которых вырабатывается бензол;

В-10. Характеристика сырья и продуктов блока первичной перегонки бензина

Фракция, °С	Плотность при 20°С, кг/м³	Содержание серы, % масс.	Октановое число (моторный метод)	Температура, °С, при которой перегоняется		
				10%	50%	90%
Сырьё						
НК–180	733	0,08	45,5	85	121	162
Продукты						
НК–62	646	0,007	70	–	–	–
62–85	695	0,02	53	70	72	79
85–120	723	0,04	48	93	103	114
120–140	744	0,07	40	124	127	132
140–180	766	0,14	30	144	155	175

• фракция 85–115(120)°С – сырьё установок каталитического риформинга, на которых вырабатывается толуол;

• фракция 115(120)–140°С – сырьё установок каталитического риформинга, на которых вырабатываются ксилолы;

• фракция 140–180°С – компонент товарного бензина и керосина, сырьё установок риформинга и гидроочистки керосина.

Вторичную перегонку бензинов осуществляют либо на самостоятельной установке, либо на частично (блоком) комбинированной установке ЭЛОУ-АВТ.

Принципиальная технологическая схема блока вторичной перегонки бензина приведена на **рис. В-7.**

Сырье – фракция НК–180°С (или НК–140°С) – после подогрева в печи *4* до 150°С при степени испарения после подогрева 23% подается во фракционирующую колонну *5* блока вторичной перегонки (возможно распределение сырья в колонне на две–четыре тарелки). Пары фракции НК–85°С с верхней части колонны *5* поступают в конденсаторы-холодильники *2*. Фракция НК–85°С после охлаждения примерно до 35°С собирается в емкости *1*, откуда часть забирается насосом и возвращается в колонну *5* в качестве орошения, а избыток поступает в колонну *3* в качестве сырья. С нижней части колонны *5* фракция 85-180°С (или 85-140°С) направляется в колонну *6*. Пары фракции НК–62°С с верхней части колонны *3* проходят в конденсаторы-холодильники *2*, а оттуда в емкость *1*. Избыток фракции НК–62°С выводится с установки через холодильник *9*. Фракция 62-85°С с нижней части колонны *3* забирается насосом и через холодильник *9* выводится с установки.

Пары фракции 85-120°С из колонны *6* после конденсации и охлаждения в конденсаторах-холодильниках *2* подаются в емкость *1*, откуда забираются насосом. Часть фракции направляется в колонну *6* как орошение, а избыток после холодильника *9* выводится с установки. Фракция 120–140°С выводится из колонны *6* как отпарной погон и подается в отпарную колонну *7*. Пары с верхней части отпарной колонны возвращаются в колонну *6*. С нижней части отпарной колонны стабильная фракция 120–140°С забирается насосом и через холодильник 9 выводится с установки. Тяжелая бензиновая фракция 140–180°С с нижней части колонны *6* прокачивается через кипятильник *8* и холодильник *9* в мерники. Температура нижней части колонн *3, 5, 6* поддерживается циркуляцией нижних продуктов с помощью насосов через печи *4*.

Материальный баланс установки (или блока) зависит от потенциального содержания узких фракций в бензиновом дистилляте, а также от четкости ректификации.

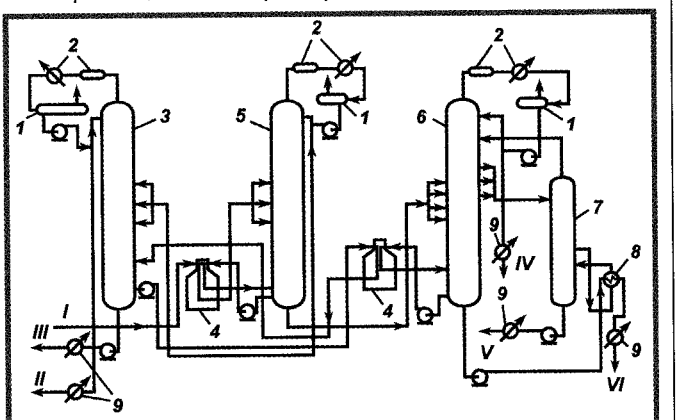


Рис. В-7. Схема блока вторичной перегонки бензина:

1 – емкости-сепараторы верхнего продукта; *2* – конденсаторы-холодильники; *3, 5, 6* – фракционирующие колонны; *4* – печи; *7* – отпарная колонна; *8* – кипятильник; *9* – холодильники; *I* – широкая бензиновая фракция; *II* – НК–62°С; *III* – 62-85°С; *IV* – 85-120°С; *V* – 120-140°С; *VI* – 140-180°С

Для сернистой нефти, типа ромашкинской, выход фракций приведен ниже, % масс. на бензин (А) и на нефть (Б):

Фракции	А	Б
Головная (НК–62°С)	10,6	2,0
Бензольная (62-85°С)	14,4	2,6
Толуольная (85-120°С)	23,4	4,2
Ксилольная (120-140°С)	17,6	3,2
Остаток (140-180°С)	34,0	10,5
Всего	100,0	22,5

В **табл. В-11** приведены параметры работы колонн установки вторичной перегонки бензинов.

В-11. Параметры работы колонн вторичной перегонки бензинов

Параметр	Колонна			
	3	5	6	7
Давление в верхней части колонны, МПа	0,3	0,2	0,2	1,2
Температура, °С, в части колонны:				
верхней	104	78	105	130
нижней	170	122	168	–
Диаметр колонны, м	3	2	3	1,2
Число тарелок, шт.	60	60	60	8
Расстояние между тарелками, мм	500	500	500	500
Кратность орошения	2:1	2,5:1	1,5:1	–

ВЫКРАШИВАНИЕ (питтинг) – образование ямок на поверхности трения в результате отделения частиц материала при *усталостном изнашивании* (ISO 4378/2–1983).

ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОСНОВАНИЯ МАННИХА – беззольные диспергирующие присадки к маслам. Представляют собой раствор продукта конденсации высокомолекулярного алкилфенола с формальдегидом и полиамином (по реакции Манниха) в масле. Обладают высокой термостабильностью и рекомендуются для использования в маслах, работающих в форсированных дизелях. Отечественная промышленность эти присадки не вырабатывает.

ВЫСОКООКТАНОВЫЕ КОМПОНЕНТЫ БЕНЗИНА – отличаются от *базовых компонентов бензина* повышенной детонационной стойкостью и групповым углеводородным составом, обеспечивают требуемое октановое число и в необходимых случаях корректируют углеводородный состав и *испаряемость бензина*.

Алкилат – продукт процесса алкилирования изобутана олефинами (преимущественно бутиленами). Представляет собой широкую бензиновую фракцию, состоящую почти целиком из изопарафиновых углеводородов. Идеальный высокооктановый компонент автомобильных и авиационных бензинов. Характеризуется высокой детонационной стойкостью (ОЧм=90÷98), низким давлением насыщенных паров. Химически стабилен, не содержит ароматических соединений, олефинов, серы. Низкочувствителен к методу оценки октановых чисел, что дает возможность его использования для повышения показателей детонационной стойкости бензина, регламентируемых различными методами.

Ароматические углеводороды (толуол, ксилолы) – химически стабильны, не содержат соединений серы. Факторы, ограничивающие их содержание в бензине, – установленные для товарной продукции нормы содержания ароматических углеводородов и удельной теплоты сгорания.

Изомеризат (изопентан-изогексановая фракция) – получают каталитической изомеризацией легкого прямогонного бензина. При этом значительно повышается его октановое число. ОЧм изопентана – 92,3; изогексана – 74,5-101,7. Химически стабилен, не содержит ароматических соединений, олефинов, серы. Улучшает показатели распределения детонационной стойкости по фракциям, особенно $ОЧи_{100}$ (см. *Распределение октанового числа по фракциям*). Фактор, ограничивающий содержание изомеризата в товарном бензине, – повышенная летучесть.

Кислородсодержащие компоненты (простые эфиры, спирты) – высокооктановые компоненты автомобильных бензинов. Химически стабильны, не содержат ароматических соединений, олефинов, серы. Улучшают показатели распределения детонационной стойкости по фракциям, особенно $ОЧи_{100}$. Факторы, ограничивающие их содержание в топливе, – низкая удельная теплота сгорания (для спиртов), фазовая стабильность, плохая совместимость с конструкционными материалами, а также нормирование содержания некоторых оксигенатов и суммарной концентрации кислорода в бензине.

Бутан – химически стабильнный высокооктановый компонент, вовлекаемый в состав автомобильного бензина. Содержание его ограничено из-за высокой летучести.

ВЫСОКОСЕРНИСТАЯ НЕФТЬ – сырая нефть, содержащая значительное количество коррозионных сернистых соединений (ISO 1998). Содержание серы – более 1,8%.

ВЫСОКОСЕРНИСТЫЙ НЕФТЯНОЙ КОКС – кокс с содержанием серы более 3,0%. Производят из высокосернистых нефтяных остатков (см. *Нефтяной кокс*), промышленными способами на установке замедленного коксования, кубовых установках и на установках термоконтактного коксования в псевдоожиженном слое). Технологии и режимы коксования практически не отличаются от условий получения *малосернистого нефтяного кокса* за

исключением необходимости усиления защиты оборудования от сернистых соединений. Продукты, полученные при производстве В.н.к. по процессу замедленного коксования, используют типичные потребители. В.н.к. в небольших объемах используют в подшихтовке в производстве анодной продукции для алюминиевой промышленности, что является вынужденным вследствие дефицита малосернистого кокса. Кроме повышенного содержания серы В.н.к. отличаются от малосернистых нефтяных коксов повышенным содержанием металлов, особенно ванадия, что является их недостатком при использовании в алюминиевой промышленности. По другим характеристикам, включая плотность, прочность, В.н.к. мало отличается от малосернистого нефтяного кокса. Остальная часть В.н.к. используется как топливо в цементной, химической промышленности и энергетике. В.н.к. производят по техническим условиям, согласованным производителями и потребителями.

Газы и дистиллятные продукты используются аналогично продуктам, полученным при производстве малосернистого нефтяного кокса. При необходимости дистиллятные продукты подвергают гидрогенизационному облагораживанию. За рубежом В.н.к. с содержанием серы более 3,0-4,0% используют в аналогичных отраслях промышленности.

Кубовый и порошкообразный В.н.к. в России не производятся. За рубежом порошкообразный В.н.к. производится в больших объемах на установках термоконтактного коксования.

Качество В.н.к. оценивается по показателям: влажность, массовая доля летучих веществ, содержание серы, зольность, массовая доля мелочи (см. *Нефтяной кокс*).

ВЫСОКОЩЕЛОЧНЫЕ ПРИСАДКИ К МАСЛАМ – зольные моюще-диспергирующие присадки с повышенной щелочностью (150-250 мг KOH/г) благодаря присутствию сверхстехиометрического количества катиона Ca, Ba, Mg и др. Наиболее широко применяют В.п.м. алкилфенолятного, сульфонатного, алкилсалицилатного типов.

ВЫСОТА НЕКОПТЯЩЕГО ПЛАМЕНИ – одна из характеристик сгорания реактивных топлив. Определение В.н.п. производится по методу ГОСТ 4338, сущность к-рого заключается в сжигании образца топлива в лампе с хлопчатобумажным фитилем и измерении по шкале максимальной высоты некоптящего пламени. Образец топлива (10-20 мл) сжигают в лампе и постепенно увеличивая пламя поднятием фитиля, фиксируют момент появления дыма. Затем уменьшают пламя до исчезновения дыма и в этот момент измеряют по шкале высоту пламени. Зарубежный метод определения В.н.п. по ASTM D 1322 аналогичен отечественному ГОСТ 4338.

ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ – см. *Экстрагирование*.

ВЯЗКОСТНО-ТЕМПЕРАТУРНЫЕ И НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ СВОЙСТВА СМАЗОЧНОГО МАСЛА зависят от химической природы базового масла, состава, органических соединений, входящих в него. Свойства базового масла могут изменяться при введении добавок (вязкостных или депрессорных), а также при использовании в качестве базового масла смесей различных органических соединений.

В соответствии с НТД вязкостно-температурные свойства масел характеризуются вязкостью при различных т-рах и индексом вязкости (ИВ). Низкотемпературные свойства характеризуются т-рой застывания (т.е. т-рой, при к-рой масло теряет подвижность) и вязкостью при низких т-рах.

ВЯЗКОСТНЫЕ ПРИСАДКИ К МАСЛАМ (загущающие) – органические полимерные соединения, растворимые в маслах, к-рые загущают масла и улучшают их вязкостно-температурную характеристику. Обеспечивают получение всесезонных и северных масел. Масла с В.п.м. сочетают в себе хорошие пусковые и антифрикционные свойства, характерные для маловязких масел при низких т-рах, и хорошие смазывающие свойства, характерные для высоковязких масел при высоких т-рах.

В.п.м. состоят из линейных полимерных молекул. Загущающий эффект присадки увеличивается с понижением вязкости и индекса вязкости базового масла. Эффект также зависит от химического состава базового масла.

Эффективная В.п.м. при т-ре, характерной для условий Севера, близка к выпадению в осадок (плохая *сольватация*, крупные клубки, отсутствие гидродинамического взаимодействия). При высокой (выше 40°C) т-ре молекулы линейных полимеров присутствует в вытянутом состоянии благодаря лучшей растворимости и сольватации и, менее склоны принимать форму клубков.

Молекулярные массы полимеров, применяемых в качестве В.п.м., составляют 10^4-10^6. Растворимость в масле снижается с повышением молекулярной массы, т.е. загущающий эффект увеличивается и растворы В.п.м. в маслах представляют собой неньютоновские жидкости, динамическая вязкость к-рых зависит от изменения скорости сдвига.

Большое значение для В.п.м. имеют их стабильность к механическому и термическому воздействию. Скорости сдвига, имеющие место, например, между поршнем и стенками цилиндра двигателя или в трансмиссиях, приводят к деструкции полимерных молекул на мелкие фрагменты. Вследствие снижения средней молекулярной массы присадки снижаются вязкость и индекс вязкости масла.

Термическое разложение приводит к деполимеризации молекул присадки и, как следствие, снижению вязкости масла.

В качестве В.п.м. наибольшее применение нашли *полиизобутилены, полиметакрилаты, сополимеры этилена с пропиленом, гидрированные полимеры* и *сополимеры диенов*.

В качестве В.п.м. применяют концентраты полиизобутилена с ММ от 4000 до 25000. Полимерные цепи, характеризующиеся относительной жесткостью вследствие многочисленных метильных боковых групп, приводят к значительному увеличению вязкости при низких т-рах, что ограничивает возможность широкого применения этого типа загустителей. Отечественной промышленностью вырабатываются загущающие присадки на основе полиизобутилена: КП-5, КП-10, КП-20. Полиметакрилаты как при высоких, так и при низких т-рах удовлетворительно повышают индекс вязкости, а некоторые из них снижают и т-ру застывания. В качестве В.п.м. полиметакрилатного типа в России производится присадка ПМА «В», применяется также ПМА «Д», к-рая проявляет в основном депрессорные свойства, и др.

Сополимеры этилена с пропиленом обладают высокой загущающей способностью и термической стабильностью. Гидрированные полимеры и сополимеры диенов обладают хорошей загущающей способностью и устойчивы к сдвигу. К ним относится отечественная присадка «Спектрол 2000».

ВЯЗКОСТЬ (ГОСТ 27674, ISO 1998/2) – объемное свойство жидкого, полужидкого и полутвердого вещества оказывать сопротивление при трении. Вязкость – внутреннее сопротивление жидкости к истечению.

ВЯЗКОСТЬ НЕФТЕПРОДУКТОВ. Вязкость, или внутреннее трение, – свойство жидкостей и газов оказывать сопротивление перемещению одной их части другой. Для характеристики нефтепродуктов используются показатели кинематической (ν), динамической (η) и условной вязкости.

Кинематическая вязкость характеризует степень подвижности нефтепродуктов, их прокачиваемость и время истечения жидкости определённого объёма под действием силы тяжести через калиброванный стеклянный вискозиметр. Определяется только для таких жидкостей, для к-рых напряжение сдвига пропорционально скорости деформации (*ньютоновские жидкости*, вязкость к-рых не зависит от касательного напряжения и градиента скорости). Если отношение касательного напряжения к градиенту скорости непостоянно, жидкость не является ньютоновской. Единица кинематической вязкости в системе СИ – м²/с, допускается кратная единица мм²/с.

Динамическая вязкость жидких нефтепродуктов – мера внутреннего трения и характеризует сопротивление действию внешних сил, вызывающих их трение. Единица измерения в системе СИ – паскаль·секунда (Па·с), на практике используется миллипаскаль·секунда (мПа·с). Динамическая вязкость – отношение напряжения сдвига к скорости сдвига.

Кинематическую вязкость в России определяют по ГОСТ 33 «Нефтепродукты. Прозрачные и непрозрачные жидкости. Определение кинематической вязкости и расчёт динамической вязкости», гармонизированному с ИСО 3104–94 с аналогичным наименованием.

Испытание проводят в строгом соответствии с установленными в ГОСТ 33 требованиями с использованием стеклянных капиллярных вискозиметров (**табл. В-12**).

В-12. Капиллярные вискозиметры для определения вязкости нефтепродуктов

Тип	Наименование	Пределы кинематической вязкости, мм²/с
	Для прозрачных жидкостей	
А	Вискозиметры Оствальда:	
	Канон-Фенске, обычный	0,5-20 000
	Цайтфукс	0,6-3000
	BS с U-образной трубкой	0,9-10 000
	BS /U/M-миниатюрный	0,2-100
	SIL	0,6-10 000
	Канон-Маннинг, полумикро	0,4-20 000
	Пинкевич	0,6-17 000
	ВПЖ-4, ВПЖТ-4 (ГОСТ 10028)	0,6-10 000
	ВПЖ-2, ВПЖТ-2 (ГОСТ 10028)	0,6-10 000
Б	Вискозиметры с висячим уровнем:	
	BSfIP/SL	3,5-100 000
	BSfIP/SL(S)	1,05-10 000
	BSfIP/MSL	0,6-3000
	Убеллоде	0,3-100 000
	Фитцсиманс	0,6-1200
	Атлантик	0,75-5000
	Канон-Убеллоде (А), Канон-Убеллоде с разбавлением	0,5-10 0000
	Канон-Убеллоде, полумикро	0,4-20 000
	ДИН Убеллоде	0,35-50 000
	ВПЖ-1, ВПЖТ-1 (ГОСТ 10028)	0,6-30 000
	Для прозрачных и непрозрачных жидкостей	
В	Вискозиметры с обратным истечением для прозрачных и непрозрачных жидкостей:	
	Канон-Фенске-непрозрачный	0,4-20 000
	Цайтфукс с перекрещивающимися трубками	0,6-100 000
	BS/IP/PF с U-образной трубкой с обратным истечением	0,6-300 000
	Ланц-Цайтфукс с обратным истечением	60-100 000
	ВНЖ, ВНЖТ (ГОСТ 10028)	0,6-30 000

Каждый диапазон кинематической вязкости требует ряда вискозиметров. Во избежание необходимости введения поправок на кинематическую энергию вискозиметры рассчитаны на время истечения более 200 с за исключением специальных указаний. Время истечения у вискозиметров должно быть не менее 200 с.

При измерении вязкости необходимо с большой точностью поддерживать т-ру в термостатирующем устройстве. Т-ру бани регулируют так, чтобы в интервале температур 15-100°С она не менялась более чем на ±0,02°С по всей высоте вискозиметра или в пространстве между вискозиметром и местом расположения термометра.

При испытаниях в капиллярных вискозиметрах шарик термометра, измеряющего т-ру жидкости термостата, должен находиться приблизительно на уровне середины капилляра вискозиметра, а отметка т-ры определения на шкале термометра должна быть в жидкости. Если отсчёт т-ры в жидкости невозможен, вводят поправку на выступающий столбик ртути или жидкости, заполняющий термометр.

Диаметр капилляра вискозиметра выбирают с таким расчётом, чтобы время истечения исследуемого нефтепродукта было не менее 200 с. При большем времени истечения (8-10 мин) возможны колебания т-ры, при меньшем возрастает значение возможной ошибки в отсчёте времени истечения.

Для определения кинематической вязкости при требуемой т-ре выбирают вискозиметр согласно приведённой выше таблице. Капиллярный вискозиметр должен быть установлен строго вертикально, без отклонений и выверен по отвесу. Несоблюдение приведённых предписаний может отразиться на точности определений.

Кинематическую вязкость ν (мм^2/с) рассчитывают по формуле $\nu=ct$, где c – калибровочная постоянная вискозиметра, мм^2/с^2; t – среднее арифметическое значение времени истечения, С.

Динамическую вязкость η вычисляют как произведение кинематической вязкости жидкости на её плотность ρ, г/см^3, при той же т-ре.

За рубежом для определения кинематической и расчёта динамической вязкости применяются следующие стандарты: ISO 3104, ASTM D 445, IP 71-1, EN ISO 3104. Все они идентичны по сущности метода. Различия касаются числа и видов рекомендованных для испытания вискозиметров. Время истечения жидкости определённого объёма под воздействием силы тяжести через капилляр калиброванного вискозиметра определяют при постоянной т-ре.

В отличие от ранее действовавшего ГОСТ 32–82 в ГОСТ 33–2000 (ИСО 3104–94) введено новое понятие «определяемость», связанное с определением времени истечения и предварительным расчётом кинематической вязкости. По двум измерениям времени истечения рассчитывают два значения кинематической вязкости. Если они согласуются в пределах установленного значения определяемости, то используют среднее арифметическое этих значений для окончательного расчёта кинематической вязкости. Если результаты не согласуются, то повторяют измерение времени истечения до тех пор, пока значения рассчитанной кинематической вязкости не будут согласовываться с установленной определяемостью.

Каждое значение определяемой кинематической вязкости ν_1 и ν_2 рассчитывают по измеренным временам истечения t_1 и t_2 и калибровочной постоянной вискозиметра c (мм^2/с^2) по уравнению $\nu_{1,2}=ct_{1,2}$, где $\nu_{1,2}$ – определённые значения кинематической вязкости ν_1 и ν_2 соответственно, мм^2/с; $t_{1,2}$ – измеренное время истечения образца t_1 и t_2 соответственно, с.

Кинематическую вязкость ν рассчитывают как среднее арифметическое ν_1 и ν_2 с учётом прецизионности метода.

Динамическую вязкость η рассчитывают на основании вычисленной кинематической вязкости ν и плотности ρ по формуле $\eta=\nu\ \rho\ 10^{-3}$, где η – динамическая вязкость, мПа·с; ρ – плотность, кг/м^3, при той же т-ре, что и при определении кинематической вязкости.

Наряду с расчётным методом определения динамической вязкости её можно определить экспериментальным методом, изложенным в ГОСТ 1929 «Нефтепродукты. Методы определения динамической вязкости на ротационном вискозиметре». В стандарте предусмотрено два метода: А – для смазочных масел (моторных и трансмиссионных) при низкой т-ре и Б – для мазутов.

Сущность метода по ГОСТ 1929 состоит в регистрации момента сопротивления вращению внутреннего цилиндра или конуса измерительного устройства с испытуемым нефтепродуктом при различных градиентах скорости сдвига, расчёте напряжения сдвига и динамической вязкости. Метод предусматривает использование ротационного универсального вискозиметра Реотест 2.1, позволяющего определять динамическую вязкость нефтепродуктов при положительных и отрицательных т-рах и работать в широком диапазоне градиентов скоростей.

Применение конкретного измерительного прибора и т-ра испытания должны оговариваться в нормативной документации на продукцию.

Условная вязкость. Для практической относительной оценки вязкости нефтепродуктов её часто выражают в относительных или условных единицах. Условная вязкость (ВУ) зависит как от метода её определения, так и от конструкции применяемого прибора. В разных странах приняты различные единицы ВУ. Такими единицами могут быть градусы ВУ, градусы Редвуда, секунды Сейболта и др. Вязкость товарных нефтепродуктов нормируют в единицах кинематической или условной вязкости, иногда в обеих единицах, в частности вязкость мазутов.

В России условную вязкость определяют по ГОСТ 6258 «Нефтепродукты. Метод определения условной вязкости» в вискозиметре типа ВУ.

Условной вязкостью называют отношение времени истечения 200 см³ исследуемой жидкости ко времени истечения такого же количества воды при т-ре 20°С.

Определение ВУ заключается в установлении времени истечения указанного объёма испытуемого нефтепродукта при заданной т-ре из вискозиметра типа ВУ, для к-рого заранее установлено его водное число, т.е. время истечения 200 см³ дистиллированной воды при 20°С. В стандартном приборе водное число должно быть не менее 50 и не более 52 с.

Большое значение для оценки качества смазочных материалов в условиях эксплуатации имеет зависимость вязкости от т-ры, выражаемая показателем **индекс вязкости** (ИВ). Для приближённой характеристики степени изменения вязкости в зависимости от т-ры для некоторых масел нормируется вязкость при 40 и 100°С, либо отношение вязкости при указанных т-рах. Чем меньше значение этого отношения, тем более пологой температурной кривой вязкости обладает масло. Для характеристики изменения вязкости смазочных масел в зависимости от т-ры рассчитывают ИВ. Расчёт проводят по ГОСТ 25371 (ИСО 2909-81) «Нефтепродукты. Расчёт индекса вязкости по кинематической вязкости». У масел с высоким индексом вязкости при изменении т-ры изменение вязкости относительно небольшое (пологая температурная кривая вязкости); у масел с низким ИВ – значительное.

ИВ – это сравнительная характеристика, в основе к-рой лежит сравнение вязкостно-температурной характеристики масла с характеристиками эталонных продуктов. Условно принято, что ИВ эталонного масла с пологой кривой вязкости равен 100, а ИВ эталонного масла с крутой температурной кривой равен нулю.

ВЯЗКОСТЬ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА – показатель, характеризующий (также как и *плотность дизельного топлива*) процессы испарения и смесеобразования в дизеле. Для дизельных топлив измеряется вязкость кинематическая. Отклонения вязкости от оптимальных значений приводит к нарушению работы топливоподающей аппаратуры, а также процессов смесеобразования и сгорания рабочей смеси. От В.д.т. зависит форма топливного факела, размеры образующихся капель топлива, дальность проникания их в камеру сгорания. Пониженная вязкость топлива (в пределах оптимальных значений) способствует его лучшему распыливанию, повышенная – укрупнению капель, неполному их сгоранию и как следствие увеличению расхода топлива и дымности отработавших газов.

При увеличении вязкости топлива возрастает сопротивление топливной системы, снижается наполнение насоса, что приводит к перебоям в его работе. При уменьшении вязкости утечка топлива между плунжером и втулкой возрастает, что ведет к снижению подачи насоса. Перевод двигателя на топливо с пониженными плотностью и вязкостью может привести к прогару головок поршня, в связи с чем требуется регулировка топливной аппаратуры.

Наименьшей вязкостью и наиболее пологой вязкостно-температурной кривой характеризуются алифатические углеводороды. Изомеры с двумя-тремя атомами углерода в боковых цепях характеризуются большей вязкостью, к-рая при охлаждении возрастает более резко, чем вязкость углеводородов нормального строения. Двойная связь в цепи алифатического углеводорода снижает вязкость. Ароматические и нафтеновые кольца в молекуле углеводорода повышают вязкость и ухудшают вязкостно-температурную зависимость. Бициклические углеводороды при одинаковой молекулярной массе с моноциклическими имеют более высокую вязкость и более крутую кривую зависимости вязкости от т-ры.

Кинематическую вязкость дизельного топлива определяют по ГОСТ 33. Зарубежные методы – EN ISO 3104–96 и ASTM D 445–04. В зарубежных стандартах, ГОСТ Р 52368–05 и ТУ 38.401-58-296–05 кинематическая вязкость нормируется при 40°С, в отечественных ГОСТ и ТУ – при 20°С. В **табл. В-13** для пересчета приведены значения кинематической вязкости среднедистиллятных топлив при 20 и 40°С.

В-13. Кинематическая вязкость среднедистиллятных топлив при 20 и 40°С, мм²/с

При 20°С	При 40°С	При 20°С	При 40°С	При 20°С	При 40°С
2,8	2,0	6,4	4,0	11,6	6,5
3,7	2,5	7,3	4,5	12,4	7,0
4,6	3,0	9,2	5,5	13,4	7,5
5,5	3,5	10,5	6,0	14,4	8,0

ВЯЗКОСТЬ НЕФТЯНОГО БИТУМА – показатель, более полно характеризующий консистенцию битума при различных т-рах применения, чем такие эмпирические показатели как *пенетрация* и *т-ра размягчения нефтяного битума*.

Динамическая вязкость при 60°С – критерий деформации (вместо т-ры размягчения) нефтяного битума в северных странах. При этом корреляция вязкости с деформационной стойкостью асфальта несколько лучше, чем при использовании показателя т-ра размягчения. Однако показатель вязкости до последнего времени практически не использовался в центрально- и южно-европейских странах, поэтому в EN 12591 он входит в число факультативных, в то время как определение т-ры размягчения обязательно.

Динамическую вязкость измеряют с применением ротационных вискозиметров по ГОСТ 1929 «Методы определения динамической вязкости на ротационном вискозиметре».

Кинематическая вязкость дорожных битумов при 135°С – показатель, необходимый для правильного подбора технологического оборудования (насосов). Характеризует способность битума смешиваться с каменным материалом, используемым в дорожном строительстве. В сочетании с вязкостью при 60°С и *глубиной проникания иглы* характеризует термочувствительность битума. Считается, что нефтяной битум должен обладать наибольшей вязкостью при максимальной т-ре применения и иметь как можно более пологую вязкостно-температурную зависимость. До 40°С дорожный битум представляет собой твердообразную систему, от 40 до 140°С – структурированную жидкость, при т-рах выше 140°С – истинную жидкость. Нефтяные битумы являются истинными жидкостями при понижении их вязкости до 10-10^2 Па·с. В интервале 140-180°С вязкость изменяется прямолинейно и почти одинаково для дорожных, кровельных и тугоплавких битумов всех марок, полученных различными способами. Абсолютные значения вязкости различны и зависят от природы сырья, пенетрации и т-ры размягчения.

На практике применяется зависимость между пенетрацией при 25°С ($П_{25}$) и вязкостью η, П:

для битумов с пенетрацией более 60х0,1 мм

$\eta = 1{,}45 \cdot 10^{10}/(П_{25} \cdot 2{,}15)$,

для битумов с пенетрацией менее 60х0,1 мм

$\eta = 9{,}50 \cdot 10^{10}/(П_{25} \cdot 2{,}6)$,

Пенетрацию можно определить и как функцию вязкости:

при вязкости менее 2,2·10^6 П

$П_{25} = 5{,}305 \cdot 10^4/(\eta \cdot 0{,}465)$,

при вязкости более 2,2·10^6 П

$П_{25} = 1{,}69 \cdot 10^4/(\eta \cdot 0{,}385)$.

Для дорожных битумов в интервале температур их размягчения 44-57°С вязкость колеблется в пределах 1,1·10^3–4,1·10^4 П (1,1·10^2–4,1·10^3 Па·с).

Определение кинематической вязкости проводят по ГОСТ 33 (ИСО 3104–94), ASTM D 445, IP 319.

Условная вязкость. Определение по ГОСТ 11503 так называемой условной (битумной) вязкости для жидких битумов, мазутов, сырья для производства битумов и других битуминозных продуктов заключается в измерении времени, в течение к-рого определенное количество продукта (100 мл) протекает через калиброванное отверстие диаметром 5 мм цилиндра аппарата при заданной т-ре. Обычно условную вязкость измеряют при 60 или 80°С. Аппарат для определения условной (битумной) вязкости носит название ВУБ-1 (ВУБ-1М). Условную вязкость измеряют в секундах. С помощью таких аппаратов можно измерять и вязкость битумов дорожных марок, однако в этом случае диаметр калибровочного отверстия прибора должен быть 10 мм, а результат измерений получают после соответствующего пересчета.

ВЯЗКОСТЬ ОСТАТОЧНЫХ ТОПЛИВ – техническая характеристика, определяющая возможность и условия применения топлива. В.о.т. или внутреннее трение зависит от химического и фракционного состава и проявляется в сопротивлении, к-рое жидкость оказывает перемещению одной ее части относительно другой под воздействием внешней силы. От вязкости зависит прокачиваемость остаточных топлив, надежность работы перекачивающей аппаратуры, легкость транспортирования по трубопроводам, слив из железнодорожных цистерн, танкеров и барж, степень распыливания топлива форсунками. От В.о.т. в значительной мере зависят скорость осаждения механических примесей и способность топлива отстаиваться от воды. Для остаточных топлив измеряется кинематическая, условная и динамическая вязкости.

Кинематическая вязкость (ν) – один из основных показателей качества топлива. Зависит от количества тяжелых нефтяных остатков в составе мазутов.

Вязкость топлива – величина не аддитивная. Вязкость смеси следует определять экспериментально. Для двухкомпонентной смеси вязкость ориентировочно может быть определена по уравнению:

$\lg\lg(\nu_{см}+0{,}8) = x \cdot \lg\lg(\nu_1+0{,}8)+(1-x)\lg\lg(\nu_2+0{,}8)$,

где $\nu_{см}$, ν_1, ν_2 – кинематическая вязкость смеси и компонентов, определенная при одной т-ре, мм^2/с; x – доля одного из компонентов.

Кинематическая вязкость определяется по ГОСТ 33 (ИSO 3104–94), ASTM D 445.

Вязкость условная (ВУ) – отношение времени истечения из вискозиметра типа ВУ 200 см³ нефтепродукта при т-ре испытания ко времени истечения 200 см³ дистиллированной воды при 20°С. Определяется для высоковязких нефтепродуктов при положительных т-рах (50 и 80°С) с помощью вискозиметра ВУМ по ГОСТ 6258. Часто используют вязкостно-температурные кривые (**рис. В-8**). С повышением т-ры вязкость топлив уменьшается.

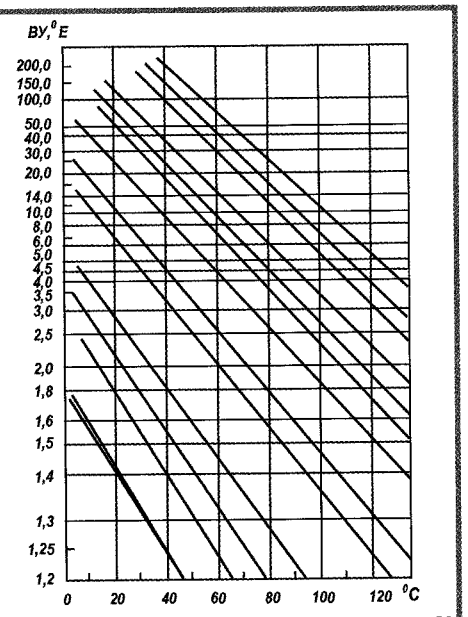


Рис. В-8. Зависимость условной вязкости ВУ мазута от температуры

Для мазутов, как и для всех темных нефтепродуктов, зависимость вязкости от т-ры приближенно описывается уравнением Вальтера:

$$\lg\lg(\nu\cdot 10^{-6}+0{,}8)=A-B\lg T,$$

где ν – кинематическая вязкость, мм²/с; A, B – коэффициенты; T – абсолютная т-ра, К.

Динамическая вязкость (η) измеряется в пуазах. Поскольку котельные и тяжелые моторные топлива – структурированные системы, для их характеристики, особенно при перекачке топлива по трубопроводам, помимо ньютоновской вязкости необходимо учитывать *реологические свойства остаточных топлив*. Динамическую вязкость при низких т-рах определяют с помощью ротационного вискозиметра «Реотест» (ГОСТ 1929): измеряется сопротивление, к-рое оказывает испытуемый нефтепродукт вращающемуся внутреннему цилиндру. Сопротивление зависит только от внутреннего трения жидкости и прямо пропорционально абсолютной вязкости. По мере увеличения скорости сдвига вязкость уменьшается. При полном разрушении структуры вязкость становится постоянной. Метод позволяет определять и начальное напряжение сдвига τ_0, являющееся мерой прочности структуры мазута и необходимое для расчета трубопроводов.

На **рис. В-9** представлена типичная зависимость динамической вязкости (η) и напряжения сдвига (τ) от скорости сдвига (r). Продолжение прямолинейного участка реологической кривой до пересечения с осью позволяет получить начальное усилие сдвига τ_0. Пользуясь такими данными, можно рассчитать перепад давлений и объемную скорость потока для ламинарного и турбулентного режимов.

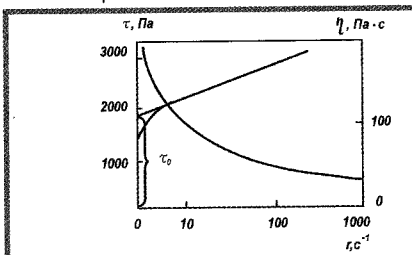


Рис. В-9. Зависимость динамической вязкости (η) и напряжения сдвига (τ) от скорости сдвига (r)

Для всех остаточных топлив характерна аномалия вязкости: после термической обработки или соответствующего механического воздействия повторно определяемая вязкость при той же т-ре оказывается ниже начальной. Объясняется это присутствием в топливах высокомолекулярных парафиновых углеводородов и асфальто-смолистых веществ: чем их больше, тем выше вязкость и начальное напряжение сдвига:

$$\lg \eta_{20} = 0{,}0227\cdot П\cdot Ас,$$

где П – содержание парафиновых углеводородов, Ас – асфальто-смолистых веществ.

ВЯЗКОСТЬ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК. Под вязкостными свойствами пластичных смазок и других структурированных систем понимают их сопротивление течению или внутреннее трение.

Эти свойства не могут быть выражены одной константой, подобной коэффициенту вязкости масел. Поэтому их принято оценивать функциональной зависимостью относительной скорости деформации сдвига от напряжения сдвига в широком интервале изменения последнего и при постоянной т-ре. Этот показатель, имеющий смысл лишь тогда, когда указаны скорости деформации сдвига, при которых он определялся, называется эффективной вязкостью и определяется при вискозиметрических измерениях как зависимость между максимальным напряжением

τ сдвига у стенок вискозиметра и средней скоростью $D_{ср}$ деформации сдвига $\eta_{эф}=\tau/D_{ср}$.

Вязкостная характеристика пластичной смазки – один из важнейших эксплуатационных показателей. По вязкости оценивают прокачиваемость смазок по мазепроводам, возможность заправки в узлы трения при помощи различных заправочных устройств, легкость запуска механизмов, а также потери мощности на трение, особенно в пусковой период.

В России вязкость пластичных смазок определяют при помощи автоматического капиллярного вискозиметра переменного расхода АКВ-2 по ГОСТ 7163 (рис. В-10).

Смазка *1* под действием сжатой пружины *4* продавливается штоком *3* из цилиндрической камеры *2* через капилляр *5*. На вращающемся с постоянной скоростью барабане *7* карандаш *8* вычерчивает диаграмму вязкостного сопротивления смазки в координатах давление пружины – время. Трехскоростной редуктор позволяет по мере уменьшения вязкостного сопротивления и крутизны кривой вести запись при более низких частотах вращения барабана, что необходимо для большей точности измерения.

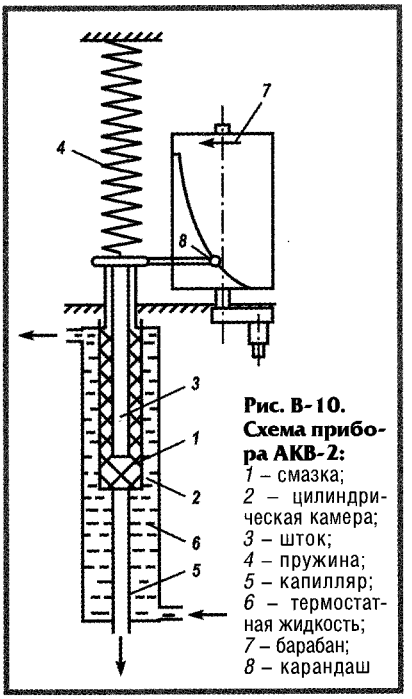


Рис. В-10. Схема прибора АКВ-2:
1 – смазка;
2 – цилиндрическая камера;
3 – шток;
4 – пружина;
5 – капилляр;
6 – термостатная жидкость;
7 – барабан;
8 – карандаш

Для определения вязкости находят напряжение сдвига на стенке капилляра радиусом R, длиной L и скорость деформации сдвига D:

$\tau=PR/(2L)$;

$D=4Q/(\pi R^3) = 4\pi R_1\omega tg\alpha/(\pi R^3)$,

где P – давление в камере, при котором происходит истечение смазки через капилляр в момент времени t (P находят по тарировочной кривой пружины, прилагаемой к вискозиметру); $Q=\pi R_1\omega tg\alpha$ – секундный расход испытуемой смазки в момент времени t; R_1 – радиус штока, м; ω – скорость движения барабана самописцем, м/с; α– угол наклона касательной в различных точках кривой.

Эффективную вязкость при т-ре T в момент времени t вычисляют по формуле $\eta_{эф}=\tau/D_{ср}$.

Вязкостные свойства пластичных смазок при данной т-ре определяются кривой течения, к-рая устанавливает зависимость эффективной вязкости от средней скорости деформации сдвига (см. *Реологические свойства пластичных смазок*). Для построения зависимости $\eta_{эф}=\tau/D_{ср}$ на экспериментальной кривой, записанной на диаграмме, выбирают несколько точек, в которых проводят касательные к кривой, измеряют в них угол наклона α и вычисляют значения $\eta_{эф}$, $D_{ср}$ и τ. Зависимости $\eta_{эф}$ от $D_{ср}$ строят в логарифмических функциональных координатах, откладывая по оси ординат логарифмы эффективной вязкости, а по оси абсцисс – логарифмы средней скорости деформации сдвига. Диапазон измерения вязкости – от 1 до $3\cdot10^5$ Па·с; скорости деформации сдвига – от 0,1 до 10^5 $с^{-1}$; напряжения сдвига – от 30 до 4000 Па; рабочих температур – от –60 до 150°С. Расход смазки – 15 г.

В США вязкость смазок измеряют по методам ASTM D 1092, ANSI Z 11.72, FTMS 306, используя капиллярный вискозиметр постоянного расхода SOD. Диапазон измерения вязкости от 2,5 до 10000 Па·с и от 0,1 до 10 Па·с при т-рах от –55 до 40°С при скорости деформации сдвига 10 и 15000 $с^{-1}$ соответственно. Испытуемую смазку (225 г) загружают в цилиндр и термостатируют до требуемой т-ры. С помощью электродвигателя и насоса постоянной подачи нагнетают гидравлическую жидкость (маловязкое масло) в верхнюю часть цилиндра. Вязкость при т-ре испытания должна быть близка к 2000 $мм^2/с$. Создавшееся в цилиндре давление передается через поршень на смазку и продавливает ее с постоянной скоростью через сменный капилляр. Вискозиметр снабжен капиллярами диаметром от 0,045 до 0,38 см с соотношением длины к диаметру 40:1. Изменяя скорость подачи масла и заменяя капилляры, можно производить измерения при скорости деформации сдвига от 15 до 15000 $с^{-1}$.

При испытании смазки фиксируется давление, соответствующее ее истечению через капилляр с определенной скоростью деформации сдвига. Зная давление, размеры капилляра и скорость деформации сдвига по формуле Пуазейля рассчитывают эффективную вязкость смазки.

По экспериментальным точкам строят вязкостно-скоростную характеристику смазки, аналогичную определяемой при помощи вискозиметра АКВ-2 по ГОСТ 7163.

При пересмотре стандарт ASTM D 1092 дополнен двумя методами определения вязкости при малых скоростях деформации сдвига (до 1 $с^{-1}$). Метод постоянного давления предусматривает вытеснение смазки из бомбы сжатым азотом или воздухом через капилляр диаметром 0,38 см. Давление измеряется манометрами с пределами измерения от 0 до $1 \cdot 10^3$ и от 0 до $2 \cdot 10^3$ МПа (допускается использование ртутного манометра на 240 кПа). Скорость истечения (расход) смазки измеряют по вытеснению смазкой спирта из резервуара в бюретку объемом 10 мл. Метод постоянного расхода предусматривает обычную для вискозиметра SOD схему измерения с использованием особо широкого капилляра: трубка диаметром 9,525 мм и длиной 381 мм.

В английских спецификациях DEF-2221-A и др. допускается использование капиллярных вискозиметров любых типов при условии, что отношении длины капилляра к диаметру не должно быть меньше 40:1. Как правило, при контроле качества смазок в Англии применяют вискозиметр SOD. Большой расход смазки (от 0,2 до 1 кг), длительное время испытания (несколько часов) и трудоемкость определения свидетельствуют, что рассматриваемые методы измерения вязкости смазок во многом уступают принятому в России методу определения вязкости по ГОСТ 7163.

Из приборов ротационного типа для исследования вязкостных свойств наиболее широко применяется ротационный вискозиметр «Реотест» фирмы Мединген (ГОСТ 26581), заменивший отечественный пластовискозиметр ПВР-1 (ГОСТ 9127). Реотест, в отличии от ПВР-1 полностью автоматизирован, имеет более широкие диапазоны определения вязкости и скорости деформации сдвига. Ротационный вискозиметр «Реотест 2» представляет собой прибор, позволяющий исследовать реологические свойства вещества в цилиндрическом измерительном устройстве или в устройстве конус-плита. Сущность метода состоит в регистрации момента сопротивления вращению внутреннего цилиндра или конуса измерительного устройства с испытуемой смазкой при различной скорости деформации сдвига с последующим расчетом напряжения сдвига и эффективной вязкости. В цилиндрическом измерительном устройстве исследуемое вещество (пластичная смазка) находится в кольцеобразном зазоре системы соосных цилиндров. В устройстве конус-плита исследуемое вещество находится в клиновидном зазоре между стационарной плоской плитой и вращающимся с постоянной угловой скоростью конусом. Угол щели в системе конус-плита составляет 0,3°. Регистрируют угол α относительного вращения внутреннего цилиндра или конуса при т-ре и скорости деформации сдвига, указанных в НТД на продукцию.

Напряжение сдвига τ для цилиндрического измерительного устройства и измерительного устройства конус–плита находят по формулам соответственно:

$\tau = Z\alpha/10$ и $\tau = c\alpha/10$,

где Z – константа измерительного цилиндрического устройства, указанная в паспорте на прибор; α – относительный угол вращения на блоке измерения; c – константа конуса измерительного устройства, указанная в паспорте на прибор.

Метод предназначен для определения эффективной вязкости (в диапазоне от 0,1 до $4 \cdot 10^5$ Па·с) пластичных смазок специального назначения (приборных).

По методу ASTM D 3232 с помощью ротационного вискозиметра Брукфилда (модель RVF), выпускаемого фирмой Brookfield Engineering Laboratories Inc., определяется тягучесть смазок при высоких т-рах. Этот прибор используется только в качестве привода, обеспечивающего вращение специального трезубца (заменяющего ротор вискозиметра) с частотой 20 $мин^{-1}$, а также для измерения сопротивления вращению трезубца в испытуемой смазке. Роль внешнего цилиндра играет кольцевая выточка в алюминиевом блоке. Внутренний диаметр выточки – 7,9 мм, внешний – 15,9 мм, глубина – 25,4 мм. В выточку, заполненную смазкой, вводят два крайних острия трезубца диаметром 0,7 мм и длиной 28,6 мм, среднее острие входит в центрирующее отверстие блока. Все острия трезубца не должны при вращении касаться стенок выточки и отверстия. Повышение т-ры алюминиевого блока обеспечивается со скоростью 5±1°С в минуту. При испытании через 1 мин фиксируют сопротивление вращению трезубца и т-ру смазки. Испытание продолжают до тех пор, пока сопротивление вращению не станет ниже 0,5 единиц шкалы вискозиметра Брукфилда или до достижения заданной т-ры (не более 315°С).

ВЯЗКОСТЬ РЕАКТИВНОГО ТОПЛИВА – В.р.т. увеличивается с понижением т-ры топлива особенно в области минусовых температур. В нормативной документации на реактивные топлива обычно приводится вязкость кинематическая – отношение динамической вязкости топлива к его плотности. Кинематическую вязкость реактивного топлива определяют с помощью капиллярных вискозиметров (ГОСТ 33), замеряя при заданной т-ре время истечения под действием силы тяжести определенного объема топлива через калиброванный капилляр.

ГАЗ БЫТОВОЙ (газ городской) – смесь газов, получаемых газификацией твердых и жидких топлив путем их окисления при высоких т-рах воздухом, кислородом, водяным паром или двуокисью углерода, используемая наряду с природными горючими газами, в основном, для коммунального газоснабжения. Одним из наиболее современных и универсальных методов производства Г.б. является газификация твердых топлив под давлением 2-3 МПа на парокислородном дутье. В качестве сырья используют бурые, каменные угли и торф. Основной состав Г.б. (% об.): 28-55 H_2; 5-20 CO; 5–20 CH_4; 3-20 N_2, 2-5 CO_2. Теплота сгорания – 16,8 МДж/м³. Для возможности обнаружения утечек газа по запаху в него добавляют небольшое количество резко пахнущего, газообразного или жидкого (в распыленном виде) вещества (одоранта).

ГАЗ НЕФТЯНОЙ СЖИЖЕННЫЙ – см. *Сжиженный нефтяной газ.*

ГАЗ ПРИРОДНЫЙ – см. *Природный газ.*

ГАЗОВАЯ КОРРОЗИЯ – *химическая коррозия* металла в газах при высоких т-рах. Г.к. протекает при полном отсутствии влаги на поверхности. Продуктами Г.к. является окалина, к-рая при определенных условиях обладает защитными свойствами.

ГАЗОВАЯ СМАЗКА – смазка, при к-рой разделение поверхностей трения деталей осуществляется газовым смазочным материалом (ГОСТ 27674).

ГАЗОВАЯ ТУРБИНА – турбинный двигатель, на лопатках к-рого энергия газа преобразуется в механическую работу. В авиационной технике созданы эффективные газотурбинные реактивные двигатели.

ГАЗОВЫЙ БЕНЗИН – низкокипящий жидкий нефтепродукт, извлекаемый из природного газа (ИСО 1998).

Примечание. В природном или нестабилизированном состоянии он содержит довольно большую долю пропана и бутана. Удаление пропана дает стабилизированный бензин.

ГАЗОВЫЙ КОНДЕНСАТ (газоконденсат) – смесь углеводородов различного строения с т-рой кипения 30-250°С, конденсирующихся из природных нефтяных газов при их добыче на газоконденсатных месторождениях, где газ находится под высоким давлением (до 25-30 МПа), вследствие чего в нем растворено некоторое количество (12-500 см³ /м³) высококипящих углеводородов. Г.к. разделяют на фракции, используемые при получении бензина, реактивного, дизельного и котельного топлив. Из легкокипящих фракций выделяют некоторое количество смеси «пропан+бутан» (сжиженный газ).

ГАЗОЙЛЬ – среднее дистиллятное топливо, к-рое может содержать некоторое количество тяжелого дистиллята для специальных применений (ИСО 1998).

Примечание. Этот дистиллят можно использовать для изготовления автомобильных бензинов, печных топлив и морских дистиллятных топлив.

ГАЗОЙЛЬ АВТОМОБИЛЬНЫЙ – см. *Автомобильный газойль.*

ГАЗООБРАЗНЫЕ СОТС – инертные (азот, аргон, гелий) и активные (кислородсодержащие: воздух, кислород, диоксид углерода) газы.

Активные газы не только играют роль охладителя, но и защищают поверхности трения от изнашивания, образуя на них оксидные пленки. В среде кислорода можно затачивать режущий инструмент из инструментальных сталей и твердых сплавов, точить и сверлить кислотостойкие и жаропрочные сплавы, шлифовать специальные стали и сплавы. Кислород, особенно в атомарном или радикальном состоянии, образуя пленки окислов, предотвращает механическое, абразивное изнашивание, а также коррозионно-механическое при заедании. Кислород, как сильный окислитель, целесообразно использовать при окислительном изнашивании режущего инструмента, напр. из твердого сплава на основе карбида вольфрама при т-ре резания свыше 1000 К, а также при точении труднообрабатываемых высоколегированных сталей и сплавов резцами из твердого сплава ВК8. Применение углекислого газа при точении Эльбором–Р высокопрочных закаленных сталей обеспечивает минимальные т-ры резания, износ инструмента и шероховатости обрабатываемой поверхности. Высокая стойкость режущего инструмента и качество обрабатываемых изделий достигаются при использовании в качестве СОТС фреона, озона, хлора, хлористого водорода и сероводорода. Однако применение таких активных газов при обработке металлов затруднено по причине их токсичности.

Инертные газы (аргон и гелий) используются в качестве СОТС при резании титановых сплавов для предотвращения контакта ювенильных поверхностей металла с активными газами. При обработке металлов инструментом из керамики в качестве защитной среды используют азот. Жидкий азот применяется для глубокого охлаждения зоны обработки высоковязких металлов и сплавов для уменьшения их деформации и интенсификации процесса обработки. Традиционным и наиболее распространенным СОТС является воздух, применяемый самостоятельно (сухое резание) и в виде аэрозолей–дисперсий жидких СОТС. Эф-

фективность сухого резания в целом невелика. В зону резания газообразные СОТС подаются обдувом под давлением и в сжиженном состоянии. Применяются газообразные СОТС лишь в тех случаях, когда по условиям технологического процесса не допускается применение жидких СОТС – масляных и водосмешиваемых.

ГАЗООБРАЗНЫЙ СМАЗОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ (ГОСТ 27674). В качестве газообразного смазочного материала используются воздух, инертные газы и др.

Смазывание подшипников газом основано на тех же теоретических принципах, что и смазывание маслом. Различают аэродинамические подшипники, в которых давление смазочной пленки и, следовательно, несущая способность создаются движением поверхности, и аэростатические подшипники, в к-рые газ подают под давлением, создаваемым извне.

В отличие от смазочных масел химические свойства и агрегатное состояние большинства газов остаются без изменений в очень широком температурном диапазоне, поэтому Г.с.м. применяется при высоких (800°С) и низких (13 К) т-рах. В противоположность подшипникам, смазываемым маслом, несущая способность подшипников, смазываемых Г.с.м., увеличивается по мере повышения т-ры.

Применение Г.с.м., в отличие от смазочных масел, ограничивается конструкцией подшипника. Г.с.м. имеет дополнительные преимущества для воздуходувок и турбинных двигателей, в которых транспортируемый материал может служить смазочным материалом, что исключает необходимость герметичного уплотнения смазываемых узлов. Благодаря низкому внутреннему трению Г.с.м. широкое применение получили подшипники, смазываемые воздухом, даже для высокооборотных прецизионных механических приборов, оптических и измерительных приборов, а также в направляющих системах и гироскопах. Применение инертных газов вместо смазочных масел или пластичных смазок исключает опасность забивки и загрязнения подшипников смазочным материалом. Это имеет исключительное значение для оборудования пищевой промышленности, прядильных станков и специального оборудования химической промышленности. Кроме того, газовые подшипники применяют в электронных вычислительных машинах, прецизионных шлифовальных станках, ядерных реакторах, рефрижераторах и газовых турбинах с замкнутыми контурами.

ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИЕ АГРЕГАТЫ (ГПА). ГПА, устанавливаемые на компрессорных станциях (КС), предназначены для компримирования природного газа с целью его транспортирования по магистральным газопроводам при т-ре окружающей среды от –55 до +45°С.

ГПА различают по типу привода компрессоров (нагнетателей): газотурбинные с приводом от стационарных газотурбинных установок (ГТУ), электроприводные (ЭГПА) с приводом центробежных нагнетателей от электродвигателей и поршневые (газомотокомпрессоры), в к-рых поршневой компрессор выполнен как одно целое с газовым двигателем.

ГАЗОТУРБИННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ (ГТД) – тепловой двигатель, в к-ром энергия газовоздушной смеси, сжигаемой в камере сгорания, преобразуется в механическую работу с помощью газовой турбины.

ГАЗОФРАКЦИОНИРОВАНИЕ – процесс получения из нефтезаводских газов индивидуальных низкомолекулярных углеводородов C_1-C_6 (предельных, непредельных, нормального или изостроения) или их фракций высокой чистоты, являющихся компонентами высокооктановых автобензинов, ценным нефтехимическим сырьём и сырьём для процессов алкилирования и производств метил*трет*-бутилового эфира и т.д. Источник углеводородных газов на НПЗ – газы, растворённые в нефти и выделяющиеся при первичной перегонке на установках АТ, АВТ, и газы, образующиеся в процессах деструктивной переработки нефтяного сырья. В зависимости от состава различают предельные и непредельные газы.

Предельные газы состоят из углеводородов метанового ряда; получаются на установках АТ, АВТ, каталитического риформинга и гидрокрекинга. Некоторое количество предельных газов образуется и на установках вторичной перегонки бензинов, гидроочистки дистиллятов.

Непредельные газы содержат углеводороды метанового и этиленового ряда, а также некоторое количество диенов; вырабатываются на установках термического и каталитического крекинга, пиролиза и коксования.

Предельные и непредельные газы перерабатывают раздельно.

При Г. предельных газов получают узкие фракции: ***метан-этановую*** (сухой газ), иногда ***этановую*** – сырьё пиролиза или хладагент на установках глубокой депарафинизации масел; ***пропановую*** – сырьё пиролиза, бытовой сжиженный газ и хладагент для производственных установок; ***изобутановую*** – сырьё установок алкилирования, производств синтетического каучука; ***бутановую*** – для получения бутадиена или используемую как бытовой сжиженный газ и как компонент автобензинов для регулирования их пусковых свойств; ***изопентановую*** – сырьё для про-

изводства изопренового каучука, высокооктановый компонент автобензинов и ***пентановую*** – сырьё для пиролиза, изомеризации и т.д. Иногда смесь пентанов и более тяжёлых углеводородов не разделяют, а используют как газовый бензин.

При Г. непредельных газов из олефинсодержащих потоков выделяют фракции: ***пропан-пропиленовую*** – сырьё для полимеризации и алкилирования, нефтехимических производств; ***бутан-бутиленовую*** – сырьё установок алкилирования для производств метилэтилкетона, полиизобутилена, синтетического каучука и др., ***этан-этиленовую*** и ***пентан-амиленовую*** – нефтехимическое сырьё.

До Г. углеводородные газы направляются в блоки очистки от сероводорода и осушки. Основными физическими процессами разделения газовых смесей являются компрессия, конденсация, абсорбция и ректификация.

Компрессия и конденсация – процессы разделения газа путём сжатия компрессорами и охлаждения его в холодильниках с образованием двухфазной системы – газа и жидкости. С повышением давления и понижением т-ры выход жидкой фазы увеличивается, причём сконденсировавшиеся углеводороды облегчают переход лёгких компонентов в жидкое состояние, растворяя их. Обычно применяют многоступенчатые (2, 3 и более) системы компрессии и охлаждения, используя в качестве хладагентов воду, воздух, испаряющиеся аммиак, пропан или этан. Сжатые и охлаждённые газы разделяют в газосепараторах, откуда конденсат и газ направляют на дальнейшее фракционирование методами ректификации или абсорбции.

Абсорбция газов осуществляется обычно во фракционирующем абсорбере, представляющем собой комбинированную колонну абсорбер-десорбер. В нём 40–50 тарелок, распределённых приблизительно поровну между абсорбционной и десорбционной секциями. Использование этой колонны позволяет повысить степень извлечения сжиженных газов. Наилучшим абсорбентом для углеводородных газов являются близкие им по строению и молекулярной массе жидкие углеводороды, в частности, бензиновые фракции. С помощью него осуществляется предварительное разделение газов на лёгкую (сухой газ C_1, C_2) и тяжёлую части с дальнейшей ректификацией последней.

Ректификация – основной процесс разделения газообразных углеводородов. Особенность её по сравнению с ректификацией нефтяных фракций – необходимость разделения очень близких по т-ре кипения компонентов или фракций сырья при высокой чёткости фракционирования. Особенно трудно разделить бутан-бутиленовую фракцию: т-ра кипения изобутана при нормальном давлении составляет 11,7°С, изобутилена – 6,9°С, бутена-1 – 6,29°С и *н*-бутана – 0,5°С. Ректификацию сжиженных газов приходится проводить при повышенных давлениях в колоннах, поскольку для создания жидкостного орошения необходимо сконденсировать верхние продукты колонн в обычных воздушных и водяных холодильниках, не прибегая к искусственному охлаждению. Конкретный выбор схемы (последовательности) разделения, т-ры, давления и числа тарелок в колоннах определяется составом исходной газовой смеси, требуемой чистотой и заданным ассортиментом получаемых продуктов.

Газофракционирующие установки комбинируются в различных сочетаниях.

ГАЗОФРАКЦИОНИРУЮЩАЯ УСТАНОВКА – комплекс аппаратов для газофракционирования. На отечественных НПЗ применяются два типа газофракционирующих установок, в каждый из к-рых входят блоки компрессии и конденсации: ректификационный – сокращённо ГФУ и абсорбционно-ректификационный – АГФУ.

ГФУ. Газ прямой перегонки очищается от сероводорода раствором МЭА (моноэтаноламин) или ДЭА (диэтаноламин) в абсорбере *К-7* (**рис. Г-1**) и подаётся на сжатие в компрессоры *ЦК-1* и *ЦК-2*. Сжатый газ охлаждается в *Х-2* и конденсируется в сепараторе-сборнике *С-3*. Головки стабилизации установок АТ и АВТ очищаются от сероводорода раствором диэтаноламина в абсорбере *К-8*. Конденсат газа смешивается с головками стабилизации и риформинга; смесь подаётся в блок ректификации. В последнем из сырья в колонне *К-1* удаляют лёгкие углеводороды (этан и, частично, пропан); нижний продукт поступает в *К-2*, где делится на фракцию C_3-C_4, к-рая поступает на разделение в *К-3*, и фракцию C_{5+}. Верхний продукт *К-3* – пропановая фракция – выводится с установки. Нижний продукт колонны *К-3* – смесь бутана и изобутана разделяется в *К-4* и выводится с установки. Верхний продукт *К-5* – смесь пентана и изопентана – разделяется в колонне *К-6* и выводится с установки. Технологическая схема позволяет также вывести из колонны *К-2* сжиженный газ для коммунально-бытового потребления. При необходимости продукты подвергаются дополнительной очистке от меркаптанов раствором щёлочи.

АГФУ. Для деэтанизации газов каталитического крекинга на установках АГФУ (**рис. Г-2**) используют фракционирующий абсорбер *1*, представляющий собой комбинированную колонну аб-

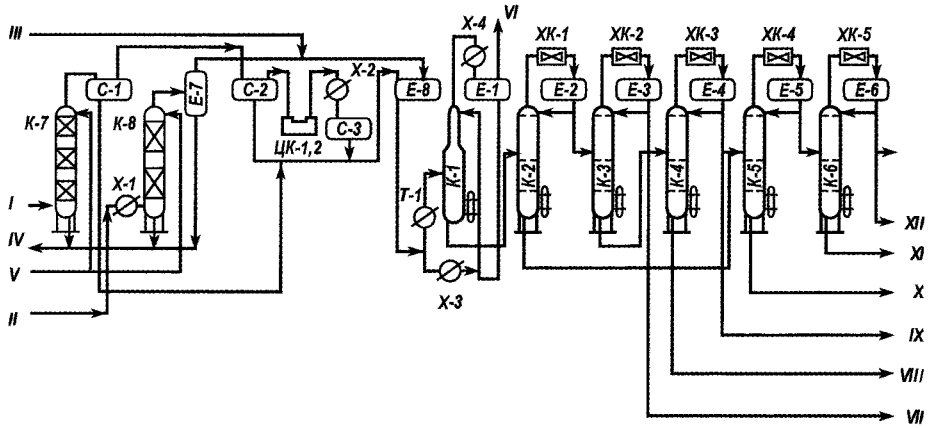


Рис. Г-1. Типичная схема ГФУ предельных газов:

C-1 – C-3 – сепараторы-сборники жидкого газа; *E-1 – E-6* – ёмкости орошения; *E-7* – ёмкость-сборник насыщенного раствора ДЭА; *E-8* – ёмкость-сборник жидкого газа, *ЦК-1, 2* – компрессоры; *X-1 – X-4* – холодильники; *T-1* – теплообменник; *ХК-1 – ХК-5* – воздушные холодильники; *K-1* – деэтанизатор; *K-2* – дебутанизатор; *K-3* – пропановая колонна; *K-4* – бутановая колонна; *K-5* – депентанизатор; *K-6* – пентановая колонна; *K-7, K-8* – абсорберы.

Потоки: *I* – жирный газ с АТ и АВТ; *II* – головка стабилизации АТ и АВТ; *III* – головка стабилизации риформинга; *IV* – насыщенный раствор ДЭА; *V* – регенерированный раствор ДЭА; *VI* – сухой газ; *VII* – пропановая фракция; *VIII* – бутановая фракция; *IX* – изобутановая фракция; *X* – фракция C_{6+}; *XI* – пентановая фракция; *XII* – изопентановая фракция

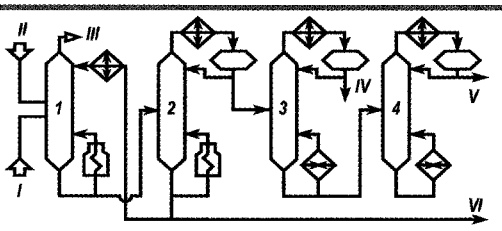


Рис. Г-2. Типичная схема АГФУ для фракционирования жирного газа и стабилизации бензина каталитического крекинга (на схеме не показаны блоки сероочистки, осушки, компрессии и конденсации):

1 – фракционирующий абсорбер; *2* – стабилизационная колонна; *3* – пропановая колонна; *4* – бутановая колонна.

Потоки: *I* – очищенный жирный газ; *II* – нестабильный бензин; *III* – сухой газ; *IV* – пропан-пропиленовая фракция; *V* – бутан-бутиленовая фракция; *VI* – стабильный бензин

сорбер-десорбер. В верхней его части происходит абсорбция, т.е. поглощение из газов целевых компонентов (C_{3+}), в нижней – частичная регенерация абсорбента за счёт подводимой теплоты. В качестве основного абсорбента используется нестабильный бензин каталитического крекинга. Для доабсорбции унесённых сухим газом бензиновых фракций в верхнюю часть фракционирующего абсорбера подают стабилизированный (в колонне *4*) бензин. Абсорбер оборудован системой циркуляционных орошений для съёма теплоты абсорбции (на рис. не показано). Теплота в низ абсорбера подается с помощью «горячей струи». С верхней части абсорбера *1* выводится сухой газ, а с нижней с тощим абсорбентом – углеводороды C_{3+}. Деэтанизированный бензин, насыщенный углеводородами C_{3+}, после подогрева в теплообменнике подается в стабилизационную колонну *2*, нижним продуктом к-рой является стабильный бензин, а верхним – головка стабилизации. Из неё (иногда после сероочистки) в пропановой колонне *3* выделяют пропан-пропиленовую фракцию. Кубовый продукт пропановой колонны разделяется в бутановой колонне *4* на бутан-бутиленовую фракцию и остаток (C_{5+}), к-рый объединяется со стабильным бензином.

Затраты при ректификации определяются преимущественно флегмовым числом и числом тарелок в колонне. Для близкокипящих компонентов с малой относительной летучестью эти параметры особенно велики. Поэтому из общих капитальных и эксплуатационных затрат на газофракционирование существенная (около половины) часть приходится на разделение фракций $i\text{-}C_4$–$n\text{-}C_4$ и $i\text{-}C_5$–$n\text{-}C_5$. В этой связи на НПЗ часто ограничиваются фракционированием предельных газов без разделения фракций C_{4+}.

ГАЗОХОЛ – *бензино-этанольная смесь*, содержащая до 10% этанола (Е-10).

ГАЗЫ НЕПРЕДЕЛЬНЫЕ – см. *Газофракционирование.*

ГАЗЫ ПРЕДЕЛЬНЫЕ – см. *Газофракционирование.*

ГАРАНТИЙНЫЙ СРОК ЗАЩИТЫ – предельное время (допустимая длительность), в течение к-рого применяемое *средство временной противокоррозионной защиты* обеспечивает защиту металлов и изделий в конкретных условиях без их *переконсервации.*

ГАЧ – продукт, получаемый при депарафинизации дистиллятных рафинатов или фракций кристаллизацией в избирательных растворителях. Содержит до 15-40% масс. масла исходного сырья. Служит для производства твёрдых парафинов.

ГЕРМЕТИЗИРУЮЩАЯ ЗАМАЗКА (ЗЗК-3у) применяется при консервации и длительном хранении техники в качестве материала, герметизирующего различные щели, мелкие отверстия и неплотности для предотвращения попадания внутрь механизма пыли, влаги и пр.

ГЕТЕРОАТОМНЫЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ – углеводороды алифатического и циклического строения, в структуре к-рых находятся атомы азота, серы, кислорода и различных металлов (гетероатомы). Содержание Г.о.с. в нефтях различных месторождений составляет в среднем 10–15% масс. и увеличивается в нефтяных фракциях с ростом т-ры их выкипания. В бензиновых фракциях (дистиллятах) их менее 2% масс., в керосиновых – до 3,5% масс., в дизельных – более 5% масс., в мазутах – до 20% масс. Оказывают отрицательное влияние на эффективность и продолжительность работы катализаторов, используемых во вторичных термокаталитических процессах переработки нефти, а также на склонность топлив к образованию отложений, коррозионную агрессивность, химическую стабильность и др. Поэтому при переработке нефти гетероатомы удаляются из Г.о.с. гидрогенизационными процессами (гидроочистка, гидрокрекинг, гидроалкилирование, гидрирование, гидроизомеризация).

Разделяют на азотистые, сернистые, кислородные, и металлсодержащие.

Азотистые соединения представлены в нефти алифатическими (жирные амины и диамины) и циклическими (ароматические амины) соединениями. По своим свойствам могут быть отнесены к трем группам: основные, кислые и нейтральные.

Представителями кислых азотистых соединений являются пиррол и его алкилзамещенные. Этих соединений значительно меньше, чем оснований. Нейтральные вещества составляют бóльшую часть азотистых соединений – 70-80%. К ним относятся индол (бензпиррол), карбазол (дибензпиррол), и порфирины (циклические тетрапирролы).

Содержание азота в нефтях редко превышает 0,6% масс. В бензиновых фракциях его почти нет или его содержание невелико. С повышением т-ры выкипания фракций нефти концентрация азота увеличивается. Наибольшее количество содержится во фракциях нефти, выкипающей выше 400-450°С, где в основном концентрируются полициклические азотистые соединения.

Являются нежелательным компонентом нефтяных топлив, т. к. способствуют их осмолению и потемнению. В прямогонных бензиновых фракциях содержание азота ограничивается 0,5 мг/кг, т. к. при большем содержании быстро отравляются катализаторы, используемые в процессах каталитического риформинга. В тяжелых дистиллятах (350-550°С) азот необратимо дезактивирует катализаторы в процессах каталитического крекинга и гидрокрекинга. Удаляют азот из нефтяных фракций гидрированием.

Сернистые соединения с содержанием серы 0,02-6% масс. находятся в значительном количестве (до 60%) углеводородов нефти. По нефтяным фракциям сера распределяется неравномерно: в легких (80-100°С) ее содержится много, в высококипящих (150-220°С) – обычно минимально, с повышением т-ры кипения содержание серы существенно увеличивается.

К настоящему времени идентифицировано около 300 сернистых соединений, различающихся строением и свойствами, в т.ч. меркаптаны, сульфиды, дисульфиды, тиофаны, тиофены, бензтиофены. В высококипящих фракциях нефтей содержатся также полициклические соединения серы.

Сернистые соединения отрицательно влияют на эксплуатационные свойства топлив. Они снижают химическую стабильность, полноту сгорания топлив и обусловливают наличие в продуктах сгорания оксидов серы, к-рые в присутствии водяных паров (от сгорания водорода) образуют коррозионно-агрессивную серную кислоту. Вместе с тем некоторые соединения способствуют улучшению противоизносных и защитных свойств топлив. Большинство сернистых соединений являются ценным сырьем для получения красителей, стабилизаторов полимеров, лекарственных средств.

Металлсодержащие соединения имеют в своем составе металлы, главным образом переменной валентности (V, Ni, Fe, Mo, Co, W, Cu, Cr, Ti и др.). Содержание в нефти не превышает 0,05% масс. Наиболее полно изучены металло-

порфириновые соединения – ванадийпорфирины и никельпорфирины, в состав к-рых входит около 40% от всего содержания ванадия и никеля в нефти. Металл в них расположен в центре тетрапиррольной структуры.

Концентрируются обычно во фракциях нефти, выкипающих выше 400°С. В бензинах, керосинах и дизельных топливах металлов практически не содержится (могут быть лишь следы). Содержание их в тяжелой части нефти – фракции 350-550°С (сырье каталитического крекинга) и остатках, кипящих выше 350°С (мазут) или 500°С (гудрон), нежелательно. При каталитической переработке этих фракций металлы отлагаются в порах катализаторов и необратимо дезактивируют их. При сжигании тяжелых остаточных котельных топлив образуется пентаоксид ванадия (V_2O_5) – очень коррозионно-активный компонент золы.

Металлы на 40-50% удаляются из нефтяных фракций при их гидроочистке, а также при глубокой деасфальтизации и обессмоливании остатков.

ГЕТЕРОГЕННАЯ СИСТЕМА – неоднородная физико-химическая система, состоящая из различных по физическим свойствам или химическому составу частей (фаз). Одна фаза гетерогенной системы отделена от смежной с ней фазы поверхностью раздела, на к-рой скачком изменяется одно или несколько свойств (состав, плотность и др.). К Г.с. относятся: топливо и находящиеся над ним пары углеводородов; топлива и присутствующие в нем твердые углеводороды, кристаллы льда или капли воды; две несмешивающиеся жидкости – масло и вода и т.д.

ГИГРОСКОПИЧНОСТЬ – способность материалов и веществ, в т.ч. ГСМ, поглощать водяные пары или воду из окружающей среды. Г. ГСМ учитывают при их транспортировании и хранении.

ГИГРОСКОПИЧНОСТЬ БЕНЗИНА – показатель стабильности, характеризующий способность бензина поглощать и растворять воду. Парафиновые, нафтеновые и олефиновые углеводороды слабо растворяют воду. Ароматические углеводороды и бензины, содержащие их, растворяют значительное количество воды. Чем выше т-ра и относительная влажность, тем больше воды растворяется в топливе. При низкой т-ре вода вымерзает и выделяется в виде мелких кристаллов или хлопьев, забивающих бензофильтры, что ведет к нарушению работы двигателя.

ГИГРОСКОПИЧНОСТЬ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК связана с поглощением ими воды не только при прямом контакте, но и из воздуха. кСа-смазки поглощают воду при относительной влажности воздуха более 60%. За 5 сут. при 40°С и 100%-ной влажности смазка Униол-1 может поглотить около 6% воды, после чего этот процесс прекращается. Смазка ЦИАТИМ-221 за трое суток при 20°С и 100%-ной влажности поглощает 13% воды, солидол – 4%, а Li-смазка ЦИАТИМ-201 и углеводородная пушечная практически не поглощают воду. При хранении в негерметичной таре Na-смазки поглощают влагу из воздуха. В результате наружный слой смазки обводняется. Процесс поглощения воды кСа-смазками обратим.

Г.п.с. оценивают, помещая их в воду или чаще в среду со 100%-ной влажностью и измеряя привес смазки в течение нескольких суток.

ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ РАБОЧАЯ ЖИДКОСТЬ – см. *Гидравлические масла.*

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ МАСЛА – смазочные масла, являющиеся рабочим жидким элементом всех объёмных гидроприводов и гидродинамических передач, гидромеханизмов и гидросистем, позволяющих осуществить передачу механической энергии от её источника к удалённому иногда на десятки метров механизму, обеспечивающему необходимую полезную работу.

В связи с широким использованием гидросистем в самых разных видах промышленной техники нефтеперерабатывающей промышленностью выпускается более двух десятков наименований минеральных Г.м. с широким диапазоном физико-химических и эксплуатационных свойств.

Классификация Г.м. Принятая во всем мире классификация минеральных (нефтяных и углеводородного происхождения) Г.м. основана на их кинематической вязкости при 40°С и связана с наличием в них присадок (химических веществ), улучшающих (или определяющих) и обеспечивающих необходимый уровень их эксплуатационных свойств.

По ГОСТ 17479.3 (аналогично международному стандарту ISO 6074/4–82) Г.м. по значению кинематической вязкости при 40°С делятся на 10 классов (**табл. Г-1**).

Г-1. Классы вязкости гидравлических масел

Класс вязкости	Кинематическая вязкость при 40°С, мм²/с
5	4,14–5,06
7	6,12–7,48
10	9,0–11,0
15	13,5–16,50
22	19,80–24,20
32	28,80–35,20
46	41,40–50,60
68	61,20–74,80
100	90,00–110,0
150	135,0–165,0

По уровню вязкости Г.м. условно делятся на следующие:

- маловязкие – классы вязкости с 5 по 15;
- средневязкие – классы вязкости 22 и 32;
- высоковязкие – классы вязкости с 46 по 150.

По эксплуатационным свойствам Г.м. по ГОСТ 17479.3 делятся на группы А, Б, В:

группа А (по ISO группа НН) – минеральные (углеводородные) масла без присадок, используемые до давления 15 МПа при т-ре не выше 80°С;

группа Б (по ISO группа HL) – минеральные (углеводородные) масла с антиокислительными и антикоррозионными присадками, используемые до давления 25 МПа при т-ре не выше 90°С;

группа В (по ISO группа НМ) – минеральные (углеводородные) масла с антиокислительными, антикоррозионными и противоизносными присадками, используемые при давлении до 35 МПа и т-ре выше 90°С (но не выше т-ры их вспышки).

Загущенные вязкостными полимерными присадками минеральные Г.м. соответствуют группе HV по ISO.

Обозначение гидравлических масел по ГОСТ 17479.3 состоит из групп знаков, первая из которых обозначается буквами – МГ (минеральное гидравлическое), вторая – обозначается цифрами и характеризует класс кинематической вязкости, третья – обозначается буквами и указывает на принадлежность масла к группе эксплуатационных свойств. Однако вырабатываемые отечественной промышленностью Г.м. в большинстве случаев имеют товарные наименования. В **табл. Г-2** приведены товарные наименования гидравлических масел, к-рые могут быть отнесены к соответствующим классификационным категориям по ГОСТ 17479.3.

Г-2. Ассортимент вырабатываемых промышленностью гидравлических масел, отнесённых к классификации по ГОСТ 17479.3

Обозначения гидравлических масел по ГОСТ 17479.3	Товарное наименование (марка) гидравлических масел
МГ-7-Б	ЛЗ-МГ-2, МГЕ-4А, МГ-7-Б (ранее РМ)
МГ-10-Б	МГ-10-Б (ранее РМЦ)
МГ-15-Б	АМГ-10Б (до 2000 г. выработки)
МГ-15-В	МГЕ-10А, ВМГЗ, Раунд-ВМГЗ, АМГ-10
МГ-22-Б	Масло веретённое АУ, АУП
МГ-22-В	Масло марки Р, ГТ-50
МГ-32-А	ЭШ
МГ-32-В	Масло марки А, МГТ
МГ-46-В	МГЕ-46В
МГ-68-В	МГ-8А (М8-А), МГЕ-68В
МГ-100-Б	ГЖД-14С

Примечания. 1. Кроме чисто гидравлических масел в таблицу включены масла для гидромеханических передач: марки А, МГТ и Р для гидроусилителей руля, к-рые часто используются как гидравлические масла.
2. Загущенными маслами являются маловязкие масла всех марок (кроме масла МГ-7-Б), средневязкие масла марок А, МГТ, ЭШ

Эксплуатационные свойства Г.м.:

- вязкостно-температурные – масла должны обеспечивать надёжную работу гидросистемы в требуемом интервале температур;
- низкотемпературные – масла должны иметь необходимую т-ру застывания и требуемый уровень вязкости при отрицательных т-рах;
- антиокислительные – должна обеспечиваться стойкость (неизменность) химического состава масла в течение всего срока его работы (время хранения и эксплуатации) и всего срока службы гидросистемы;
- антикоррозионные – масло должно обеспечивать надёжную защиту всех материалов и их покрытий весь срок службы эксплуатации гидросистемы;
- противоизносные – масло должно обеспечивать минимальное изнашивание деталей трения гидросистемы весь срок ее службы;
- защитные – масло должно сохранять все свои свойства и свойства всех материалов, с к-рыми оно вступает в контакт.

Для обеспечения перечисленных выше свойств гидравлические масла вырабатывают из нефтяных дистиллятов, подвергнутых глубокой селективной или гидрокаталитической очистке. Некачественное нефтяное сырьё подвергают гидрокаталитическим процессам их переработки, к-рые позволяют получить высококачественные дистилляты, не нуждающиеся в дополнительной очистке.

В такие дистилляты для получения необходимого уровня требуемых свойств гидравлического масла добавляют специальные вещества (присадки) в сравнительно небольших количествах – примерно от 10-15% до 0,001 доли %.

Вязкостные присадки – полимеры (метакрилаты, полиизобутилены винипол и др.) различных молекулярных масс: от 1000 до 100 000. Это зависит от технических требований к конкретному гидравлическому маслу, предъявляемых при его разработке.

Антиокислительные присадки – вещества, препятствующие окислению углеводородов масла при соприкосновении с воздухом во время эксплуатации масла в гидросистемах и препятствующих полимеризации продуктов окисления, ведущих к образованию лаков и смол.

Антикоррозионные присадки – вещества, препятствующие взаимодействию металлов и материалов с агрессивными продуктами, образующимися в маслах при эксплуатации, попадающими извне или образующимися при распаде некоторых присадок от взаимодействия с водой, попадающей в масло извне. Различают антикоррозионные присадки для защиты от коррозии чёрных металлов (антиржавейные) и цветных металлов.

Противоизносные присадки – вещества, блокирующие поверхность трущихся деталей и увеличивающих толщину масляного слоя между трущимися деталями, что обеспечивает до определённого уровня «безизносное» трение или снижает износ их. Такими веществами являются диалкалдитиофосфаты металлов или беззольные присадки аминные соли дитиофосфорной кислоты или её сложные эфиры, а также трикрезолфосфаты или триксилениефосфаты.

Антипенные присадки – вещества, ускоряющие процессы разрушения пузырьков пены на границе воздух–жидкость, к-рая образуется в результате различных механических возмущений и вибраций на поверхности масла во время работы деталей гидросистемы и в результате турбулентных потоков масла при высокой интенсивности его перемещения в трубопроводах и объёмных отсеках гидросистемы.

Для некоторых специальных масел необходимы деэмульгаторы – вещества, к-рые сохраняют в масле воду в виде капель, не давая ей контактировать с маслом, в объём к-рого эти капли могут попадать извне. Продукты взаимодействия воды с присадками могут оседать на поверхности деталей гидросистемы, выводя из строя имеющие очень малые зазоры клапаны или оседать на фильтрах, очищающих масло внутри гидросистемы, что может приводить к остановке или аварии во время работы агрегатов.

Кроме минеральных гидравлических масел вырабатывают частично синтетические и синтетические гидравлические жидкости или рабочие жидкости, но для очень узкого и специального назначения: для гидросистем, работающих в особых условиях – в очень высоких или очень низких температурных условиях, иногда в сочетании с очень высокими давлениями в объёме гидросистемы, и (или) очень высокими напряжениями трущихся деталей.

Классификации гидравлические (рабочие) жидкости не имеют и, как правило, вырабатываются из очень дорогих и особых веществ для прямого потребителя, в основном, для применения в авиационной, антарктической, космической, военной технике.

ГИДРИРОВАНИЕ БЕНЗОЛСОДЕРЖАЩИХ ФРАКЦИЙ БЕНЗИНОВ – каталитический процесс снижения содержания бензола в лёгкой фракции продуктов риформинга до уровня, допустимого в товарном бензине. Бензол гидрируют в циклогексан с высокой селективностью с сохранением октанового числа бензиновой фракции, либо гидрируют и затем образующийся циклогексан изомеризуют в метилциклопентан для повышения октанового числа бензиновой фракции.

Содержание бензола в современных бензинах не должно превышать 1,0% об. Для большинства НПЗ базовым компонентом товарных автобензинов является риформат, к-рый по сравнению с бензинами других процессов является основным источником бензола. Снижение содержания бензола может быть достигнуто путём гидрирования бензолсодержащих фракций риформинга (НК–90°С) (90°С – т-ра конца кипения отбираемой бензолсодержащей фракции из риформата, т.е. из риформата выделяют головную фракцию, выкипающую до 90°С) на платиновых или никелевых катализаторах до остаточного содержания бензола менее 0,1% об. При этом образуется циклогексан, имеющий ОЧи смешения 110 (ОЧ чистого циклогексана – 83). Для бензола указанные значения составляют соответственно 99 и 113. Таким образом, процесс гидрирования лёгких фракций риформатов не приводит к уменьшению ОЧ последних. Изомеризация циклогексана в метилциклопентан даёт прирост ОЧ продукта дополнительно на 1-3 ед.

НПФ «ОЛКАТ» (Россия) разработал процесс «ДЕБОЛК» и катализатор гидроизомеризации бензола из лёгкой фракции риформата преимущественно в метилциклопентан. Особенностью процесса является повышение ОЧ продукта после превращения бензола в иные углеводороды на несколько единиц. Условия и основные характеристики процесса:

Давление, МПа	1,0–2,5
Т-ра, °С	250–350
Объёмная скорость подачи сырья, $ч^{-1}$	2–4
Кратность циркуляции ВСГ/сырьё, $нм^3/м^3$	600–800
Остаточное содержание бензола, % об., не более	0,1
Прирост октанового числа, ед.	1–3
Выход гидроизомеризата, % масс.	97–98
Межрегенерационный цикл работы катализатора, лет, не менее	3

Катализатор гидроизомеризации (К-150Б) содержит цеолит в качестве основы, а также металл платиновой группы и промоторы. Обычно при т-ре процесса 250°С и выше ОЧ продукта уже превышает ОЧ сырья. Бензол в гидрированном риформате отсутствует, т.е. происходит полное гид-

рирование его до циклогексана с последующей изомеризацией в метилциклопентан. Выход метилциклопентана приближается к термодинамически равновесному, раскрытие колец практически не происходит. Кроме того, достаточно интенсивно протекает реакция изомеризации *н*-гептана при высоком выходе C_{5+}. Принципиальная схема процесса по технологическому оформлению близка к схемам типичных гидрогенизационных процессов. Установка может быть как отдельно расположенной, так и комбинированной с установкой риформинга.

За рубежом лицензиарами процессов гидрирования бензолсодержащих фракций бензинов являются компании UOP (США), Axens (Франция) и CDTECH (США).

Процессы BenSat и Penex-Plus (UOP). В процессе BenSat бензол полностью превращается в циклогексан, в процессе Penex-Plus происходит полное гидрирование бензола и изомеризация углеводородов C_5, C_6, приводящая к повышению ОЧ. Содержание бензола в сырье процессов BenSat и Penex-Plus колеблется от нескольких до 30% и выше. В обоих процессах применяют катализатор, содержащий благородный металл, разработанный фирмой UOP. Чтобы ограничить подъём т-ры, управляют отводом теплоты реакции гидрирования бензола. Процесс BenSat предпочтителен, когда не надо улучшать октановые характеристики. Если требуется повысить ОЧ, то выбирают процесс Penex-Plus.

Схема процесса BenSat (**рис. Г-3**). Сырьё подогревают в теплообменнике *1*, рекуперируя теплоту продукта реакции, после чего смешивают со свежим водородом и подают в реактор *2* гидрирования бензола. Продукт после охлаждения в теплообменнике поступает в стабилизационную колонну *3*. Продукт, выходящий с низа колонны, идёт на компаундирование бензиновых компонентов, а с верха – в сеть топливного газа.

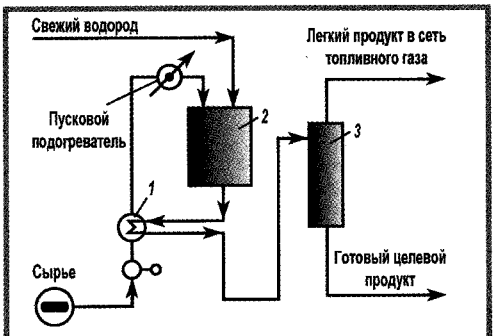


Рис. Г-3. Схема процесса BenSat

Процесс Benfree (Axens) – технологический процесс снижения содержания бензола в бензине риформинга, интегрированный в схему дистилляции. Задачей процесса Benfree является селективное гидрирование бензола, содержащегося в лёгком бензине риформинга, до циклогексана, для достижения в смеси лёгкого и тяжёлого бензина риформинга остаточного содержания бензола ниже 1% об.

Бензин полного фракционного состава с установки риформинга подают в колонну *1* (**рис. Г-4**), в к-рой толуол и более тяжёлые фракции риформата отделяются от лёгких фракций. С тарелки, расположенной выше тарелки ввода питания, от-

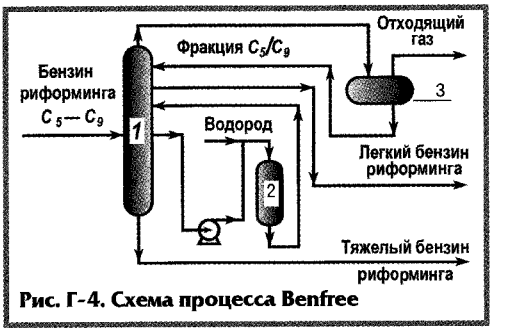


Рис. Г-4. Схема процесса Benfree

бирают фракцию, обогащённую бензолом, и подают насосом в реактор гидрирования *2*, давление в котором выше, чем в колонне. Повышение давления способствует улучшению растворимости водорода в сырье. Водород в сырьё вводят немного больше необходимого количества для гидрирования бензола. Гидрирование осуществляют на высокоактивном никелевом катализаторе, работающем, в основном, в жидкой фазе. Тем самым содержание бензола в товарном бензине снижается до значения, регламентируемого стандартами, т.е. менее 1,0% об. Малый избыток водорода позволяет минимизировать потери бензина с отходящими газами. Поток из реактора *2*, практически свободный от бензола, возвращается в колонну *1*. Конверсия бензола приводит к исчезновению азеотропной смеси бензола с изогептанами, что обеспечивает их попадание в кубовый продукт (тяжёлый бензин риформинга). Это особенно важно в тех случаях, когда лёгкую фракцию бензина риформинга направляют на изомеризацию, так как изогептаны в условиях изомеризации могут крекироваться в углеводороды C_3 и C_4, следствием чего является потеря объёма выработки бензина. Стабилизация продукта протекает в верхней части той же колонны. После конденсации в сепараторе *3* легкие фракции C_5, C_6, к-рые могут быть увлечены отходящими газами, возвращаются в колонну *1*. Соответственно, прогидрирован-

ная лёгкая фракция бензина риформинга выводится боковым погоном ниже зоны стабилизации.

Процесс CDHydro (CDTECH) позволяет снизить содержание бензола в бензине риформинга с помощью каталитической дистилляции. Процесс CDHydro сочетает фракционирование и гидрирование. В верхней части ректификационной колонны *1* (**рис. Г-5**) устанавливаются запатентованные устройства, содержащие катализатор. Водород вводят под нижнюю тарелку катализаторной зоны. Легкокипящие компоненты отгоняются в катализаторную зону, в которой реагируют с водородом. Изомеризация углеводородов C_5, C_6 в получаемом верхнем продукте повышает его ОЧ. Тяжёлые компоненты уходят в нижнюю часть колонны. Жидкость испаряется за счёт теплоты реакции, пары конденсируются в верхнем конденсаторе *2*, образуя дополнительную флегму. Условия работы ректификационной колонны обеспечивают изотермичность в слое катализатора и исключают разогрев, типичный для обычных реакторов гидрирования. Процесс CDHydro можно проводить при гораздо меньшем давлении, чем обычное гидрирование. Давление определяется условиями ректификации. Исключение из схемы отдельного реактора гидрирования и сепаратора водорода даёт значительную экономию капиталовложений (около 50%) по сравнению с обычными технологиями. Стоимость колонны CDHydro только на 5–20% превышает стоимость стандартной колонны ректификации. Процесс распространен за рубежом.

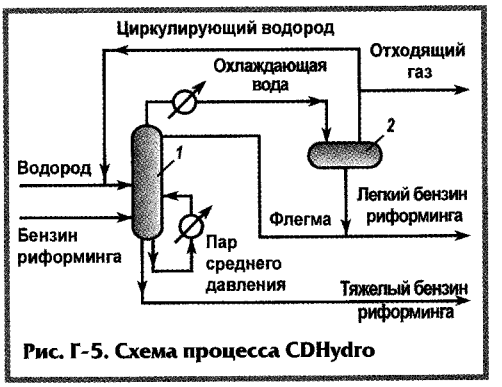


Рис. Г-5. Схема процесса CDHydro

ГИДРИРОВАННЫЕ ПОЛИМЕРЫ И СОПОЛИМЕРЫ ДИЕНОВ – продукты полимеризации бутадиена (или изопрена) со стиролом с последующим гидрированием для повышения стойкости полимера к окислению.

ГИДРОГЕНИЗАЦИОННЫЕ (ГИДРОКАТАЛИТИЧЕСКИЕ) **ПРОЦЕССЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ МАСЕЛ** служат для направленного изменения химической структуры углеводородов и гетероорганических соединений, содержащихся в нефтяных масляных фракциях. Г.п. позволяют не удалять нежелательные соединения масляного сырья (полициклические ароматические, гетероциклические, твердые парафины, смолистые соединения), а превращать их в ценные компоненты, повышая выход базовых масел и улучшая их свойства: вязкостно-температурные, термоокислительные, антикоррозионные.

Химические превращения компонентов сырья происходят под воздействием водорода в присутствии катализаторов при повышенных т-ре и давлении. Т-ра, давление и объемная скорость подачи сырья, наряду с составом катализатора – основные технологические факторы процесса. Значения первых трех факторов определяют степень жесткости процесса, к-рая тем выше, чем выше т-ра и давление и чем ниже объемная скорость подачи сырья. Жесткость процесса, наряду с составом катализатора, определяет степень и направление химического превращения компонентов сырья.

При гидрогенизационной переработке сырья протекают следующие основные реакции:

• гидрогенолиз гетероорганичесих соединений, к числу которых относятся серосодержащие (алифатические и циклические сульфиды, дисульфиды, меркаптаны, тиофены), кислородсодержащие (алифатические спирты, сложные эфиры, нафтеновые кислоты, гидропероксиды), азотсодержащие (пиридины, хинолины, пирролы, индолы, карбазолы) и металлорганические соединения; серо-, кислород- и азотсодержащие соединения гидрируются с образованием углеводорода и, соответственно, сероводорода, воды и аммиака;

• гидрирование ароматических и нафтено-ароматических углеводородов с последующим раскрытием нафтеновых колец, в результате чего образуются моноароматические и мононафтеновые углеводороды с боковыми алифатическими цепями.

• гидрокрекинг–гидроизомеризация парафиновых углеводородов нормального строения с образованием изопарафинов и низкомолекулярных парафиновых углеводородов.

В ходе гидрогенизационной переработки сырья протекает ряд нежелательных побочных процессов (гидродеалкилирование ароматических и нафтеновых углеводородов с образованием голоядерных углеводородов, склонных к поликонденсации; крекинг, ведущий к образованию низкомолекулярных углеводородов, обуславливающий снижение выхода и вязкости масел).

В производстве масел применяются следующие виды гидрогенизационных процессов:

• *гидрокрекинг масляного профиля*;

• *гидроконверсия рафинатов селективной очистки*;

• *гидрооблагораживание масляных фракций*;

• *гидродоочистка масляных фракций*;

• *гидрокаталитическая депарафинизация масляных фракций*;

• *гидроизодепарафинизация масляных фракций.*

ГИДРОГЕНИЗАЦИЯ – процесс присоединения водорода к химическим элементам или органическому веществу под влиянием катализаторов. В нефтеперерабатывающей промышленности применяют следующие модификации: Г. бензиновых, керосиновых, газойлевых дистиллятов (фракций) нефти; гидрокрекинг вакуумного дистиллята прямой перегонки нефти в чистом виде или в смеси с газойлями коксования, термического каталитического крекинга для получения топлив и масел; гидроалкилирование, гидрирование и гидроизомеризация для получения ароматических, нафтеновых и изопарафиновых углеводородов, используемых в качестве товарных нефтепродуктов (бензол, толуол, ксилол, нафталин, изооктан, парафины и др.). В зависимости от исходного сырья, типа катализатора и целевого назначения Г. проводится при 250-430°С, давлении 3-32 МПа и циркуляции ВСГ 360-600 нм³/м³ сырья.

Обратный процесс – отщепление водорода от органического вещества – называют дегидрогенизацией или дегидрированием.

ГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ СМАЗКА (*Ндп.* Жидкостное трение) – *жидкостная смазка*, при которой полное разделение поверхностей трения осуществляется в результате давления, самовозникающего в слое жидкости при относительном движении поверхностей (ISO 4378/3–1983).

ГИДРОДООЧИСТКА МАСЛЯНЫХ ФРАКЦИЙ – завершающий процесс в технологической схеме производства базовых масел, служащий для улучшения их цвета и повышения стабильности. Г.м.ф. осуществляется в мягких условиях, гидрированию подвергаются в основном наиболее легко гидрируемые компоненты – серо- и кислородсодержащие соединения, составляющие основу смолистых соединений. Гидрируются также олефиновые соединения, образовавшиеся в масле на предыдущих стадиях производства (в основном при нагреве при регенерации растворителей в процессах селективной очистки). Углеводородная часть масла при его гидродоочистке. существенных изменений не претерпевает.

Сырье процесса – депарафинированные масла различного качества и способа производства.

Продукция процесса – целевой продукт гидродоочистки – базовые масла, побочные продукты – сероводород, аммиак, углеводородные газы, отгон (низкокипящие углеводороды).

Катализаторы, реагенты. В процессе используются в основном алюмоникельмолибденовые или алюмокобальтмолибденовые катализаторы. Применяются катализаторы и др. типов, например, железосодержащий в процессе «феррофайнинг». При Г.м.ф. используется газ, содержащий не менее 75% водорода.

Схема процесса аналогична схеме процесса *гидрокрекинга масляного профиля.*

Параметры режима:

Общее давление в реакторе, МПа	4,0–5,0
Т-ра в зоне реакции, °С	280–320
Объемная скорость подачи сырья, $ч^{-1}$	1,5–2,5
Кратность циркуляции ВСГ, $нм^3/м^3$ сырья	300–600

ГИДРОИЗОМЕРИЗАЦИЯ МАСЛЯНЫХ ФРАКЦИЙ – процесс, в к-ром необходимая т-ра застывания масел достигается в результате изомеризации нормальных парафиновых углеводородов в изопарафиновые на специальном катализаторе в присутствии водорода.

Сырье процесса – как правило, очищенные гачи с содержанием масла не выше 7%, серы не более 30 ppm, азота не более 2,0 ppm, асфальтенов не более 100 ppm, металлов Ni, V, Fe не более 0,5 ppm каждого.

Продукция процесса – высокоиндексное (не ниже 125 пунктов) изопарафиновое базовое масло с т-рой застывания не выше –15°С; углеводородные газы; низкокипящие жидкие углеводороды, включающие бензиновую и дизельную фракции, а также фракцию маловязкого масла.

Катализаторы, реагенты. В процессе используются специальные катализаторы, содержащие благородные металлы платиновой группы на цеолитсодержащем носителе. Основным реагентом является ВСГ с содержанием H_2 не ниже 95% об.

Принципиальная технологическая схема аналогична схеме процесса *гидрокаталитической депарафинизации масляных фракций.*

Параметры режима:

Парциальное давление водорода, МПа, не ниже	4,5
Т-ра в зоне реакции, °С	340–400
Объемная скорость подачи сырья, $ч^{-1}$	0,5–0,7
Кратность циркуляции ВСГ, $нм^3/м^3$ сырья	2000–2500

ГИДРОКАТАЛИТИЧЕСКАЯ ДЕПАРАФИНИЗАЦИЯ МАСЛЯНЫХ ФРАКЦИЙ – процесс, в котором необходимая т-ра застывания масел достигается при использовании селективного крекинга нормальных и слабоизомеризованных твердых парафиновых углеводородов на активных центрах специальных катализаторов в присутствии водорода, с превращением их в газообразные и легкокипящие углеводороды.

Сырье процесса – рафинаты селективной очистки дистиллятных и остаточных масляных

фракций, гидрогенизаты, получаемые в результате гидрообработки рафинатов селективной очистки или гидрокрекинга вакуумных дистиллятов нефти.

Продукция процесса – депарафинированные масла с необходимой т-рой застывания, углеводородные газы, низкокипящие жидкие углеводороды, в основном бензиновой фракции, сероводород.

Катализаторы, реагенты. В процессе используются цеолитсодержащие катализаторы со строго определенным размером пор цеолита, что обеспечивает избирательную адсорбцию и превращение нормальных и слаборазветвленных парафиновых углеводородов.

В состав катализаторов включаются также гидрирующие компоненты, нанесенные на окисный носитель и служащие для гидрирования непредельных соединений, образующихся в процессе селективного крекинга парафинов. В качестве гидрирующих компонентов применяют элементы VI и VIII групп в виде металлов, их окислов или сульфидов, а носитель, как правило, – окись алюминия. Наиболее распространенные гидрирующие компоненты – окислы кобальта, молибдена и никеля.

В процессе используется ВСГ, получаемый на установках каталитического риформинга или на специальной установке производства водорода. Содержание H_2 в циркулирующем ВСГ должно быть не ниже 75% об.

Схема процесса. Сырье смешивается с ВСГ и через теплообменники и печь *1* (**рис. Г-6**)поступает в реактор *2*, где происходит селективный крекинг нормальных и слаборазветвленных парафиновых углеводородов. После разделения в сепараторе *3* газопродуктовой смеси, выходящей из реактора, ВСГ возвращается на смешение с сырьем.

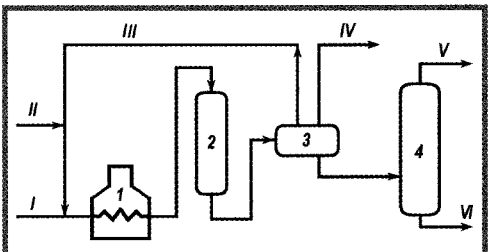


Рис. Г-6. Принципиальная технологическая схема гидрокаталитической депарафинизации:

1 – печь; *2* – реактор; *3* – сепаратор; *4* – колонна стабилизации.

Потоки: *I* – сырье; *II* – свежий ВСГ; *III* – циркулирующий ВСГ; *IV* – углеводородный газ; *V* – низкокипящие углеводороды (отгон); *VI* – стабильный гидрогенизат

Гидрогенизат направляется в колонну атмосферно-вакуумной стабилизации *4*. Стабильный гидрогенизат является депарафинированным маслом.

Параметры режима:

Парциальное давление водорода, МПа	4–8
Т-ра в зоне реакции, °С	300–380
Объемная скорость подачи сырья, $ч^{-1}$	0,5–2,0
Кратность циркуляции ВСГ, $нм^3/м^3$ сырья	800–1100

ГИДРОКОНВЕРСИЯ РАФИНАТОВ СЕЛЕКТИВНОЙ ОЧИСТКИ – процесс получения базовых масел, содержащих не менее 90% насыщенных парафино-нафтеновых углеводородов, не более 0,03% серы и имеющих индекс вязкости не менее 105. Процесс осуществляется на специальных катализаторах при менее жестких условиях нежели гидрокрекинг, т.к. используется сырье, очищенное от полициклических ароматических углеводородов. Г.р.с.о. минимизирует крекинг углеводородов сырья и не изомеризует нормальные парафины, к-рые могут быть извлечены и использованы как ценный побочный продукт. Основные реакции – гидрогенолиз гетероароматических соединений, гидрирование ароматических и раскрытие нафтеновых колец.

Г.р.с.о. является дополнением традиционного процесса селективной очистки масляных фракций с целью получения высокоиндексных масел с низкой испаряемостью, отличными токсикологическими показателями, термоокислительной стабильностью, топливосберегающими и низкотемпературными свойствами.

Сырье процесса – дистиллятные и остаточные рафинаты селективной очистки различного фракционного состава и уровня вязкости.

Продукция процесса – стабилизированный гидроконвертированный рафинат (целевой продукт), направляемый на *депарафинизацию* (селективную или каталитическую) с последующей гидродоочисткой в мягких условиях для получения базового масла требуемого уровня качества. Выход стабилизированного гидроконвертированного рафината зависит от используемого сырья и составляет 80-90% масс. Побочные продукты – сероводород, аммиак, углеводородные газы и отгон (легкокипящие углеводороды).

Катализаторы, реагенты. Используются слабокислотные катализаторы, содержащие оксиды или сульфиды металлов VI и VII групп на огнеупорном носителе из оксида металла. Предпочтительны никельмолибденовые катализаторы на алюмосиликатном носителе с промотирующими добавками – фосфор, бор, оксиды редкоземельных металлов.

В процессе используется ВСГ, содержащий не менее 80% водорода.

Принципиальная технологическая схема Г.р.с.о. аналогична схеме *гидрокрекинга масляного профиля*. Процесс может осуществляться в одну или две ступени.

Параметры режима:

Общее давление в реакторе, МПа	8–13
Т-ра в зоне реакции, °С	320–400
Объемная скорость подачи сырья, $ч^{-1}$	0,7–1,2
Кратность циркуляции ВСГ, $нм^3/м^3$ сырья	400–700

ГИДРОКРЕКИНГ – процесс получения дополнительного количества светлых нефтепродуктов каталитическим разложением нефтяных дистиллятов и остатков под давлением водорода. Глубокий гидрокрекинг под высоким давлением водорода имеет степень конверсии сырья 90% и более. Эта модификация процесса в последние десятилетия XX-го столетия получила широкое развитие. Значительная гибкость гидрокрекинга позволяет направлять его как на получение максимального выхода бензина, так и на преимущественный выход средних и тяжёлых дистиллятов. По характеру перерабатываемого сырья процессы гидрокрекинга могут быть разбиты на две группы: 1) предназначенные только для переработки дистиллятов; 2) пригодные для переработки остатков. Развитию процесса способствовало возрастание ресурсов низкокачественного сернистого сырья и интенсивное развитие каталитического риформинга, предоставившего НПЗ источники водорода.

Г. нефтяных дистиллятов был реализован впервые в 1959 г. на НПЗ в США (г.Арканзас-Сити) по лицензии UOP. Наибольшее распространение Г. получил в нефтепереработке США, а также распространён в странах Азиатско-Тихоокеанского региона, Запад. Европы, Ближнего и Среднего Востока.

Реакции гидрокрекинга. В основе процессов Г. лежат следующие реакции: гидрогенолиз гетероорганических соединений серы, кислорода и азота; гидрирование ароматических углеводородов; раскрытие нафтеновых колец; деалкилирование циклических структур; расщепление парафинов и алкильных цепей; изомеризация образующихся осколков; насыщение водородом разорванных связей. Превращения носят последовательно-параллельный характер. Гидрогенолиз серо-, азот- и кислородсодержащих соединений завершается образованием сероводорода, воды и аммиака и соответствующего углеводорода. Гидрирование ароматических углеводородов осуществляется последовательным насыщением ароматических колец с возможным сопутствующим разрывом образующихся нафтеновых колец и деалкилированием. Раскрытие нафтеновых колец осуществляется последовательно с отрывом алкильных радикалов. Разрыв высокомолекулярных парафиновых структур осуществляется преимущественно в средней части с наименьшей энергией связи С-С. Реакции полимеризации и конденсации с образованием кокса сильно заторможены. Бóльшая часть реакций на кислотных катализаторах протекает по карбокатионному механизму. В результате в продуктах практически отсутствуют низкомолекулярные углеводороды – метан и этан. Голоядерные, или содержащие радикалы C_1 и C_2, ароматические углеводороды не подвергаются расщеплению без предварительного гидрирования и способны образовывать кокс. Удельные соотношения перечисленных основных реакций и их интенсивность определяются типом и избирательностью действия катализаторов, природой и составом исходного сырья, а также рабочими условиями гидрокрекинга.

Катализаторы гидрокрекинга должны отличаться высокой стабильностью, длительным сроком службы, обеспечивать высокую глубину превращения сырья и удаление максимального количества сернистых и азотистых соединений. Выбор катализаторов зависит от направленности процесса, качества применяемого сырья (дистиллятное или остаточное) и заданной глубины конверсии. В силу своей задачи катализаторы Г. являются полифункциональными, т.е. обладают расщепляющими, изомеризующими, а также гидрирующими-дегидрирующими свойствами, что обеспечивает гидрокрекинг и гидрооблагораживание нефтяных дистиллятов. Ассортимент современных катализаторов Г. достаточно обширен, что объясняется разнообразием назначений процесса. Обычно они состоят из следующих трёх компонентов: кислотного, дегидро-гидрирующего и связующего, обеспечивающего механическую прочность и пористую структуру. Активный металл обладает гидрирующими, а носитель расщепляющими и изомеризующими свойствами.

Кислотные, а следовательно и расщепляющие свойства, регулируются введением в состав катализатора кислотных носителей, таких как оксид алюминия, алюмосиликаты и цеолиты, модифицированные различными способами. Для усиления кислотности в катализатор иногда вводят галоген. Гидрирующими компонентами обычно служат металлы VI и VIII групп, чаще в виде оксидов и сульфидов молибдена, никеля, кобальта, ванадия, реже – платины, палладия. Для активирования катализаторов используют также разнообразные промоторы: рений, родий, иридий, редкоземельные элементы и др. Функции связующего часто выполняет кислотный компонент (оксид алюминия, алюмосиликаты), а также оксиды кремния, титана, циркония, магний- и цирконий-силикаты.

Сульфиды и оксиды молибдена и вольфрама относятся к бифункциональным катализаторам: они активны как в реакциях гидрирования-дегидрирования (гомолитических), так и в гетеролитических реакциях гидрогенолиза гетероатомных углеводородов нефтяного сырья. Однако каталитическая активность молибдена и вольфрама недостаточна для разрыва углерод-углеродных связей. Поэтому для осуществления реакций крекинга углеводородов необходимо наличие кислотного компонента. Катализаторы процессов Г. являются по существу трифункциональными, а селективного Г. – тетрафункциональными, если учесть их молекулярно-ситовые свойства. Если же кислотный компонент представлен цеолитсодержащим алюмосиликатом, то следует учитывать и специфические крекирующие свойства кислотного составляющего. Так, на алюмосиликате – крупнопористом носителе – в основном проходят реакции первичного неглубокого крекинга высокомолекулярных углеводородов сырья, в то время как на цеолите – реакции последующего более глубокого крекинга – с изомеризацией среднемолекулярных углеводородов. Таким образом, катализаторы гидрокрекинга можно отнести к полифункциональным.

Для получения максимального количества бензина значительно лучшие результаты Г. достигаются при использовании катализаторов с высокой кислотной и оптимальной гидрирующей активностями. Катализаторы Г. среднедистиллятного направления должны обладать умеренно расщепляющими свойствами и высокой гидрирующей активностью для обеспечения качества реактивных и дизельных топлив.

Большое значение уделяется в настоящее время катализаторам на цеолитной основе. Они обладают высокой гидрокрекирующей активностью и хорошей избирательностью. Кроме того, они позволяют вести процесс иногда без предварительной очистки сырья от азотсодержащих соединений. Содержание в сырье до 0,2% азота практически не влияет на их активность. Повышенная активность катализаторов гидрокрекинга на основе цеолитов обуславливается более высокой концентрацией активных кислотных центров (бренстедовских) в кристаллической структуре по сравнению с аморфными алюмосиликатными компонентами.

В случае переработки тяжёлого сырья и нефтяных остатков наибольшую опасность для дезактивации катализатора Г., кроме азотистых оснований, представляют асфальтены, и прежде всего, содержащиеся в них металлы, такие как никель и ванадий. Поэтому гидрокрекинг сырья, содержащего значительное количество металло- и др. гетероорганических соединений проводят в две или более ступени. На первой ступени в основном проходит гидроочистка и неглубокий гидрокрекинг полициклических ароматических углеводородов (а также деметаллизация). Катализаторы этой ступени идентичны катализаторам гидроочистки. На второй ступени облагороженное сырьё перерабатывают на катализаторе с высокой кислотной и умеренной гидрирующей активностями.

Сырьё. Современный процесс Г. позволяет перерабатывать практически все нефтяные дистилляты – как прямогонные, так и вторичного происхождения. Его происхождение имеет решающее значение для условий проведения процесса, а также оказывает существенное влияние на свойства полученных продуктов. Технологические условия Г. и его аппаратурное оформление сильно различаются в зависимости от свойств сырья, химического состава и особенно от содержания ароматических углеводородов, соединений азота и серы, а также смол и асфальтенов. Особенно важны температурные пределы кипения нефтяных дистиллятов, так как с ростом средней т-ры кипения сырья наблюдается увеличение содержания в них ароматических углеводородов, соединений серы и азота. В высококипящих вакуумных дистиллятах возможно присутствие высокомолекулярных смол и асфальтенов. Сырьё с большим содержанием ароматических углеводородов, и особенно полициклических структур, с большим трудом подвергается изменениям в процессе Г. Для его переработки требуется применять катализаторы с более высокой гидрирующей активностью. Для обеспечения гидрирования ароматических циклов необходимо проводить процесс под более высоким давлением водорода, чем в случае переработки сырья насыщенного характера. Г. ароматизированного сырья требует более высоких расходов водорода. Цикл работы катализатора в этом процессе меньше, поэтому возникает необходимость более частой его регенерации, что сокращает период эффективной работы установки. Переработка тяжёлых дистиллятов с большим содержанием ароматических углеводородов, проводимая с глубоким превращением сырья, обычно реализуется в двухступенчатых установках с интенсивной рециркуляцией непрореагировавшей части сырья.

Соединения азота, присутствующие в сырье, и особенно в гетероциклах, являются каталитическими ядами. Катализаторы Г., имеющие кислотные активные центры, на к-рых в условиях реакции прочно адсорбируются соединения азота, подвергаются значительной дезактивации. Это делает невозможным непосредственный Г. сырья с большим содержанием азота в присутствии ка-

тализаторов с аморфным алюмосиликатным носителем. Допустимое содержание соединений азота в сырье составляет 0,01-0,02% масс. Большинство нефтяных дистиллятов (в особенности тяжёлые вакуумные дистилляты, а также дистилляты вторичного происхождения содержат значительно больше азота, чем 0,02% масс. – фактическое значение от 0,1 до 0,3% масс. Такое сырьё требует предварительной глубокой гидроочистки, и процесс Г. осуществляется в две ступени. Учитывая прочность соединений азота, их гидрирование в первой ступени при двухступенчатом процессе должно проводиться под давлением водорода 10-15 МПа. Использование катализаторов на основе цеолитов, характеризующихся меньшей чувствительностью к азотистым соединениям, позволяет осуществлять процесс при более высоком содержании азота в сырье и при умеренном давлении водорода.

Соединения серы в сырье не представляют значительных трудностей для процесса Г. Вследствие низких значений энергии связи C-S такое сырьё легко подвергается Г. Глубокая очистка сырья от сернистых соединений требуется лишь при использовании платиновых и палладиевых катализаторов, весьма чувствительных к отравлению серой. Г. нефтяных дистиллятов, содержащих большое количество серы (до 3% масс.) происходит с повышенным расходом водорода.

В сырье Г. ограничивается также содержание асфальтенов. Превращение этих соединений в условиях Г. приводит к образованию кокса, к-рый оседает на поверхности катализатора, что способствует дезактивации последнего. Если содержание коксообразующих велико, то сырьё предварительно подвергают гидрированию на 1-й ступени, а на 2-ю ступень подают облагороженное сырьё. Большое значение имеет также удаление из сырья тяжёлых металлов (никель, ванадий, железо), содержащихся в виде металлоорганических соединений. Металлы отлагаются на катализаторе, снижая его активность. Наиболее эффективный метод удаления их – гидрогенизационное облагораживание сырья.

В настоящее время к сырью процесса Г. (вакуумному дистилляту) сформулированы следующие требования: содержание азота – не более 0,1% масс., тяжёлых металлов – не более 2 г/т, асфальтенов (нерастворимых в гептане) – не более 0,05% масс., коксуемость – не более 0,3% масс. Пределы кипения и качество сырья Г. зависят от того, какие продукты желательно получить. В нефтеперерабатывающей промышленности США, где имеется большая потребность в лёгких моторных топливах (бензины и авиакеросины), основной продукт, получаемый на большинстве установок, – лёгкие топливные фракции. Сырьё таких установок – средние нефтяные дистилляты, циркулирующие газойли каталитического крекинга, а также вакуумные газойли. В Европе имеется большая потребность в дизельных топливах, поэтому установки работают с использованием в качестве сырья в основном вакуумных газойлей.

Водород на Г. направляется со специализированных установок конверсии природного или нефтезаводских газов с водяным паром либо после газификации нефтяных остатков. Недостающее количество поступает с установок риформинга бензиновых фракций и производства этилена. Водородсодержащий газ (ВСГ) содержит (по объёму) более 95% водорода. Примесями являются азот, метан, оксиды углерода (наличие последних веществ нежелательно).

Основные продукты Г. – бензиновые, керосиновые и дизельные фракции; в отдельных случаях сжиженные газы C_3-C_4 и очищенные остаточные фракции – исходное сырьё пиролиза, каталитического крекинга, производства смазочных масел. Побочные продукты – сероводород и углеводороды C_1-C_2. Сжиженные газы находят как техническое, так и бытовое применение. Лёгкий бензин – высококачественный компонент товарного автобензина. Тяжёлый бензин отличается высоким содержанием нафтеновых углеводородов и используется в качестве компонента сырья риформинга. Керосиновые фракции отвечают требованиям на современные сорта реактивных топлив. В процессе Г. может быть получен весь ассортимент дизельных топлив от арктических до летних утяжелённых сортов. Дизельные топлива отличаются практически отсутствием непредельных, сернистых и азотистых соединений и низким содержанием ароматических углеводородов, что обеспечивает им высокие эксплуатационные показатели. Глубокоочищенная фракция 350-500°C может быть использована как сырьё пиролиза; её применение позволяет высвободить из производства этилена фракции бензина и дизельного топлива. Остаточные фракции гидрокрекинга практически не содержат би- и полициклические углеводороды и могут быть успешно использованы для получения масел с высоким индексом вязкости без применения стадии селективной очистки.

Основные параметры. 1. Температура – оптимальный интервал 360-440°C с постепенным повышением от нижней границы к верхней по мере падения активности катализатора. При более низкой т-ре реакции крекинга протекают с малой скоростью, но при этом более благоприятен химический состав продуктов: большее содержание нафтенов и соотношение «изопарафин : *н*-парафин». Чрезмерное повышение т-ры ограничивается тер-

модинамическими факторами (реакции гидрирования полициклических ароматических углеводородов), усилением роли реакций газо- и коксообразования. Тепловой эффект гидрокрекинга определяется соотношением реакций гидрирования и расщепления. Обычно отрицательный тепловой эффект реакций расщепления перекрывается экзотермическим эффектом гидрирования. Суммарный тепловой эффект процесса тем больше, чем выше глубина гидрокрекинга. Поэтому при его аппаратурном оформлении предусматривается возможность отвода избыточного тепла из зоны реакции во избежание перегрева реакционной смеси. При использовании реакторов со стационарным катализатором охлаждение осуществляют подачей холодного ВСГ между слоями катализатора.

2. Давление – с повышением давления возрастают и скорость реакций и глубина Г. Минимально приемлемое давление тем выше, чем менее активен катализатор и чем тяжелее сырьё процесса. Большинство промышленных установок работает при 15-17 МПа. Для Г. нефтяных остатков с использованием относительно дорогостоящих катализаторов применяют давление 20 МПа. Г. прямогонных лёгких газойлей с низким содержанием азота можно проводить при относительно низком давлении – около 7 МПа.

3. Объёмная скорость подачи сырья вследствие предпочтительности проведения процесса при минимальной т-ре обычно низка – 0,2-0,5 $ч^{-1}$. При проведении процесса в режиме мягкого гидрокрекинга она выше и достигает 1 $ч^{-1}$.

4. Кратность циркуляции ВСГ по отношению к сырью колеблется в зависимости от назначения процесса в пределах 800-2000 $м^3/м^3$. Расход водорода зависит от назначения процесса, сырья, катализатора, режима, глубины и других факторов. Чем легче продукты Г. и тяжелее гидрокрекируемое сырьё, тем больше расход водорода и тем выше должно быть соотношение «водород : сырьё».

Для повышения конверсии сырья используют рециркуляцию фракций, выкипающих выше целевого продукта.

Варианты процесса Г. дистиллятного сырья. Современные процессы Г. дистиллятного сырья осуществляются по одно- и двухступенчатому вариантам над стационарными катализаторами. Для получения наибольшего количества лёгких топливных продуктов за счёт превращения исходного сырья, обычно используются двухступенчатый процесс. На первой ступени происходит гидрогенизационное облагораживание, на второй (после удаления сероводорода, аммиака и лёгких углеводородов) протекают основные реакции гидрокрекинга, гидрирования и изомеризации. При менее глубоких формах используют одноступенчатый вариант Г. Он может быть одно- или двух(трёх)стадийным. При одностадийной схеме применяют один тип катализатора, при двух(трёх)стадийной схеме используют два (три) типа катализатора, эксплуатируемых при различных параметрах, но в общем токе циркулирующего ВСГ.

Технологические схемы Г. близки к известным схемам гидроочистки нефтепродуктов. Основные отличия: система рециркуляции непревращённого остатка с подачей его в первый, второй или отдельный реактор; многосекционные реакторы, оборудованные устройствами ввода холодного ВСГ между секциями для отвода тепла; блок фракционирования, включающий дебутанизатор и сложные колонны со стриппингами, а также система промывки солей сульфида аммония и регенерации кислых стоков.

За рубежом (особенно на НПЗ США, Западной Европы и Японии) получили широкое развитие процессы Г. под давлением 15-17 МПа, направленные на получение светлых нефтепродуктов (бензина, реактивного и дизельного топлив). Основные зарубежные разработчики этого процесса: фирмы США – UOP (процесс «Unicracking»), Chevron Lummus Global (процесс «Isocracking»), Shell Global Solutions (процесс «Shell») и др., а также Франции – Axens , Дании – Haldor Topsoe и др.

В России много разработок по гидрокрекингу принадлежат ОАО «ВНИИ НП» – ОАО «ВНИПИНефть». По технологии ОАО «ВНИИ НП» гидрокрекинг реализован на НПЗ в г. Плоешти (Румыния). В одноступенчатом процессе (давление – 10 Мпа) осуществляется безостаточная переработка вакуумного дистиллята в зимнее дизельное топливо (выход до 70% масс.) с использованием двухстадийной технологии (1-я стадия – на аморфном алюмоникельмолибденовом катализаторе, 2-я – на цеолитсодержащем). Технологические параметры процесса: т-ра 380 и 400°С, объёмная скорость подачи сырья – 1,0 и 0,85 $ч^{-1}$ на 1- и 2-ой стадиях соответственно.

Внедрение отечественного процесса гидрокрекинга под давлением 12-17 МПа сдерживается из-за отсутствия оборудования высокого давления. До недавнего времени в России эксплуатировалась лишь одна установка гидрокрекинга при давлении 15 МПа, сооружённая в 70-е годы на предприятии «Уфанефтехим» (французской фирмы «Жекса»), в 2005 г. введена в эксплуатацию установка гидрокрекинга в ОАО «Ярославнефтеоргсинтез» (фирмы UOP), в стадии строительства по лицензиям зарубежных фирм установки Г. на нескольких российских НПЗ.

Варианты гидрокрекинга остаточного сырья. Значительное содержание в остаточном сырье смолисто-асфальтовых веществ и металлоорганических соединений обусловливает специфические требования к катализаторам гидрогенизационной переработки, функцией к-рых является удаление как тяжёлых, так и сернистых соединений. Катализаторы гидродеметаллизации и гидрообессеривания при переработке остаточного сырья сравнительно быстро теряют активность под действием тяжёлых металлов и кокса, отлагающихся на активной поверхности катализатора, блокирующего его поры и в некоторых случаях полностью забивающих слой.

Концентрация и состав сернистых, металлоорганических и смолисто-асфальтеновых веществ в разном сырье различно. Поэтому, как правило, в процессах со стационарным слоем используют системы из двух или трёх катализаторов, обладающих различными активностью, селективностью и распределением радиусов пор. В процессах со стационарным слоем катализатора можно перерабатывать остатки, содержащие азота менее 1500 мг/кг, асфальтенов не более 1% масс., металлов не более 50 мг/кг. При этом направлении используют двухступенчатый гидрокрекинг с более жёстким режимом. Выход и качество продуктов, полученных при гидрокрекинге остатков и дистиллятов практически одинаковые.

Непосредственно остаточное сырьё с высокими концентрациями вышеуказанных соединений может быть переработано только при гидрокрекинге типа процесса LC-Fining (Chevron Lummus Global). В этом процессе тяжёлое углеводородное сырьё смешивают с водородом и подают в реактор, в к-ром катализатор поддерживают во взвешенном состоянии восходящим потоком жидкости. В реакторе за счёт турбулентности реализуются изотермические условия. Качество продукта поддерживают стабильным и высоким, периодически выводя и добавляя катализатор. Затем продукты реакции проходят через сепараторы высокого и низкого давления в ректификационную колонну для выделения высококачественных дистиллятов, а также остаточных продуктов, используемых в качестве котельного топлива, сырья процессов каталитического крекинга, коксования, висбрекинга или деасфальтизации растворителями. Условия процесса: т-ра в реакторе – 385-450°С, давление 9,7-24 МПа, парциальное давление 6,9-18,6 МПа, объёмная скорость подачи жидкого сырья – 0,1-0,6 $ч^{-1}$, степень превращения – 40-97%, полнота обессеривания 60–90% и деметаллизации – 50-98%, снижение коксуемости – 35-80%.

Установка гидрокрекинга фирмы Hydrocarbon Technologies [технология $(HC)_3$] оснащена узлом введения в остаточное сырьё добавки – запатентованного жидкого «предшественника» катализатора в количестве нескольких мг на 1 кг сырья, из к-рого непосредственно в зоне реакции образуется катализатор «молекулярного размера». Процесс проводят с высокой степенью превращения сырья. На установке также имеются печи для водорода и сырья, один или два газожидкостных реактора полного смешения, работающие при постоянной активности катализатора в жидкой фазе, сепаратор продукта для осуществления возврата непревращённого сырья, узел гидроочистки дистиллята и циркулирующего газа. Перемешивание жидкости и выравнивание т-ры в объёме реактора обеспечивается циркуляционным насосом, установленным рядом с нижней частью реактора. В процессе рост перепада давления не наблюдается, а гидрокрекированный продукт характеризуется постоянным составом. Предполагаемая длительность пробега установки более 5 лет. Условия процесса: т-ра – 410-450°С, парциальное давление водорода – 7-14 МПа, объёмная скорость подачи сырья – 0,4-2,0 $ч^{-1}$.Добавку предполагается применять на одной промышленной установке со взвешенным слоем катализатора.

Процессы гидрокрекинга остатков в «кипящем» слое катализатора получили ограниченное распространение вследствие больших капитальных и эксплуатационных затрат.

ГИДРОКРЕКИНГ ЛЕГКИЙ (МЯГКИЙ) – процесс, направленный на облагораживание вакуумных газойлей (сырья каталитического крекинга) с одновременным получением до 35-40% масс. дизельных фракций при давлении процесса 5-10 МПа и повышенной т-ре 380-430°С. Процесс проводится по однопроходной схеме при объёмной скорости подачи сырья 0,6-1,0 $ч^{-1}$, кратности циркуляции ВСГ 500-1000 $нм^3/м^3$. Расход водорода в этом процессе составляет 1,1-1,8% масс. на сырьё. Получаемый компонент дизельного топлива в зависимости от давления в процессе содержит 0,01-0,10% серы и 15-35% ароматических углеводородов. Для фракции тяжелее дизельного топлива (360°С–КК) характерно близкое к исходному сырью общее содержание ароматических углеводородов, но с меньшим числом ароматических циклов в молекуле, и низкое содержание серы (0,1-0,4% масс. при 5-7 МПа и 0,04-0,1% масс. при 7-10 МПа), что позволяет использовать её как высококачественное сырьё каталитического крекинга.

Первая промышленная апробация процесса лёгкого гидрокрекинга была осуществлена по технологии ВНИИ НП на Новокуйбышевском НПЗ (установка 24-1) в 60-е гг с последующим освое-

нием крупной промышленной установки (Л-16-1) на Салаватском НХК в 1972 г. Впоследствие этим же институтом была предложена более эффективная двухстадийная технология, т.е. последовательное применение гидроочистки сырья (1-я стадия) и затем – собственно гидрокрекинга (2-я стадия), реализованная на Мозырском НПЗ (Беларусь). Процесс осуществлён в трёх последовательно расположенных реакторах гидрокрекинга, загруженных катализаторами ГП-534, НМГ-70 и цеолитсодержащим катализатором ГКО-1. Процесс гидроочистки протекает при т-ре 360-420°С, гидрокрекинга – при т-ре 380-420°С. Давление водорода не превышает 5,6 МПа, объёмная скорость подачи сырья 0,55-0,68 $ч^{-1}$.

ГИДРОКРЕКИНГ МАСЛЯНОГО ПРОФИЛЯ – гидрокаталитическая переработка сырья для получения гидрогенизатов, из к-рых вырабатывают базовые масла с высоким индексом вязкости (100 и выше), низким содержанием сернистых и ароматических углеводородов.

Масла нужного качества получаются не удалением нежелательных компонентов из сырья, а преобразованием их в углеводороды необходимой структуры за счет реакций гидрирования, крекинга, изомеризации и гидрогенолиза. В условиях процесса полициклические ароматические углеводороды сырья в результате гидрирования и последующего раскрытия колец превращаются в мононафтеновые или моноароматические углеводороды с длинными боковыми цепями. Одной из важных реакций, позволяющих улучшать качество получаемых продуктов, является изомеризация парафиновых углеводородов.

Наряду с основными превращениями углеводородов в процессе гидрокрекинга из сырья в результате гидрогенолиза удаляются сера, азот и кислород, что благоприятно сказывается на стабильности получаемых масел.

Для реакций раскрытия кольца и изомеризации твердых парафинов требуются довольно жесткие условия процесса, что неизбежно приводит к образованию низкокипящих продуктов. Увеличение степени превращения сопровождается улучшением качества получаемых масел: существенно повышается индекс вязкости и термоокислительная стабильность, увеличивается содержание изопарафиновых и снижается концентрация ароматических углеводородов.

Сырье процесса – вакуумные дистилляты широкого фракционного состава, деасфальтизаты и их смеси.

Продукция процесса – стабилизированный гидрогенизат (целевой) для производства базовых масел. В зависимости от схемы производства стабилизированный гидрогенизат подвергается вакуумной дистилляции с получением соответствующих глубокоочищенных масляных фракций различной вязкости (от маловязких до остаточных) и последующей их депарафинизацией (селективной, либо каталитической) для получения базовых масел с необходимой т-рой застывания. При Г.м.п. получают высококачественные основы широкого ассортимента товарных смазочных масел: гидравлических, трансформаторных, моторных, энергетических, индустриальных и др. Выход целевого стабилизированного гидрогенизата зависит от используемого сырья и выбранной схемы производства базовых масел и может составлять до 70% масс. на исходное сырье.

Побочные продукты – сероводород, аммиак, углеводородные газы и легкокипящие углеводородные фракции (бензиновая и дизельная).

Катализаторы, реагенты. Для Г.м.п. используют катализаторы, содержащие гидрирующие компоненты на крекирующем носителе. Это металлы VI и VIII групп, их оксиды или сульфиды в различном соотношении. В качестве носителя применяют аморфные или кристаллические цеолитсодержащие алюмосиликаты.

В процессе используется ВСГ обычно с установок каталитического риформинга или получаемый на специальных установках и содержащий не менее 80% водорода.

Для очистки ВСГ от образующегося в процессе сероводорода используют 15%-ный водный раствор моноэтаноламина (МЭА).

Схема процесса. Сырье в смеси с циркулирующим ВСГ подогревается в теплообменнике и печи *1* до т-ры реакции и поступает в реактор *2* (**рис. Г-7**). Выходящая из реактора смесь, состоящая из продуктов гидрокрекинга, поступает в се-

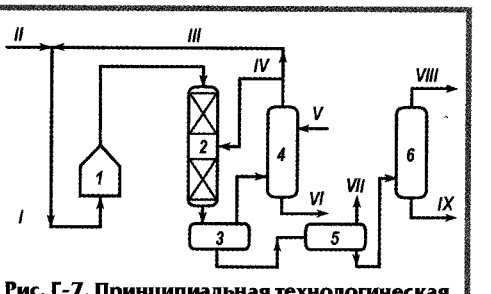


Рис. Г-7. Принципиальная технологическая схема гидрокрекинга:

1 – печь; *2* – реактор; *3* – сепаратор высокого давления; *4* – абсорбер; *5* – сепаратор низкого давления; *6* – стабилизационная колонна.

Потоки: *I* – сырьё; *II* – свежий ВСГ; *III* – циркулирующий ВСГ; *IV* – газ на охлаждение; *V* – регенерированный раствор МЭА; *VI* – раствор МЭА, насыщенный сероводородом; *VII* – углеводородный газ; *VIII* – отгон; *IX* – стабилизированный гидрогенизат

паратор высокого давления *3* для отделения ВСГ от гидрогенизата. Циркулирующий ВСГ поступает в абсорбер *4* на очистку раствором моноэтаноламина от сероводорода и возвращается в процесс. Для поддержания парциального давления водорода в циркулирующем ВСГ в систему циркуляции подается свежий ВСГ. Гидрогенизат из сепаратора высокого давления через щит сброса давления поступает в сепаратор низкого давления *5*, в котором отделяется от углеводородного газа, и далее поступает в стабилизационную колонну *6*. Стабилизированный гидрогенизат направляется на дальнейшую переработку в зависимости от выбранной схемы получения базовых масел.

Параметры режима:

Общее давление в реакторе, МПа – 15–23	
Парциальное давление водорода, МПа, не менее	15
Т-ра в зоне реакции, °С	350–440
Объемная скорость подачи сырья, $ч^{-1}$	0,5–1,5
Кратность циркуляции ВСГ, $нм^3/м^3$ сырья	800–2000

ГИДРОЛИЗ – реакция обменного разложения между водой и различными соединениями. Г. протекает как в водных растворах, так и при взаимодействии воды или водяных паров с твердыми, жидкими и газообразными веществами. Г. подвержены химические соединения различных классов, в т.ч. компоненты СОТС: соли,эфиры, жиры и т.д.

ГИДРОЛИТИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ – способность нефтепродукта сохранять свойства при действии влаги.

ГИДРООБЛАГОРАЖИВАНИЕ МАСЛЯНЫХ ФРАКЦИЙ – процесс, в к-ром осуществляется менее глубокое преобразование сырья при менее жестких условиях, чем при *гидрокрекинге масляного профиля* и *гидроконверсии рафинатов селективной очистки*, однако более глубокое и при более жестких условиях, чем при обычной *гидродоочистке масляных фракций*, занимая таким образом как бы промежуточное положение между названными процессами. Гидрооблагораживание используется для совершенствования традиционной технологической схемы производства базовых масел. Его включение в схему возможно в различных вариантах: с переработкой сырья, рафината селективной очистки, с рециркуляцией части продуктов на стадию гидрооблагораживания или селективной очистки и др. Принципиальное промышленное значение имеют два варианта гидрооблагораживания – для сырьевых масляных фракций и для рафинатов селективной очистки с целью получения базовых масел – компонентов улучшенного качества (с меньшим содержанием серы, повышенным на 5–8 пунктов индексом вязкости, лучшей термоокислительной стабильностью) по сравнению с маслами, получаемыми из данного сырья с использованием только экстракционных процессов очистки.

Сырье процесса – масляные дистилляты различного фракционного состава, деасфальтизаты, дистиллятные и рафинаты селективной очистки.

Продукция процесса. Целевой продукт:

а) при гидрооблагораживании сырья – стабилизированный гидрогенизат, направляемый далее на селективную очистку и депарафинизацию для получения базового масла – компонента.

б) при гидрооблагораживании рафинатов – стабилизированный гидрооблагороженный рафинат, направляемый далее на депарафинизацию для получения базового масла – компонента.

Побочные продукты – сероводород, аммиак, углеводородные газы и отгон (низкокипящие углеводороды).

Катализаторы, реагенты. В Г. используют катализаторы, состоящие из активных гидрирующих компонентов, нанесенных на пористый носитель. В качестве активных компонентов применяют металлы, оксиды или сульфиды металлов VI (молибден, хром, вольфрам) и VIII (кобальт, железо, никель) групп Периодической системы элементов. В качестве носителя используют в основном окислы алюминия и кремния.

В процессе применяется ВСГ, содержащий не менее 80% водорода.

Схема процесса аналогична схеме процесса *гидрокрекинга масляного профиля*.

Параметры режима:

Общее давление в реакторе, МПа	4,5–6,0
Т-ра в зоне реакции, °С	340–400
Объемная скорость подачи сырья, $ч^{-1}$	0,8–1,2
Кратность циркуляции ВСГ, $нм^3/м^3$ сырья	600–800

ГИДРООЧИСТКА – гидрогенизационный процесс очистки нефтепродуктов от *гетероорганических соединений*, получаемых при первичной переработке нефти и термокаталитических процессах. Осуществляется воздействием на нефтепродукт водородом при 250-420°С при давлении 2-5 МПа в присутствии алюмокобальтмолибденового или алюмоникельмолибденового катализатора. При этом достигается практически полное превращение серо-, азот- и кислородсодержащих соединений в легко удаляемые H_2S, NH_3 и H_2O, а также гидрирование непредельных углеводородов. Выход очищенных продуктов 95-99% от исходного сырья. Расход водорода 0,7-1 $нм^3/м^3$ сырья на каждую единицу понижения йодного числа и 6-11 $нм^3/м^3$ сырья на каждый % снижения содержания серы.

ГИДРОСТАТИЧЕСКАЯ (ГАЗОСТАТИЧЕСКАЯ) **СМАЗКА** – жидкостная (газовая) смазка, при к-рой полное разделение поверхностей трения деталей, на-

ходящихся в относительном движении или покое, осуществляется в результате поступления жидкости (газа) в зазор между поверхностями трения под внешним давлением (ГОСТ 27674).

ГИДРОЦИКЛОННАЯ СЕПАРАЦИЯ СОТС – сепарация СОТС под влиянием центробежных сил, действующих при вращении суспензии в гидроциклоне.

ГИДРОФИЛЬНОСТЬ – свойство веществ смачиваться водой.

ГИДРОФОБНОСТЬ – свойство веществ не смачиваться водой.

ГИПЕРЩЕЛОЧНЫЕ ПРИСАДКИ К МАСЛАМ (условное название) – зольные моюще-диспергирующие присадки с щелочным числом выше 400 мг KOH/г благодаря присутствию сверхстехиометрического количества катиона Ca, Ba, Mg и др. Наиболее широко применяют Г.п.м. алкилфенолятного, сульфонатного, алкилсалицилатного типов.

ГИПОИДНЫЕ МАСЛА применяются в цилиндрических, конических, спирально-конических, червячных и гипоидных передачах механических узлов и агрегатов трансмиссий, работающих при контактных напряжениях до 4000 МПа и т-ре масла в объеме 150°С и выше:

- в задних и передних мостах с дифференциалом;
- в дифференциалах с ограниченным проскальзыванием;
- в самоблокирующихся дифференциалах повышенного трения;
- в высоконагруженных главных передачах;
- в высоконагруженных коробках передач автобусов и тяжелых грузовиков;
- в раздаточных коробках;
- в редукторах рулевого управления;
- в агрегатах трансмиссий и мостов, работающих в условиях высоких скоростей и ударных нагрузок и низких скоростей и высоких нагрузок.

ГЛАВНАЯ МАГИСТРАЛЬ СМАЗОЧНОЙ СИСТЕМЫ – элемент *смазочной системы поршневых двигателей,* имеющих *циркуляционную систему смазывания* с подачей масла под давлением.

Масляный насос подает масло в Г.м.с.с. – канал большого сечения, проходящий вдоль блока цилиндров, от к-рого ответвляются параллельные каналы, подводящие масло под давлением к подшипникам коленчатого вала, распределительному валу и другим узлам и агрегатам. Давление масла в Г.м.с.с. ограничивается редукционным клапаном, перепускающим масло в картер при превышении допустимого давления масла. Обычно, до поступления масла в Г.м.с.с. оно проходит через *полнопоточные масляные фильтры грубой и тонкой очистки.* От нее отводят масло к *неполнопоточным фильтрам тонкой очистки* или реактивным центрифугам в тех двигателях, где такие *маслоочистительные агрегаты* включены в *смазочную систему.*

ГЛУБИНА ПРОНИКАНИЯ ИГЛЫ (ПЕНЕТРАЦИЯ) – показатель консистенции нефтяного битума, выраженный как глубина (в десятых долях миллиметра), на к-рую стандартная игла проникает вертикально вниз от поверхности материала при точно определенных условиях: т-ре, нагрузке и продолжительности погружения. Пенетрация косвенно характеризует степень твердости нефтяного битума или их пластичность. Принцип: измеряется глубина проникания иглы в подготовленную для испытаний пробу. Для пенетрации до 500х0,1 мм рабочие параметры – т-ра испытания 25°С, приложенная нагрузка 100 г и продолжительность действия нагрузки 5 с. Для пенетрации более чем 500х0,1 мм т-ра испытания уменьшается до 15°С, рабочие параметры приложенной нагрузки и продолжительность действия нагрузки остаются неизменными. Для испытаний при 0°С нагрузку увеличивают до 200 г и время действия нагрузки до 60 с. Для нефтяного битума любого назначения марка для заказа, производства и применения устанавливается именно по показателю пенетрации при 25°С. Г.п.и. определяют по ГОСТ 11501. Зарубежные аналоги – ASTM D 5, ASTM D 5329, IP 49, EN 1426, EN 13 880, JIS K2207, AASHTO T49. Значение Г.п.и. битума одной марки с ростом т-ры возрастает. Резкое снижение значения пенетрации наблюдается при отрицательных т-рах. Чем выше пенетрация при заданной т-ре размягчения и, наоборот, чем выше при заданной пенетрации т-ра размягчения, тем выше теплостойкость битума. Для получения битумов с различными значениями пенетрации используют соответствующий подбор исходных сырьевых компонентов, применяют различные технологические приемы и оптимизируют режимы производства.

ГОЛОВКА ПОРШНЯ – верхняя часть поршня в двигателе внутреннего сгорания, расположенная выше первого *поршневого кольца* и подвергающаяся прямому воздействию пламени.

ГОМОГЕНИЗАЦИЯ – придание однородности строения и состава сплавам, растворам и эмульсиям.

ГОМОЛОГИ – вещества, к-рые, будучи сходны по своему строению, отличаются друг от друга по составу на одну или несколько групп CH_2.

ГОРЮЧЕ-СМАЗОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ (ГСМ) – вещество на нефтяной или синтетической основе, выполняющее рабочую функцию в изделиях и (или) функцию средства временной противокоррозионной защиты. К ГСМ относят жидкие и газообразные топлива, смазочные масла, пластичные смазки, гидравлические и др. специальные жидкости (ГОСТ 9.103 ЕСЗКС).

ГОРЮЧЕСТЬ НЕФТЕПРОДУКТА – эксплуатационное свойство, обеспечивающее способность нефтепродукта к выделению тепловой энергии в условиях его применения и испытания. Определяется удельной теплотой сгорания, люминометрическим числом, высотой некоптящего пламени, массовой долей ароматических углеводородов и др.

ГОРЮЧЕСТЬ ТОПЛИВА – эксплуатационное свойство, характеризующее особенности и результаты процессов горения топливовоздушной смеси в камерах сгорания поршневых двигателей и испытательных установок (ГОСТ 4.25). Определяется такими показателями как плотность, теплота сгорания, октановое число, сортность, и др.

ГОРЮЧИЕ КОМПОНЕНТЫ ЖИДКИХ РАКЕТНЫХ ТОПЛИВ – вещества или смеси веществ, содержащие в своем составе преобладающее количество горючих элементов (H, C, Li, B, Al, Mg и др.). Основные характеристики некоторых горючих веществ приведены в **табл. Г-3**.

К основным видам горючих веществ ЖРТ относятся: жидкий водород, углеводородные горючие, спиртовые горючие, аминные горючие, гидразиновые горючие и бороводородные горючие.

Жидкий водород. Попытки использования водорода как горючего начались более 150 лет назад. Первый патент на двигатель, работающий на смеси водорода и кислорода был выдан в Англии в 1841 г. В 1852 г. Христиан Тейтман в Мюнхене построил двигатель, работавший несколько лет на смеси водорода с воздухом.

В США работы по использованию жидкого водорода в ракетной технике были начаты в конце 50-х годов прошлого века для обеспечения необходимой эффективности ракетоносителей «Атлас-Центавр» и «Сатурн», предназначенных для лунных экспедиций. Жидкий водород в качестве ракетного горючего впервые был предложен К.Э.Циолковским в 1903 г. На высокую эффективность применения жидкого водорода в ракетной технике обращалось внимание в 40–50-х годах в работах ведущих российских специалистов по перспективным ЖРД – В.П.Глушко и Н.М.Чернышева. Большой вклад в реализацию Российской государственной программы создания отечественных кислородно-водородных ЖРД принадлежит академику С.П.Королёву.

Жидкий водород в паре с жидким кислородом и фтором позволяет получать наибольший удельный импульс тяги. Для пары «водород-кислород» он составляет 450-480 с в зависимости от конструкции двигателя. Теплота сгорания единицы массы водорода почти в три раза превосходит углеводородные горючие. Благодаря большому хладоресурсу и энергосодержанию водород способен значительно повысить летно-технические характеристики летательных аппаратов. Водород – абсолютно экологичное горючее: при сгорании превращается в воду и полностью возвращается в круговорот природы.

Жидкий водород представляет собой бесцветную прозрачную жидкость, он легче воды в 14 раз, легче керосинового топлива в 11 раз.

Теплота сгорания газообразного водорода (низшая) – 120160 кДж/кг (28700 ккал/кг).

Углеводородное горючее. Теплота сгорания углерода ($Q_{выс.}$=7840 ккал/кг) существенно ниже, чем водорода. Теплота сгорания углеводородов, в

Г-3. Основные теплофизические характеристики горючих веществ

Вещество	Химическая формула	Молекулярная масса	Температура, °С:		Плотность, г/см³
			кипения	замерзания	
Водород	H_2	2,016	-252,8	-259,2	0,0709
Керосин	$C_{10}H_{20}$	140	177	-43	0,8
Метан	CH_4	16,043	-182	-161	0,42
Спирт этиловый	C_2H_5OH	46,07	78	-114	0,78
Аммиак	NH_3	17,032	-33,35	-77,75	0,6814
Диэтиламин	$(C_2H_5)_2NH$	73,14	55,2	-50	0,7056
Триэтиламин	$(C_2H_5)_3N$	101,19	89,5	-114,8	0,729
Этилендиамин	$(NH_2)_2C_2H_4$	60,10	116,1	8,5	0,8994
Диэтилентриамин	$(NH_2C_2H_4)_2NH$	103,17	206,7	-39	0,956
Анилин	$C_6H_5NH_2$	93,12	184,4	-6,15	1,022
Толуидин	$CH_3C_6H_4NH_2$	107,16	200,2	-24,4	0,998
Ксилидин	$(CH_3)_2C_6H_3NH_2$	121,18	212		0,9783
Гидразин	N_2H_4	32,05	113,5	2	1,0085
Монометилгидразин	$CH_3NH\text{-}NH_2$	46,075	87,5	-52,4	0,874
Диметилгидразин	$(CH_3)_2\text{-}N_2H_2$	60,078	63	-58	0,7914
Пентаборан	B_5H_9	63,172	59	-47	0,62
Диборан	B_2H_6	27,688	-92	-165	0,44

зависимости от их строения, находится в пределах 9500-10500 ккал/кг. Теплота сгорания углеводородов на единицу объема выше, чем водорода.

Использование углеводородов в качестве горючих связано с тем, что они имеют обширную сырьевую базу, т.к. в основном представляют собой продукты нефтепереработки, и характеризуются высокой теплотой сгорания по сравнению с другими органическими соединениями.

Углеводородное горючее для ЖРД было предложено Циолковским еще в 1914 г. В годы второй мировой войны интенсивно разрабатывались реактивные двигатели и топлива к ним. Позже, разработанные для реактивных двигателей топлива, стали внедряться в ракетную технику. В настоящее время известны ЖРД, работающие на бензине и керосине. В последние десятилетия в качестве углеводородных топлив стали использоваться синтетические полициклические углеводороды мостикового и каркасного строения, характеризующиеся высокой объемной теплотой сгорания (до 11 тыс.ккал/см^3) – тетрагидродициклопентадиен и метилтетрагидродициклопентадиен, гидрированные димеры норборнадиена. Углеводородное горючее горит ярким оранжевым пламенем. Основные продукты сгорания смеси «кислород–углеводород» – углекислый газ и пары воды. Удельный импульс такого топлива может достигать 350 с.

Углеводородные горючие в паре с жидким кислородом используются на многих ракетах: отечественных – «Союз», «Молния», «Зенит», «Энергия», американских – серий «Атлас»; японских – «N-1», «N-2», «H-1».

Спиртовое горючее. Спирты представляют собой гидроксильные производные углеводородов. Спиртовое горючее одно из первых стало применяться в качестве топлива для ЖРД.

1936 г., 9 мая – первые летные испытания созданной под руководством С.П. Королёва экспериментальной крылатой ракеты 216 (06/111) с кислородно-спиртовым ЖРД 02.

1937 г., 11 апреля – первые летные испытания экспериментальных кислородно-спиртовых баллистических ракет Р-03 конструкции Л.К.Корнеева и Р-06 конструкции А.И. Полярного. Спиртовое горючее в паре с жидким кислородом также использовалось в ракете ФАУ 2, созданной позже в Германии.

Спиртовое горючее имеет существенно меньшую теплоту сгорания, чем углеводородное, поскольку в молекуле спирта уже содержится кислород. Однако оно характеризуется хорошими охлаждающими свойствами. В настоящее время использование спиртовых горючих в ракетной технике ограничено из-за их низких энергетических характеристик.

Аминные горючие. Амины – продукты замещения атомов водорода в аммиаке на углеводородные радикалы.

1957 г., июль – первый старт стратегической крылатой ракеты «Буря», двигатели к-рой были разработаны в ОКБ им. А.М.Исаева. В качестве топлива для ускорителей использовалась пара «амины–азотная кислота».

В паре с азотными окислителями используется смесь триэтиламина и ксилидина, известная под маркой «Тонка-250».

Аминные горючие характеризуются повышенным газообразованием, небольшим периодом задержки воспламенения, сравнительно невысокой теплотой сгорания ($Q_{низ.}$=8300–8600 ккал/кг), высокой химической стабильностью при хранении, повышенной гигроскопичностью и токсичностью.

Гидразиновые горючие. Гидразин (диамид) $H_2N\text{-}NH_2$, – бесцветная гигроскопичная дымящая на воздухе жидкость: т-ра кипения – 113,5°С, т-ра плавления – 2°С, плотность при 20°С – 1,008 г/см^3. Гидразин сгорает на воздухе с большим выделением тепла (реакция сильно экзотермична). В качестве окислителей в паре с гидразином применяют жидкий кислород или перекись водорода, а также азотную кислоту или жидкий тетраоксид азота:

$2(NH_2\text{–}NH_2)+N_2O_4 \rightarrow 3N_2+4H_2O+149{,}5$ ккал/моль.

Кроме самого гидразина ракетными топливами служат и его метильные гомологи: метилгидразин $CH_3NH\text{-}NH_2$ и диметилгидразин $(CH_3)_2N\text{-}NH_2$, сочетающие в своих молекулах преимущества углеводородного топлива с достоинствами производных гидразина. Несимметричный диметилгидразин по сравнению с гидразином существенно удобнее в эксплуатации, так как остается жидкостью в большем интервале температур. Обладает хорошей стойкостью при нагревании.

Горючее на основе гидразинов применяется в мощных двигателях всех ступеней гигантских ракет-носителей. Напр., во второй ступени четырехступенчатой ракеты, выведшей индийский спутник на орбиту в 1994 г., было сожжено 37 т диметилгидразина в смеси с тетраоксидом азота. С помощью двигателей, работавших на диметилгидразине, были произведены посадка и взлет лунной кабины системы «Аполлон» при высадке человека на Луну.

Космические системы, такие как «Галилей» и «Кассини», оборудованы двигателями для коррекции орбиты, работающими на гидразине и его гомологах. Напр., 133 кг гидразина обеспечивают девятилетнюю работу в космосе двигателей телескопов «Шаттла». В таких двигателях используют или двухкомпонентное топливо (самопроизвольно вспыхивающее при попадании в дви-

гатель) на основе гидразинов, или непосредственно гидразин, мгновенно разлагающийся при контакте с предварительно нагретым металлическим катализатором.

Бороводородное горючее. Бороводороды (бораны, гидриды бора) – соединения общей формулы B_nH_m, где n находится в пределах от 2 до 20, а m=n+4 или n+6. Бораны химически активны (особенно члены ряда B_nH_{n+6}). На воздухе самовоспламеняются. Энтальпия боранов значительно выше энтальпии многих органических соединений, поэтому бораны представляют большой интерес как перспективное высокоэффективное ракетное горючее. Однако широкое их применение в ракетной технике сдерживается сложностью производства.

Среди бороводородных горючих наиболее интересен петаборан, характеризующийся высокой теплотой сгорания ($Q_{низ}$=16300 ккал/кг), существенно превосходящей теплоту сгорания углеводородных горючих. Бороводородное горючее диборан в нормальных условиях представляет собой газ, к-рый можно использовать в криогенном состоянии для космических полетов. Теплота сгорания диборана – 17500 ккал/кг.

ГОРЮЧИЕ КОМПОНЕНТЫ СМЕСЕВЫХ ТВЕРДЫХ РАКЕТНЫХ ТОПЛИВ – наиболее распространены высокомолекулярные органические соединения – смолы и каучуки, одновременно выполняющие роль связующих, скрепляющих частицы окислителя. К ним относятся: полиуретановые и эпоксидные смолы; полибутадиеновый, полиизопреновый, бутадиенстирольный, полисульфидный и полиуретановый каучуки (**табл. Г-4**).

Горючий компонент должен хорошо формоваться при прессовании, пластификации или отливке, обладать хорошей адгезией, после отливки затвердевать за счет полимеризации, коагуляции или термостатирования, характеризоваться постоянной скоростью горения, иметь хорошие энергетические показатели.

Г-4. Энергетические характеристики некоторых связующих горючих веществ

Горючее	Теплотворная способность, ккал/кг	Теплопроизводительность
Каучуки		
полиизопреновый	10270	960
бутадиенстирольный	9530	930
полисульфидный	5680	880
полиуретановый	5115	810
Смолы		
фенол-формальдегидная	7540	950
полиэфирная	5070	935
эпоксидная	7317	920

ГРАНИЧНАЯ СМАЗКА – смазка, при использовании к-рой трение между поверхностями, находящимися в относительном движении, и их износ определяются свойствами поверхностей, а также свойствами смазочного материала, отличными от объемной вязкости (ГОСТ 27674).

ГРАНИЧНЫЕ СВОЙСТВА ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК – свойства распределенного на поверхности металла или какого-либо другого твердого тела ультратонкого слоя смазки. Под влиянием силового поля этого тела ультратонкий слой приобретает особые свойства, отличающиеся от тех, к-рыми он обладает в объеме, например, свободное передвижение его в соответствии с законами гидродинамики становится невозможным. Свойства граничного слоя определяются его строением и природой смазки, а также поверхности твердого тела. Молекулы смазки ориентируются на поверхности таким образом, чтобы их конфигурация соответствовала устойчивому равновесию. При этом возможна как нормальная, так и касательная ориентация. Нормальная ориентация характерна для полярных молекул. Ориентация второго молекулярного слоя противоположна ориентации предшествующего слоя. Смазочная способность полярных веществ определяется их физико-химическими связями с металлической поверхностью. Касательная ориентация свойственна неполярным молекулам. Смазочная способность неполярных веществ определяется их вязкостью, а не физико-химическими связями с металлической поверхностью.

Прямых методов изучения тонкой структуры граничного слоя и молекулярного взаимодействия в нем для смазок пока не разработано. Но в практике довольно широко используют методы, позволяющие оценивать отдельные эксплуатационные показатели смазок, в значительной мере обусловленные граничными свойствами (смазывающая способность, определяющая антифрикционные свойства смазок, и способность удерживаться на вертикальной поверхности при т-ре, близкой к т-ре плавления (т-ра сползания).

ГРАФИТ – модификация углерода, кристаллизующаяся в гексагональной слоистой структуре. Отдельные кристаллические слои в графите слабо связаны между собой, что обусловливает легкость скольжения друг по другу. Г. термически стабилен на воздухе до 550°С, в вакууме до 3500°С. Проявляет смазывающие свойства только в присутствии кислорода и водяных паров. Применяется в качестве антифрикционной добавки к пластичным смазкам.

ГРАФИТА ФТОРИДЫ – соединения внедрения атомов F между слоями кристаллической решетки графита; общая формула CF_x (x=0,43–1,12). Компонент пластичных смазок специального назначения.

ГРАФИТНАЯ СМАЗКА – пластичная антифрикционная смазка, получаемая в результате загущения минерального или синтетического масла графитом (в том числе олеофильным или расширенным). Иногда неправильно называют графитными смазки, содержащие в качестве добавки-наполнителя графит. К числу последних относится весьма массовая и дешевая, но морально устаревшая смазка «графитная УСсА», получаемая смешением солидола с графитом (10% масс.). Смазка используется для смазывания грубых механизмов (рессор, ручных лебедок, домкратов) в т-рном диапазоне от –30 до 65°С.

ГРУППА МОТОРНОГО МАСЛА ПО НАЗНАЧЕНИЮ – согласно ГОСТ 17479.1 назначение моторного масла указывается индексом при буквенном обозначении группы. Индекс 1 – масла для бензиновых двигателей, индекс 2 – масла для дизелей, без индекса – универсальное моторное масло.

ГРУППОВОЙ УГЛЕВОДОРОДНЫЙ СОСТАВ БЕНЗИНОВ – содержание (% масс.,% об.) углеводородов различных групп: ароматических, нафтеновых, олефиновых, парафиновых.

ГРУППОВОЙ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ НЕФТЯНОГО БИТУМА. Идентификация всех соединений нефтяного битума ввиду их многообразия и непостоянства состава – проблема практически неразрешимая. Поэтому общепринятый метод определения состава – разделение всех входящих в его состав соединений на группы веществ, различающихся по растворимости.

По методу Маркуссона нефтяные битумы разделяют на масла, смолы, асфальтены, асфальтогеновые кислоты и их ангидриды. Часто пользуются делением битумов на асфальтены и мальтены, представляющие собой сумму масел и смол. В небольшом количестве в состав нефтяных битумов входят карбены и карбоиды.

Масла в нефтяных битумах снижают их твердость, увеличивают пластичность и текучесть. Элементный состав масел, % масс.: углерод 85-88, водород 10-14, сера – до 4,5. В незначительных количествах присутствуют кислород и азот. Молекулярная масса (ММ) – 240-800 (обычно 360-500), отношение «С : Н» – 0,55-0,66, плотность – ниже 103 кг/м³. Характеристика масляных соединений, входящих в состав битумов, следующая:

• парафиновые соединения нормального и изостроения с числом углеродных атомов 26 и более характеризуются плотностью 790-820 кг/м³, коэффициентом рефракции (КР) 1,44-1,47, ММ 240-600, т-рами кипения 350-520°С и плавления 56-90°С;

• нафтеновые структуры содержат от 20 до 35 углеродных атомов, характеризуются плотностью 820-870 кг/м³, КР 1,47–1,49, ММ 450–650;

• у ароматических соединений при переходе от моно- к полициклическим укорачиваются алифатические цепи. Моноциклические ароматические соединения, выделенные из битумов, имеют КР 1,510–1,525, ММ 420–600. Бициклические – КР 1,535–1,590, ММ 430–620. Полициклические – КР более 1,59 и ММ 450–670.

Смолы при обычной т-ре твердые вещества красно-бурого цвета, плотностью 990-1080 кг/м³. Смолы в значительной степени определяют твердость, пластичность и растяжимость нефтяных битумов. Они относятся к высокомолекулярным органическим соединениям циклической и гетероциклической структуры высокой степени конденсации, соединенным между собой алифатическими цепями. В их состав кроме углерода (79-87%) и водорода (8,5-9,5%) входят кислород (1-10%), сера (1-10%), азот (до 2%) и другие элементы, включая металлы (Fe, Ni, V, Cr, Mg, Co и др.). ММ смол – 300-2500. Углеродный скелет молекул смол представляет собой полициклическую систему, состоящую преимущественно из конденсированных ароматических колец с алифатическими боковыми цепями. Число углеродных атомов в соединениях, составляющих смолы, – до 80-100. Отношение «С:Н» (атомное) – 0,6-0,8. Т-ра размягчения смол, определенная по методу «Кольцо и шар», составляет 35-90°С. Для отделения смол от масел пользуются методом хроматографии. Выбор адсорбента и последовательность применения десорбирующих жидкостей зависит от поставленной задачи.

Асфальтены рассматриваются как продукты уплотнения смол. Переход от смол к асфальтенам сопровождается дальнейшим повышением доли атомов углерода в ароматических структурах с увеличением степени их конденсированности. По сравнению со смолами асфальтены имеют меньшее число и меньшую длину алифатических цепей. Химический состав асфальтенов вследствие его сложности, обусловленного многообразием составов нефтей, изучен недостаточно. Наиболее вероятная структура асфальтенов – 12-14 конденсированных колец с чередующимися алифатическими боковыми цепями и атомами кислорода или серы в этих боковых цепях или кольцах. Асфальтены и смолы можно рассматривать как структурный каркас нефтяных битумов, обусловливающий его твердость и теплостойкость. Плотность асфальтенов более 103 кг/м³. Элементный состав, % масс.: углерод – 80-84; водород –

7,5-8,5; сера – 4,6-8,3; кислород – до 6; азот – 0,4-1,0. ММ асфальтенов – 1200–200000. В целом нефтяные битумы характеризуются наличием в своем составе соединений с непрерывно возрастающей ММ. Асфальтены, содержащиеся в нефтяных остатках (битумном сырье, остаточных битумах), отличаются от вторичных асфальтенов, выделенных из окисленных битумов, большей пластичностью, меньшей хрупкостью, меньшим отношением «С : Н» и худшей растворимостью. В отличие от остальных компонентов битумов асфальтены нерастворимы в насыщенных углеводородах нормального строения (C_5-C_7), а также в смешанных полярных растворителях. Они хорошо растворяются в жидкостях с высоким поверхностным натяжением более $24 \cdot 10^{-3}$ Н/м – бензоле и его гомологах, сероуглероде, хлороформе и четыреххлористом углероде.

Асфальтогеновые кислоты и их ангидриды – вещества густой смолистой консистенции, легко растворяются в спирте или в хлороформе и трудно в бензине; плотность их более 103 кг/м³. Асфальтогеновые кислоты и их ангидриды стабилизируют коллоидную структуру нефтяных битумов.

Карбены и карбоиды – высокомолекулярные вещества, образующиеся вследствие уплотнения асфальтенов в присутствии серы. Карбены растворяются в пиридине и сероуглероде, карбоиды нерастворимы в органических растворителях.

Зависимость свойств нефтяного битума от его группового химического состава. От соотношения «масло : асфальтены» зависят такие показатели как вязкость, *пенетрация* и *т-ра размягчения нефтяного битума*: при понижении соотношения эти показатели увеличиваются.

При увеличении соотношения «насыщенные : асфальтены» пенетрация повышается, а т-ра размягчения понижается (при содержании в битуме менее 20% асфальтенов, что характерно для битумов дорожных марок). От этого же соотношения зависит *т-ра хрупкости нефтяного битума*: с увеличением доли насыщенных соединений (особенно нафтенового типа с алифатическими цепями) – понижается. При соотношении 2,3 дуктильность достигает максимального значения. Понижение этого отношения вызывает резкое уменьшение растяжимости, а повышение – постепенное уменьшение.

Ароматические соединения и смолы в составе битумов практически одинаково влияют на их свойства. Пенетрация практически не зависит от суммы ароматических соединений и смол Увеличение соотношения «сумма ароматических соединений и смол : асфальтены», а также увеличение содержания насыщенных соединений, снижает *интервал пластичности нефтяного битума*.

На свойства битумов влияют характеристики компонентов, входящих в их состав. Ведущую роль играет строение и структура асфальтенов, зависящих от природы сырья и технологии производства битумов. От степени конденсации ароматических соединений смол, а также вязкости смол, присутствующих в битумах до 40%, зависят такие свойства как *растяжимость нефтяного битума*, *адгезия* и *когезия нефтяного битума*. Вязкость смол, выделенных из битумов с высоким содержанием парафина, может быть в 1000 раз ниже вязкости смол, выделенных из битумов с малым содержанием парафинов.

Существенное влияние на качество битумов оказывают характеристики масляной составляющей. С возрастанием вязкости масел повышаются т-ры размягчения и хрупкости, уменьшается пенетрация. Зависимость растяжимости битума от вязкости масляной составляющей носит экстремальный характер.

Увеличение содержания ароматических масляных компонентов при одновременном снижении соотношения «асфальтены : смолы» ослабляют прочность структуры битума: он переходит в состояние золя и теряет вязкостно-эластичные свойства, что приводит к понижению т-ры размягчения и пенетрации при 0°С, увеличению растяжимости, повышению т-ры хрупкости, увеличению крутизны вязкостно-температурной зависимости. Увеличение содержания парафина в составе битума приводит к повышению т-ры размягчения и пенетрации, нек-рому понижению т-ры хрупкости, к резкому уменьшению растяжимости и адгезии.

ГСМ – см. *Горюче-смазочный материал*.

ГТД – см. *Газотурбинный двигатель*.

ГУДРОН – остаток >450-600°С (в зависимости от природы нефти) атмосферно-вакуумной перегонки нефти. Выход Г. – от 10 до 45% от массы нефти. Г. – вязкая жидкость или твердый асфальтоподобный продукт коричнево-черного цвета с блестящим изломом. Содержит парафиновые, нафтеновые и ароматические углеводороды (45-95%), адсорбируемые силикагелем из деасфальтизированного продукта. Зольность Г. обычно менее 0,5%. Элементный состав, % масс.: углерод – 85-87, водород – 9,3-11,8, сера – 0,2-0,6, азот – 0,2-0,7, кислород – 0,08-1,25. В Г. концентрируются практически все присутствующие в нефти металлы. Так, содержание V может достигать 0,046%, Ni – 0,014%. В зависимости от природы нефти и степени извлечения газойлевых фракций плотность Г. меняется от 0,95 до 1,03 г/см³, коксуемость – от 8 до 26% масс., т-ра застывания – от 12 до 55°С, т-ра вспышки – от 290 до 350°С. Г. используют в качестве сырья для производства до-

рожных, кровельных и строительных битумов, малозольного кокса, смазочных масел.

ГУДРОН КИСЛЫЙ – чёрный высоковязкий продукт, образующийся при очистке твёрдых и жидких парафинов, нефтяных церезинов, масляных фракций и др. нефтепродуктов серной кислотой или олеумом. Содержит 20-50% масс. серной кислоты и органические соединения, образовавшиеся при очистке сырья или растворившиеся в серной кислоте. Является трудно утилизируемым отходом производства, используется для производства серной кислоты путём высокотемпературного сжигания. Применяемые в настоящее время технологии производства смазочных масел позволяют в значительной мере сократить количество образующегося кислого гудрона.

ДАВЛЕНИЕ НАСЫЩЕННЫХ ПАРОВ (ДНП) – показатель, характеризующий интенсивность испарения (летучесть) углеводородного сырья и нефтепродуктов, их потери от испарения в процессе транспортирования, хранения, выдачи и применения.

ГОСТ 1756 (ИСО 3007–99). **ДНП нефтей и летучих невязких нефтепродуктов** (кроме сжиженных нефтяных газов), определяют в стальной герметичной бомбе Рейда, состоящей из топливной и воздушной камер, с точностью 0,25 или 0,5 кПа при т-ре 37,8°С с учетом поправки:

$$\Delta P=[(p_a-p_t)(t-37,8)/(273+t)]-(p_{37,8}-p_t),$$

где p_a – атмосферное давление в месте проведения испытания, кПа; p_t – ДНП воды при т-ре воздуха во время испытания, кПа; $p_{37,8}$ – ДНП воды при 37,8°С, кПа; t – т-ра воздуха во время испытания, °С.

Сходимость и воспроизводимость метода приведена в **табл. Д-1.**

Д-1. Сходимость и воспроизводимость метода

Давление, кПа	Сходимость, кПа	Воспроизводимость, кПа
0–35	0,7	2,4
110–180	2,1	2,8
180 и выше	2,8	2,9

ИСО 3007-99. Метод определения **ДНП жидких нефтепродуктов,** состоящих в основном или полностью из углеводородных компонентов или содержащих кислородсодержащие углеводороды определенных типов в максимальных концентрациях, аналогичен методу определения по ГОСТ 1756.

ASTM D 323-99a. Метод определения **ДНП бензинов, летучей сырой нефти и др. летучих нефтепродуктов** аналогичен методу определения по **ГОСТ 1756 и ИСО 3007-99.**

ГОСТ 28781. Стандарт устанавливает метод определения ДНП нефтей, летучих невязких нефтепродуктов и моторных топлив. Сущность метода определения ДНП на аппарате с механическим диспергированием состоит в измерении ДНП испытуемого продукта при 37,8±0,1°С и соотношении объемов, занимаемых испытуемым продуктом и его парами, 1:4 с предварительным диспергированием пробы на аппарате в аэрозольное состояние.

Сходимость составляет 0,9 кПа, воспроизводимость – 2,4 кПа.

ГОСТ 19678. Сущность метода определения упругости паров и т-ры начала кипения **вакуумных масел** заключается в том, что упругость паров испытуемого масла определяется при т-ре и

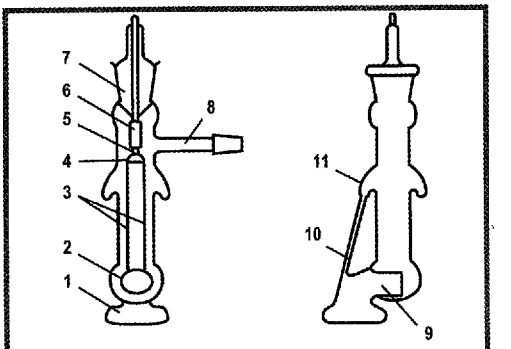


Рис. Д-1. Тенсиометр

1 – испаритель; *2* – алюминиевый диск; *3* – молибденовые нити; *4* – подвески; *5* – держатель; *6* – стержень; *7* – пробка; *8* – трубка со шлифом; *9* – сопло; *10* – соединительная трубка; *11* – корпус

остаточном давлении в тенсиометре (**рис. Д-1**) по углу его наклона, компенсированному по диску, и проведении расчета по формуле:

$$p_i=0,735(m/S)\sin[1/2\ \mathrm{arctg}(n_0-n_i)/z],$$

где m – масса диска, г; S – площадь среза сопла тенсиометра, см²; z – расстояние от шкалы осветителя до зеркала тенсиометра, мм; n_0 – расстояние по шкале осветителя от нулевого её деления до положения «зайчика», соответствующего нулевому положению диска, мм; n_i – расстояние по шкале осветителя от нулевого деления шкалы до положения «зайчика», соответствующего положению диска при т-ре определения, мм; 0,735 – коэффициент для пересчета упругости пара.

На полулогарифмической бумаге строят график в координатах:

$$\lg p=f(1/T),$$

где p – упругость пара, мм.рт.ст.; T – соответствующая данной упругости пара т-ра, К.

Полученную линейную зависимость экстраполируют и определяют упругость пара испытуемого масла при 20°С.

Допускаемые отклонения от среднего значения не должны превышать ±10% при упругости пара $1\cdot10^{-3}$-$5\cdot10^{-3}$ мм.рт.ст., ±15% при упругости пара $5\cdot10^{-3}$-$1\cdot10^{-6}$ мм.рт.ст., ±100% при упругости пара $1\cdot10^{-6}$-$1\cdot10^{-8}$ мм.рт.ст.

ASTM 5191-02 (автоматический мини-метод). Метод определения **ДНП летучих, жидких и содержащих воздух нефтепродуктов** предназначен для анализа образцов с т-рой кипения выше 0°С, если ДНП находится в пределах 7-130 кПа при т-ре 37,8°С, а соотношение объёмов жидкости и пара составляет 4:1. Объём образца 1-10 мл.

Сущность метода заключается в том, что охлажденный, насыщенный воздухом образец известного объёма вводится в вакуумированную термостатическую камеру, внутренний объём ко-

торой в 5 раз больше объёма введённого образца, нагревают пробу до 37,8°С, регистрируют с точностью 0,1 кПа датчиком общее ДНП, к-рое пересчитывается в эквивалентное давление сухих паров (DVPE) в кПа с помощью корреляционного уравнения:

$DVPE=(0{,}965X)-A$,

где X – измеренное общее ДНП, кПа; A=3,78 кПа.

ASTM 6378-99 (автоматический метод тройного расширения). Метод определения **ДНП летучих, жидких нефтепродуктов, углеводородов и смесей углеводородов с оксигенатами** предназначен для анализа образцов с т-рой кипения выше 0°С, если давление паров находится в пределах 7-150 кПа при т-ре 37,8°С, а соотношение объёмов жидкости и пара составляет 4:1. Объём образца 1-10 мл.

Определенный объём образца при помощи встроенного поршня вводят в испытательную термостатированную камеру. После её герметичного закрытия происходит расширение образца в три этапа до конечного объёма, большего в (X+1) раз объёма образца. После каждого этапа расширения определяют TP_X (общее давление). Из трёх результатов рассчитывается *PPA* (парциальное давление растворённого воздуха) и растворимость воздуха в пробе. Затем т-ра в камере поднимается до 37,8°С, определяется TP_X (общее давление) и рассчитывается ДНП (VP_X) вычитанием *PPA* из TP_X.

ДАВЛЕНИЕ НАСЫЩЕННЫХ ПАРОВ (ДНП) **БЕНЗИНА** – физико-химический показатель, характеризующий интенсивность испарения, пусковые качества бензинов. По ДНП бензина судят о наличии легкоиспаряющихся фракций, способных образовывать *паровые пробки*, возможных потерях топлива, эмиссии в окружающую среду. Чем выше ДНП бензина, тем лучше его пусковые свойства, но больше эмиссия паров в окружающую среду.

ДНП бензина определяют в стальном герметичном аппарате (Бомба Рейда), состоящем из топливной и воздушной камер (ГОСТ 1756) при 37,8°С. Сущность метода заключается в измерении с помощью манометра давления паров над жидкостью. На этом же принципе основаны методы определения по ASTM D 323 и ISO 3007. Норма: для автомобильных бензинов в зависимости от их класса испаряемости от 35 до 100 кПа; для авиационных — от 29 до 48 кПа.

ДАВЛЕНИЕ НАСЫЩЕННЫХ ПАРОВ (ДНП) **РЕАКТИВНОГО ТОПЛИВА** – давление пара, находящегося в равновесии с жидкостью или твердым телом при данной т-ре. Является одним из показателей *испаряемости реактивного топлива*, по к-рому можно судить о его пусковых свойствах, склонности к образованию паровых пробок, потерях от испарения и огнеопасности. При постоянной т-ре ДНП топлива зависит от соотношения паровой и жидкой фаз в стальном герметичном аппарате (бомбе), в к-ром проводится определение. С увеличением объема паровой фазы ДНП уменьшается. ДНП топлива ТС-1, РТ, Т-8В и Т-6 определяют в заданном диапазоне температур при соотношении объемов жидкой и паровой фаз 1:4. Из бомбы откачивается воздух до достижения абсолютного давления менее 5 мм рт.ст. Топливо вводится в бомбу в количестве 30 мл. Нагрев до заданной т-ры производится с помощью электрического тока. Образующиеся пары топлива давят на помещенный в бомбе сильфон. Деформация сильфона компенсируется противодавлением, к-рое фиксируется с помощью вакуумметра при низких (от 20°С) т-рах и манометром при высоких (до 200°С). Замеренное давление квалифицируется как давление насыщенных паров испытуемого топлива. ДНП *широкофракционного топлива* Т-2 определяют по ГОСТ 1756 в бомбе Рейда при 38°С и соотношении жидкой и паровой фаз 1:4.

Зарубежный метод определения *давления насыщенных паров бензина* и широкофракционных реактивных топлив (ASTM D 323) аналогичен отечественному ГОСТ 1756.

ДАММАРОВА СМОЛА – *модификатор* композиций на основе твердых углеводородов, представляет собой твердую смолу из листьев южно-американской пальмы. Т-ра плавления 95-150°С; состоит из сложных эфиров, углеводородов и др. соединений. Повышает пластичность композиций.

ДВИГАТЕЛЬ БЕЗНАДДУВНЫЙ – двигатель, в к-ром цилиндр наполняется топливовоздушной смесью или воздухом под действием разрежения, создаваемого поршнем.

ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ (ДВС) – см. *Поршневые двигатели внутреннего сгорания*.

ДВИГАТЕЛЬ ДВУХТАКТНЫЙ – поршневой ДВС, в к-ром впуск свежего заряда, сжатие, расширение и выпуск отработавших газов совершается за один оборот коленчатого вала. Впуск свежего заряда происходит через впускные окна в стенке цилиндра, а выпуск отработавших газов либо через выпускные окна, либо через выпускные клапаны в головке цилиндра.

ДВИГАТЕЛЬ С ВОСПЛАМЕНЕНИЕМ ОТ СЖАТИЯ (дизель) – двигатель, в к-ром топливо самовоспламеняется от воздуха, нагретого в процессе сжатия. Топливо под большим давлением впрыскивается через форсунку в цилиндр в конце такта сжатия воздуха и перемешивается с ним, образуя горючую смесь. В процессе сжатия воздуха достигается т-ра, при к-рой горючая смесь самовоспла-

меняется. КПД дизельных двигателей выше, чем КПД двигателей с воспламенением от искры. Для высоко-, средне- и малооборотных дизелей предназначено определенное горючее.

ДВИГАТЕЛЬ С ИСКРОВЫМ ЗАЖИГАНИЕМ (двигатель Отто) – поршневой двигатель с внешним или внутренним образованием рабочей (топливовоздушной) смеси и воспламенением ее от внешнего источника (свечи зажигания) в определенный регулируемый момент времени, связанный с угловым положением коленчатого вала. При сжатии рабочей смеси в цилиндре до 2-3 МПа (степень сжатия ε = 8...12) т-ра ее в конце такта достигает 400-500°С, что ниже т-ры самовоспламенения, поэтому смесь поджигается искрой.

Образование рабочей смеси. Система смесеобразования в двигателе с искровым зажиганием (набор приборов, обеспечивающих заданное соотношение смеси топлива с воздухом – карбюратор, инжектор и др.) предназначена для получения гомогенной топливовоздушной смеси. Однако однородность может быть достигнута только в газовых или газопаровых смесях, т.е. в том случае, если перед зажиганием все топливо подвергается испарению. При наличии факторов, препятствующих полному испарению топлива (напр. низкая т-ра во время холодного пуска двигателя), для воспламенения следует оптимизировать состав топливовоздушной смеси, обогатив ее дополнительным количеством топлива (обогащение смеси при холодном пуске).

Система смесеобразования должна обеспечивать возможность регулирования нагрузки двигателя. Поскольку рабочие смеси воспламеняются в узком диапазоне коэффициента избытка воздуха (0,8...1,2), нагрузка двигателя регулируется в основном количеством смеси, поступающей в цилиндры (количественное регулирование). Это достигается управлением дроссельной заслонкой в условиях неполной нагрузки.

Состав топливовоздушной смеси также должен быть максимально однородным в отдельных цилиндрах двигателя.

Воспламенение смеси от свечи обеспечивается системой зажигания в конце такта сжатия. Энергия, необходимая для воспламенения различных топливовоздушных смесей, неодинакова. Для смесей стехиометрического состава (см. *Отношение «воздух-топливо»*.) требуется порядка 0,2 МДж, а для более бедных или богатых смесей – до 3 МДж.

Процесс сгорания начинается с образования начального очага горения в зоне высоких температур между электродами свечи зажигания. Место расположения свечи и форма камеры сгорания – существенные конструктивные факторы, влияющие на характер выделения теплоты в процессе сгорания. Продолжительность процесса зависит от скорости распространения пламени (скорости сгорания). Максимальная скорость сгорания (20-40 м/с) достигается обогащением смеси. Выбор момента зажигания рабочей смеси должен обеспечивать оптимальное тепловыделение, минимальный расход топлива и высокий КПД. Если большая часть теплоты высвобождается слишком рано, возрастают потери теплоты в стенки камеры сгорания и на механические потери. Позднее тепловыделение приводит к снижению КПД и высоким т-рам отработавших газов.

ДВИГАТЕЛЬ С НАДДУВОМ – двигатель, в к-ром цилиндр наполняется топливовоздушной смесью или воздухом под избыточным давлением, создаваемым нагнетателем.

ДВС. ДИАГНОСТИКА ПО АНАЛИЗУ РАБОТАЮЩЕГО МАСЛА. Масло, работающее в двигателе, является источником обширной и достоверной информации о исправности систем, агрегатов или отдельных узлов и деталей двигателя. Получение информации, характеризующей техническое состояние двигателя, и ее верная интерпретация возможны при работе двигателя на масле одной марки, систематическом и правильном отборе проб, проведением их анализа в достаточном объеме. Для диагностики ДВС по анализу работающего масла на практике используют простейшие экспресс-методы и лабораторный анализ, включая инструментальные методы (ИК-спектроскопия, феррография, атомная абсорбционная спектрометрия). Созданы компьютерные программы интерпретации данных, полученных при анализах проб масла. Некоторые изготовители техники дают указания по определению исправного или неисправного состояния двигателей их производства при тех или иных конкретных величинах контролируемых показателей масла. Анализы, выполняемые в целях диагностики, достаточны и для установления необходимости смены масла. На крупных автотранспортных предприятиях, морских и речных пароходствах диагностика ДВС по анализу работающего масла дает значительный экономический эффект. В перечень контролируемых показателей работающего масла обычно включают определение *кинематической вязкости*, *щелочного и кислотного числа*, *значения pH*, *содержания воды* и *нерастворимого осадка*, *температуры вспышки*, содержания кремния и металлов – *продуктов изнашивания*, снятие дифференциального ИК-спектра, бумажная хроматография – определение *диспергирующих свойств* и загрязненности масла по «капельной пробе».

ДВУХКОМПОНЕНТНОЕ ЖИДКОЕ РАКЕТНОЕ ТОПЛИВО – топливо, состоящее из горючего вещества и его окислителя. В **табл. Д-2** приведены основные характеристики некоторых возможных высокоэффективных двухкомпонентных жидких топлив при оптимальном соотношении компонентов (давление в камере сгорания 100 кгс/см², на срезе сопла – 1 кгс/см²).

Д-2. Характеристики некоторых двухкомпонентных жидких топлив для современных ракет

Окислитель	Горючее	Плотность топлива, г/см³*	Температура в камере сгорания, К	Пустотный удельный импульс, с**
Кислород жидкий	Водород жидкий	0,3155	3250	428
	Керосин	1,036	3755	335
	Диметилгидразин несимметричный	0,9915	3670	344
	Гидразин	1,0715	3446	346
	Аммиак жидкий	0,8393	3070	323
Четырехокись азота	Керосин	1,269	3516	309
	Диметилгидразин несимметричный	1,185	3469	318
	Гидразин	1,228	3287	322
Фтор жидкий	Водород жидкий	0,621	4707	449
	Гидразин	1,314	4775	402

* Расчётная величина: отношение суммарной массы компонентов ракетного топлива (окислителя и горючего) к их объёму.

** Удельный импульс РД при давлении окружающей среды, равном нулю

Топлива на основе жидкого кислорода обеспечивают наибольшую удельную тягу. Недостаток – низкая т-ра кипения окислителя.

Топлива на основе азотной кислоты значительно уступают кислородным топливам по удельной тяге, но обладают преимуществом по удельному весу.

Топлива на основе четырехокиси азота (АТ) дают несколько большую удельную тягу, чем азотнокислотные, но имеют пониженный удельный вес. Способны к самовоспламенению.

Топливо из жидкого кислорода и керосина использовалось в советской ракете-носителе «Восток», обеспечивавшей запуск многих космических кораблей. Это же топливо использовалось в двигателях американских ракет «Атлас», «Титан», на первой ступени ракеты «Сатурн-5», с помощью к-рой запускались на Луну космические корабли «Аполлон». Топливо из жидкого кислорода и керосина хорошо освоено в производстве и эксплуатации, надежно и относительно дешево.

Несимметричный диметилгидразин в паре с окислителем – жидким кислородом – используется в двигателе РД-119 для запуска спутников «Космос». В ЖРД, работающих на кислороде и высококипящих горючих, достигнут наибольший удельный импульс.

Одно из наиболее эффективных ракетных топлив – жидкий кислород в паре с жидким водородом. Оно применяется, напр., в двигателях второй и третьей ступени ракеты «Сатурн-5».

ДВУХОСНОВНОЕ ТВЕРДОЕ РАКЕТНОЕ ТОПЛИВО (коллоидное) – топливо, представляющее собой твердый однородный раствор органических веществ, молекулы к-рых содержат *окислительные* и *горючие компоненты двухосновного твердого ракетного топлива*. Наиболее распространены твердый раствор нитроцеллюлозы и нитроглицерина. Увеличение содержания последнего в растворе повышает удельный импульс двигателя. Однако увеличивается и взрывоопасность топлива, ухудшаются его стабильность и механические свойства заряда. Заряды из коллоидного топлива применяются чаще всего в небольших двигателях.

Твердый раствор органических веществ состоит из нитратов целлюлозы, пластифицированных жидкими нитроэфирами. Топливо на основе нитроцеллюлозы с низким содержанием азота (менее 12%) называют **ракетное топливо твердое баллиститное,** а с более высоким содержанием азота (более 12% азота) – **кордитом.** Заряды из баллистных порохов для ракетных снарядов впервые были разработаны в СССР в 30-х гг. и успешно использовались советскими войсками в период Великой Отечественной Войны (гвардейские минометы «Катюша»).

В ТРТ на основе нитроцеллюлозы в качестве пластификатора и энергетической добавки используется нитроглицерин. Кроме того, в состав баллистов вводят ароматические нитросоединения (напр. динитротолуол), стабилизаторы, а также вазелин, камфору и др. добавки. Баллисты, применяемые в качестве ТРТ, часто содержат около 10% порошкообразного алюминия или магния для повышения теплоты сгорания пороха, а также катализаторы горения (соли или окислы металлов).

ДЕАКТИВАТОРЫ МЕТАЛЛОВ добавляют в топливо, чтобы нейтрализовать (деактивировать) действие металлов (меди, железа), контактирую-

щих с ним и являющихся катализаторами окисления углеводородов. В этих условиях Д.м. усиливают стабилизирующее действие антиоксидантов, на 30-70% снижая их необходимую концентрацию. Тем самым достигается экономический эффект от уменьшения расхода антиоксиданта.

Принцип действия Д.м. заключается в образовании с металлами прочных комплексов, в к-рых каталитическое действие металлов на реакции окисления углеводородов сведено к минимуму. Эти комплексы обычно представляют собой хелаты, получаемые при взаимодействии металла с шиффовыми основаниями – биссалицилиденалкилендиаминами, составляющими основу присадки.

В настоящее время Д.м. практически не используются, так как технико-экономический эффект от применения оказался гораздо менее ожидаемого.

ДЕАСФАЛЬТИЗАЦИЯ ГУДРОНА ПРОПАНОМ – экстракционный процесс, предназначенный для удаления асфальтосмолистых соединений и части полициклических ароматических углеводородов с целью подготовки остаточного сырья – гудрона.

Сырье процесса – гудрон (остаток вакуумной перегонки мазута), условно выкипающий при т-ре выше 500°С.

Продукция процесса – деасфальтизаты, используемые для выработки остаточных масел, и асфальты, служащие сырьем для производства битумов или компонентами котельного топлива. В результате Д.г.п. значительно снижаются коксуемость, вязкость, плотность, показатель преломления, содержание никеля и ванадия в деасфальтизате.

Растворитель процесса – пропан (C_3H_8) 95–96%-ной чистоты.

Схема процесса. Протекание процесса определяют:

• температурный режим экстракции [50-85°С (до 90°С)];

• кратность «растворитель : сырье» (обычно от 5:1 до 8:1 по объему);

• качество сырья (чем выше содержание асфальтосмолистых веществ в гудроне, тем при более низкой кратности «пропан : сырье» получается деасфальтизат требуемого качества).

Выход деасфальтизата в зависимости от качества сырья можно рассчитать по формуле Б.И.Бондаренко:

$Y=94–4X–0,1(X–10)^2$,

где Y – выход деасфальтизата с коксуемостью 1,1–1,2%, %; X – коксуемость сырья (X=4–18%).

Д.г.п. может осуществляться в одну (**рис. Д-2**) или две ступени. В первом случае в асфальте остается значительное количество высоковязких масляных компонентов. Поэтому приблизительно на 10% имеющихся в мире установок деасфальтизации асфальт первой ступени подвергается дополнительной экстракции с целью получения деасфальтизата второй ступени, идущего на производство высоковязких остаточных масел – *брайтстоков*.

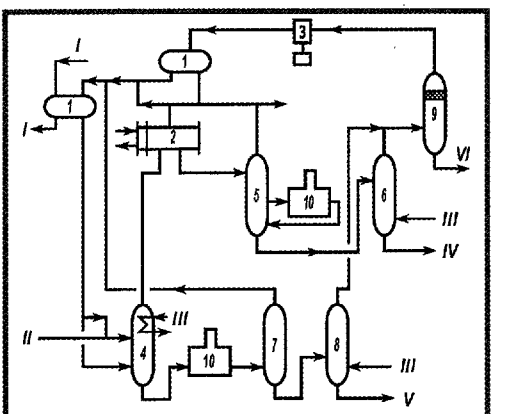


Рис. Д-2. Схема современной установки деасфальтизации:

1 – емкости пропана; *2* – испаритель; *3* – компрессор; *4* – экстрактор; *5, 7* – испарительные колонны; *6, 8* – отпарные колонны; *9* – отбойник; *10* – печи;

I – пропан, *II* – сырье, *III* – водяной пар, *IV* – деасфальтизат, *V* – асфальт, *VI* – конденсат

ДЕГАЗАЦИЯ ВОДНОЙ ОСНОВЫ СОТС – удаление из воды углекислоты, растворенного или диспергированного кислорода, хлора. Углекислоту удаляют путем аэрации, кислородом, кипячением с быстрым охлаждением вакуумной дегазацией, применением реагентов-растворителей.

ДЕГАЗАЦИЯ МАСЛЯНОЙ ОСНОВЫ СОТС – удаление пузырьков газа из масла для предотвращения коррозии и окислительного износа режущего инструмента.

ДЕЗАКТИВАТОРЫ МЕТАЛЛОВ – см. *Антиокислительные присадки к маслам*.

ДЕЗОДОРАНТЫ – вещества, добавляемые к топливам для придания им приятного запаха. В качестве Д. используют соединения, не меняющие запах при введении в топливо: терпеновые масла, эфиры растительного происхождения и др. Рабочие концентрации Д. составляют тысячные и десятитысячные доли процента. По вполне понятным причинам Д. практически не используются.

ДЕЙСТВИТЕЛЬНАЯ ПЛОТНОСТЬ КОКСА (ГОСТ 22898, п. 4.4.) – один из важнейших показателей его качества. Сравнительно простым методом по результатам определения Д.п.к. можно судить о

структуре полученного кокса (если прокаливание осуществляется при одинаковых стандартных условиях), т.е. Д.п.к. является структурным показателем.

Д.п.к. определяют только для прокаленного кокса, т.к. независимо от структуры, все сырые (непрокаленные) коксы имеют практически одинаковую плотность (1,38-1,41 г/см³) и лишь после прокаливания их плотность начинает различаться.

Определение Д.п.к. включает несколько стадий: прокаливание при стандартных условиях, подготовка (измельчение) пробы прокаленного кокса к анализу, определение водного числа пикнометра, определение плотности спирта и проведение испытания.

Определение проводят в пикнометрах вместимостью 25 см³ с горловиной диаметром 4 мм с использованием в качестве пикнометрической жидкости технического этилового спирта при т-ре термостатирования 20±0,1°С.

Перед определением сырой кокс прокаливается в камерной электрической печи типа КС 400/10 с карбидокремниевыми или др. нагревателями, обеспечивающими нагрев печи до 1300±25°С. С этой целью пробу кокса с кусками размером 0-3 мм, подготовленную по ГОСТ 16799, насыпают в фарфоровый тигель до верха и плотно закрывают крышкой. Тигель помещают в холодную печь, нагревают до 1300±25°С и прокаливают при этой температуре в течение 5 ч, затем печь отключают и охлаждают до 200–250°С. С охлажденной пробы кокса снимают верхний слой высотой 1,0-1,5 см и отбрасывают. Оставшуюся часть кокса измельчают ручным или механическим способом до частиц размером менее 0,1 мм.

Водное число пикнометра определяют с использованием свежепрокипяченной дистиллированной воды не реже 1 раза в квартал. Пикнометр предварительно тщательно моют хромовой смесью, дистиллированной водой, высушивают и взвешивают с точностью до 0,1 мг. Пикнометр заполняют дистиллированной водой почти до метки на горлышке, закрывают притертой крышкой и помещают в термостат, где выдерживают 20-30 мин при 20±0,1°С.

После выдержки в термостате уровень воды в пикнометре доводят до метки, доливая воду пипеткой из запасного пикнометра, выдержанного в термостате, или отбирая избыточную воду с помощью тонких жгутиков фильтровальной бумаги, внутреннюю поверхность пикнометра над водой протирают фильтровальной бумагой. Пикнометр вынимают из термостата, быстро вытирают полотенцем, не дотрагиваясь до пикнометра руками, и взвешивают. Процедуру выполняют несколько раз до получения совпадающих значений массы с погрешностью не более 0,001 г.

«Водное число» (объем пикнометра при установленной т-ре) V, см³, вычисляют по формуле:

$$V=(m_1-m)/0{,}9982,$$

где m_1 и m – массы пикнометра с водой и без воды, г; 0,9982 – плотность воды при 20°С, г/см³.

Определение плотности спирта (проводят для каждой партии спирта) аналогично определению «водного числа» пикнометра. Перед определением спирт кипятят.

Плотность спирта $\rho_{сп}$, г/см³, вычисляют с точностью до четвертого знака по формуле:

$$\rho_{сп}=(m_2-m)/V,$$

где m_2 и m – массы пикнометра со спиртом и без него, г; V – «водное число», см³.

Проведение испытания. Навеску прокаленного и просеянного через сито нефтяного кокса массой 2-3 г переносят через воронку с оттянутым концом во взвешенный пикнометр и взвешивают с точностью 0,1 мг. В пикнометр с коксом наливают на 1/3 объема спирт и кипятят на песчаной или водяной бане в течение 3 мин так, чтобы не было выбросов спирта и кокса. Одновременно на песчаной бане кипятят спирт в отдельной колбе. Пикнометр охлаждают на воздухе, доливают из колбы спирт почти до метки, закрывают притертой пробкой, термостатируют при 20±0,1°С в течение 20-30 мин и дальнейшие операции проводят как при определении «водного числа» пикнометра.

Д.п.к. $\rho_к$, г/см³, вычисляют по формуле:

$$\rho_к = \frac{m}{\frac{V\cdot\rho_{сп}-(m_1-m_2)}{\rho_{сп}}} = \frac{m\cdot\rho_{сп}}{V\cdot\rho_{сп}-(m_1-m_2)}$$

где m – масса навески кокса, г; m_1 – масса пикнометра со спиртом и навеской кокса, г; m_2 – масса пикнометра с навеской кокса, г; $\rho_{сп}$ – плотность спирта при 20°С, рассчитанная как среднеарифметическое значение 2-х или 3-х определений, г/см³; V – «водное число» пикнометра», см³.

За результат испытания принимают среднее арифметическое двух параллельных определений.

Два результата определения, полученные одним исполнителем, признаются достоверными (с 95%-ной доверительной вероятностью), если расхождение между ними не превышает 0,01 г/см³, в разных лабораториях – 0,03 г/см³.

ДЕЙСТВИТЕЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ – значение физической величины, полученное экспериментальным путём и настолько близкое к **истинному значению,** что в поставленной измерительной задаче может быть использовано вместо него (РМГ 29).

ДЕКЛАРАЦИЯ О СООТВЕТСТВИИ – документ, удостоверяющий соответствие выпускаемой в обращение продукции требованиям технических регламентов. Декларация оформляется производителем или поставщиком товара (заявителем) под личную ответственность в порядке, установленном в соответствующем техническом регламенте.

ДЕКЛАРИРОВАНИЕ СООТВЕТСТВИЯ – форма подтверждения соответствия продукции её производителем или поставщиком требованиям технических регламентов на основании собственных доказательств или доказательств, полученных с привлечением третьей стороны (например, аккредитованной лаборатории). Правила декларирования соответствия устанавливаются в технических регламентах на соответствующие виды продукции или производственные процессы.

ДЕМПФИРУЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ СОТС – смягчающее действие СОТС на металлическую поверхность при механической обработке металлических заготовок резанием.

ДЕНАТУРИРОВАННЫЙ ТОПЛИВНЫЙ ЭТАНОЛ – денатурация предназначена для исключения применения этанола в пищевых целях. В России для денатурации допущены к применению кротоновый и уксусный альдегиды, диэтиловый эфир, спирты C_3, C_4, ацетон, скипидар и др. вещества с резким запахом. Концентрация – от тысячных долей до нескольких процентов. Требования к составу Д.т.э. в США, где он широко применяется, стандартизованы ASTM D 4806–98 и приведены ниже:

Этанол, % об.	не менее 92,1
Метанол, % об.	не более 0,5 (5000 ppm)
Вода, % об.	не более 1,0 (10000 ppm)
Хлорид-ионы, мг/л	не более 40 (40 ppm)
Медь, мг/кг	не более 0,1 (0,1 ppm)
Кислота (в пересчете на уксусную), % масс.	не более 0,007 (70 ppm)
Сухой остаток, мг/100 мл	не более 5 (50 ppm)

ДЕНОРМАЛИЗАТ – так часто называют депарафинированные керосиногазойлевые и дизельные фракции, т.е продукты, из к-рых были выделены *н*-алканы при производстве жидких парафинов, особенно в процессах адсорбционного выделения жидких парафинов.

ДЕПАРАФИНИЗАЦИЯ – процесс удаления *твердых углеводородов* из нефтяных продуктов для улучшения их низкотемпературных и вязкостно-температурных свойств. Для получения минеральных масел с необходимой т-рой застывания в технологию их производства включается процесс Д. масляного сырья.

Основные процессы удаления твердых парафинов из масляного сырья:

- *селективная (сольвентная) депарафинизация;*
- *гидрокаталитическая депарафинизация;*
- *изодепарафинизация;*
- *карбамидная депарафинизация.*

ДЕПРЕССОРНЫЕ ПРИСАДКИ К МАСЛАМ – органические вещества, растворимые в маслах, влияющие на процесс кристаллизации парафинов, содержащихся в минеральных маслах и снижающие т-ру, при к-рой теряется текучесть масла. Д.п.м. не уменьшают количество парафина, кристаллизующегося из масла, а изменяют характер поверхности кристаллов в результате адсорбции или совместной кристаллизации и снижают содержание масла, остающегося в кристаллах. В результате этих изменений уменьшается объем кристаллизующегося парафина и сохраняется текучесть масла.

В качестве Д.п.м. используют соли (Ca, NH_4) продуктов алкилирования фенола хлорпарафинами (присадки АФК и Депрессал), а также полимеры эфиров – полиметакрилаты (присадка ПМА «Д»). Д.п.м. добавляют в смазочные масла в количестве 0,05-1,0% масс.

ДЕПРЕССОРНЫЕ ПРИСАДКИ К ТОПЛИВАМ (депрессоры) предназначены для снижения температуры застывания среднедистиллятных и котельных топлив и улучшения их низкотемпературной прокачиваемости через фильтры и трубопроводы. Эффективность их действия оценивается снижением (депрессией) *температуры застывания* топлива, а для дизельных топлив, кроме того, снижением *предельной температуры фильтруемости*.

Недостатком Д.п.т. является то, что они, обеспечивая подвижность топлива, не предотвращают его расслоения при холодном хранении на два слоя с разными физико-химическими характеристиками и цетановыми числами. Поэтому в дизельных топливах депрессорные присадки используются в композициях с *диспергаторами парафинов*.

По химической природе Д.п.т. представляют собой полимеры (полиолефины, сополимеры этилена с винилацетатом, полиметакрилаты и др.) с определенным значением молекулярной массы (2-5 тыс. для дизельных и около 5 тыс. для остаточных топлив) и молекулярно-массовым распределением. Наиболее распространены Д.п.т на основе сополимеров этилена с винилацетатом, часто модифицированных прививкой мономеров с функциональными группами.

Принцип действия Д.п.т. заключается в том, что они модифицируют поверхность кристаллов парафинов, выделяющихся из топлива при охлаждении, и препятствуют их слипанию с образованием малоподвижной пространственной структуры. Для достижения максимального эффекта необхо-

димо, чтобы геометрическое строение кристаллов парафинов и молекул Д., а также их размеры соответствовали друг другу. Таким образом, в оптимальном случае для каждого топлива определенной природы и состава подбираются Д.п.т. с определенными физико-химическими характеристиками. Этим объясняется обширный товарный ассортимент Д.п.т. Другой особенностью Д.п.т., вытекающей из принципа их действия, является необходимость выдерживать строго заданную т-ру их ввода в топливо, к-рая в общем случае должна быть на 5-10°С выше т-ры плавления парафинов топлив. Без соблюдения этого требования эффект от введения Д.п.т. не может быть получен.

Рабочие концентрации Д.п.т. составляют 0,01-0,05%, в отдельных случаях несколько больше, и зависят от природы топлива и требований окружающей среды.

В отечественном ассортименте практическое значение имеет одна присадка для дизельных топлив (ВЭС-410Д) и две присадки для остаточных топлив (ВЭС-503 и ДМН-2005). Кроме того, на НПЗ используют большое количество зарубежных присадок.

ДЕСОРБАТ – продукт, десорбированный с поверхности адсорбента или из его микропор.

ДЕСОРБЕНТ – вещество, вызывающее десорбцию.

ДЕСОРБЦИЯ – см. *Адсорбция*.

ДЕСТРУКЦИЯ – разрушение структуры.

ДЕСТРУКЦИЯ ЗАГУЩАЮЩИХ ПРИСАДОК. Загущенные макрополимерными присадками *всесезонные масла* под действием напряжений сдвига несколько снижают *вязкость* (перманентное понижение вязкости). Причина этого – механическая *деструкция* высокомолекулярных *загущающих полимеров*. После первоначального разрушения молекул макрополимеров, имеющих наибольшую молекулярную массу, деструкция замедляется или прекращается. Главное требование к *загущенным моторным маслам*, взаимосвязанное с Д.з.п., – оставаться после деструкции в своем *вязкостном классе*, либо иметь *вязкость* не ниже заданной величины. *Стойкость моторных масел к механической деструкции* контролируют либо лабораторными методами (форсуночный стенд Bosch – метод CEC L-14-A-88 или аналогичный метод ВНИИ НП), либо при моторных испытаниях масел по изменению вязкости масла за первые 10-20 ч работы (метод CRC L-38, метод ВАЗ-2106-02А).

ДЕТЕРГЕНТНОСТЬ НЕФТЕПРОДУКТА – физико-химическое свойство, определяющее способность нефтепродукта диспергировать и удерживать частицы отложений во взвешенном состоянии (ГОСТ 26098).

ДЕТОНАЦИОННАЯ СТОЙКОСТЬ (антидетонационные свойства) – важнейший показатель качества, характеризующий способность бензина сгорать в цилиндре двигателя без детонации (см. *Детонация в двигателе*). Мера Д.с. – *октановое число* по условной эталонной шкале: за 100 единиц принята Д.с. изооктана (2,2,4-триметилпентана), за ноль – *н*-гептана.

ДЕТОНАЦИЯ В ДВИГАТЕЛЕ – процесс горения, сопровождающийся резким увеличением скоростей тепловыделения и возникновением в горящих газах ударных волн, распространяющихся со сверхзвуковой скоростью (1500-2000 м/с). При нормальном сгорании смеси средняя скорость распространения пламени составляет 10-40 м/с. Периодические отражения ударных волн от стенок камеры сгорания вызывают металлический стук высоких тонов, что является одним из характерных признаков детонации.

ДЕФОРМАЦИЯ – относительное смещение точек системы, при к-ром не нарушается ее сплошность. Деформация бывает упругая и остаточная. Упругая деформация исчезает после снятия нагрузки (напряжения), остаточная деформация необратима, изменения в системе остаются и после снятия нагрузки. Остаточная деформация, при к-рой не происходит разрушения тела, называется пластической.

Среди упругих деформаций различают объёмные (растяжение, сжатие), сдвиговые и деформации кручения. Они характеризуются количественно относительными (безразмерными) величинами. Деформация сдвига определяется относительным сдвигом (**рис. Д-3**) под действием напряжения P:

$D=x/y=\mathrm{tg}\alpha$,

где x – смещение верхнего слоя; y – высота, на протяжении к-рой происходит смещение.

Относительный сдвиг равен тангенсу угла сдвига α.

Одним из видов деформации является течение, когда деформация непрерывно увеличивается под действием постоянного давления (нагруз-

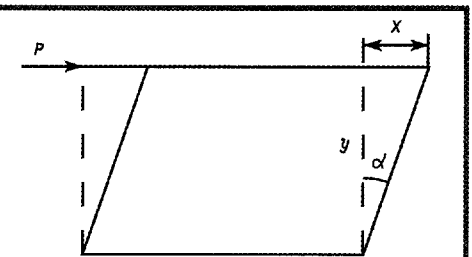


Рис. Д-3. Схематическое изображение деформации сдвига

ки). В отличие от газов жидкости при течении не сжимаются, и их плотность остается практически постоянной.

Напряжение, вызывающее деформацию тела, определяется отношением силы к площади, на которую она действует. Действующая сила может быть разложена на две составляющие: нормальную, направленную перпендикулярно к поверхности тела, и тангенциальную (касательную), направленную по касательной к этой поверхности. Соответственно различают два вида напряжений: нормальные и тангенциальные, к-рым отвечают два основных вида деформаций: растяжение (или сжатие) и сдвиг. Остальные виды деформации можно представить с помощью различных комбинаций этих основных видов деформаций. Единица напряжения в системе СИ – Па.

ДЕЭМУЛЬГАТОРЫ – ПАВ, обладающее высокой, поверхностной активностью и низкой стабилизирующей способностью. Предназначены для разрушения устойчивых эмульсий топлив с водой. Эмульсии образуются в двух случаях: при работе с тяжелыми остаточными топливами, содержащими большое количество природных эмульгаторов (смол, асфальтенов и пр.) и при использовании светлых топлив, содержащих присадки с высокой поверхностной активностью, напр. моющие. Эмульсии остаточных топлив разрушаются в центрифугах, включенных в схемы топливоподготовки на морских и речных судах. Если не использовать присадки, то при этом до 5% топлива может быть потеряно с неразрушенной эмульсией и шламом, а длительность отделения воды увеличится в несколько раз. Расход присадок для эмульсий тяжелых топлив зависит от характеристик топлива (увеличивается с повышением вязкости и плотности) и обычно составляет 50-100 г/т.

Принцип действия Д. заключается в снижении межфазного натяжения на границе раздела «топливо–вода». Считается, что для качественного отделения воды оно не должно превышать $30 \cdot 10^{-3}$ Н/м.

В качестве Д. используют композиции, содержащие неионогенные ПАВ: оксиэтилированные спирты, амины, кислоты.

ДЕЭМУЛЬГАТОРЫ В ПРОЦЕССАХ ОБЕССОЛИВАНИЯ И ОБЕЗВОЖИВАНИЯ НЕФТИ – ПАВ или их композиции, применяемые для разрушения *водонефтяных эмульсий*. Роль деэмульгатора в процессе обезвоживания и обессоливания нефти заключается в разрушении защитных оболочек, окружающих глобулы пластовой воды, и предотвращении их образования вокруг глобул подаваемой на ЭЛОУ промывной воды. В последние годы на ЭЛОУ НПЗ, в основном, применяются нефтерастворимые деэмульгаторы, как отечественного (марки «Геркулес», «Сондем», «Синтал» и др.), так и зарубежного производства (марки «Диссольван», «Виско», «Кемеликс» и др.

ДЕЭМУЛЬГАЦИЯ МАСЛЯНЫХ СОТС (СОЖ) – способность масляной жидкости восстанавливаться. При попадании воды в масляное СОТС может образовываться эмульсия, к-рая ухудшает смазывающие свойства жидкости и увеличивает ее коррозионное воздействие на металлы. Эмульсии неустойчивы и расслаиваются, вода при этом выделяется в отдельную фазу. Такой процесс называется **деэмульсацией.** Скорость деэмульгирования зависит от вязкости продукта, состава, размеров диспергированных частиц и пр. Для уменьшения количества образующейся эмульсии и ускорения ее расслоения в масла вводят специальные присадки – *деэмульгаторы*. Деэмульгаторы иногда вводят в состав многоцелевых СОЖ, применяемых в качестве гидравлической и смазывающей жидкости. Практически все ПАВ являются деэмульгаторами. Добавляют их в масло в небольших количествах.

Способность СОЖ восстанавливаться из эмульсии определяется числом деэмульсации – промежутком времени, в течение к-рого из полученной в определенных условиях водомасляной эмульсии выделяется заданное количество масла.

Склонность масел к образованию эмульсии оценивают при перемешивании с водой по методу DIN 51599.

ДЕЭМУЛЬСАЦИЯ – см. *Деэмульгация масляной СОТС.*

ДИАЛКИЛФОСФАТ – диалкиловый эфир фосфорной кислоты.

ДИАЛКИЛФОСФИТЫ получают в результате реакции треххлористого фосфора со спиртами.

ДИЕНЫ (диеновые углеводороды) – ненасыщенные углеводороды с двумя двойными связями.

ДИЗЕЛЬНОЕ ТОПЛИВО (См. *Приложение Д-1–Д-5*) – **1.** Нефтяная фракция, основу к-рой составляют углеводороды, выкипающие в пределах 180-360°С. Д.т. представляет собой вязкую прозрачную жидкость светло-желтого цвета.

2. Жидкое нефтяное топливо для *двигателей с воспламенением топливовоздушной смеси от сжатия* (ГОСТ 26098). Д.т. классифицируют по назначению на две подгруппы: для быстроходных автомобильных дизелей (частота вращения коленчатого вала более 1000 $мин^{-1}$); для средне- (500-1000 $мин^{-1}$) и малооборотных (менее 500 $мин^{-1}$). Топлива первой подгруппы производят на основе среднедистиллятных фракций, полученных гидрогенизационными процессами (гидроочистка, гидрокрекинг). Дистиллятные фракции вторичной переработки нефти (газойли каталитического крекинга и коксования)

используют только после их гидрооблагораживания. Прямогонные среднедистиллятные фракции вовлекают в состав дизельных топлив в количестве, обеспечивающем требования по содержанию серы.

Топлива второй подгруппы вырабатывают из прямогонных среднедистиллятных и остаточных фракций с добавлением продуктов термокаталитических процессов.

Основные нормативные документы, по к-рым вырабатываются отечественные дизельные топлива первой подгруппы: ГОСТ 305–82, ГОСТ Р 52368–2005, ТУ 38.401-58-296–2005, ТУ 38.101889–2004, ТУ 38.401-58-36–01. Применяют также газоконденсатное Д.т., выпускаемое по ТУ 51-28–86.

ГОСТ 305–82 «Топливо дизельное». Топливо, вырабатываемое по этому стандарту, предназначено для быстроходных и газотурбинных двигателей наземной и судовой техники. Допускается изготовление топлива с разрешенными к применению присадками по технологии, утвержденной в установленном порядке. Для различных климатических условий установлены три марки Д.т.: «Л» (летнее) – для эксплуатации при т-ре окружающего воздуха не ниже 0°С; «З» (зимнее) – до –20°С ($t_{заст.}$ топлива – менее –35°С) и до –30°С ($t_{заст.}$ топлива – менее –45°С); «А» (арктическое) – до –50°С.

По содержанию серы Д.т., вырабатываемые по этому ГОСТ, делятся на два вида: I – не более 0,2%; II – не более 0,5% (для марки «А» – не более 0,4%).

В условное обозначение топлив марки «Л» должны быть включены показатели содержания серы и температуры вспышки ($t_{всп.}$), марки «З» – содержания серы и $t_{заст.}$, марки «А» – только содержание серы. Например: Л–0,2–40 (топливо летнее с содержанием серы до 0,2% и $t_{всп.}$ – 40°С); З–0,2–минус 35 (топливо зимнее с содержанием серы до 0,2% и $t_{заст.}$ – минус 35°С); А–0,4 (топливо арктическое с содержанием серы 0,4%).

ГОСТ Р 52368-2005 «Топливо дизельное *Евро*» соответствует требованиям EN 590–2004. Топливо предназначено для использования в дизельных и газотурбинных двигателях наземной и судовой техники. При производстве Д.т. класса *Евро* разрешается применять присадки различного функционального назначения, изготовленные по технологии, утвержденной в установленном порядке.

В отличие от ГОСТ 305–82, в ГОСТ Р 52368–2005 устанавливаются дополнительные требования к следующим показателям качества: *цетановое число* (не менее 51 – для Д.т. умеренного климата и не менее 49, 48 и 47 – для топлив холодного и арктического климата в зависимости от классов), *цетановый индекс* (не менее 46 – для Д.т. умеренного климата и не менее 46 и 43 – для топлив холодного и арктического климата в зависимости от классов), содержание ПАУ (не более 11% масс.), *окислительная стабильность* (не более 25 г/м³), *смазывающая способность* (не более 460 мкм), содержание метиловых эфиров жирных кислот (не более 5% об.). Плотность топлива определяется при 15°С (в ГОСТ 305 – при 20°С), кинематическая вязкость – при 40°С (в ГОСТ 305 – при 20°С). Т-ра застывания, содержание меркаптановой серы, сероводорода и водорастворимых кислот и щелочей, концентрация фактических смол, кислотность, йодное число, коэффициент фильтруемости и содержание механических примесей в ГОСТ Р 52368–2005 не нормируются.

Для районов с умеренным климатом топлива вырабатывают шести сортов с различными требованиями к предельной т-ре фильтруемости ($t_Ф$): А – менее +5°С, В – <0°С, С – менее –5°С, Д – менее –10°С, Е – менее –15°С, F – менее –20°С. Для районов с холодным и арктическим климатом вырабатывают пять классов топлив (0–4) с предельной т-рой фильтруемости не выше –20, –26, –32, –38, –44°С и т-рой помутнения ($t_{пом.}$) не выше –10, –16, –22, –28, –34°С соответственно.

В условном обозначении указывают сорт или класс топлива в зависимости от предельной т-ры фильтруемости и т-ры помутнения (для класса), а также вид топлива в зависимости от содержания серы, напр.: «Топливо дизельное *Евро*. Сорт А, вид I»; «Топливо дизельное *Евро*. Класс 1, вид II».

ТУ 38.401-58-296–2005 «Топливо дизельное автомобильное (EN 590)» – аутентичный перевод европейского стандарта EN 590. Топливо, вырабатываемое по этому стандарту, предназначено для дизельных двигателей. Оценка качества топлива осуществляется только международными методами испытаний. В России топливо дизельное автомобильное (EN 590) начали вырабатывать с 2001 г. по ТУ 38.401-58-296–2001 для поставок на экспорт.

Также как и по ГОСТ Р 52368–2005 для умеренного климата топливо вырабатывается шести сортов (A, B, C, D, E, F), а для холодного и арктического климата – пяти классов (0–4).

СТО 11605031-021-2008 «Топлива дизельные зимние и арктическое с присадками» действует с 2009 года взамен ТУ 38.101889–2004 «Топливо дизельное зимнее с депрессорной присадкой» и ТУ 38.401-58-36–2001 «Топлива дизельные зимние и арктическое с присадками». Распространяется на дизельные топлива зимние и арктическое с присадками,

применяемые для сельскохозяйственной и внедорожной техники (тепловозных, судовых и промышленных двигателей внутреннего сгорания), получаемые из продуктов переработки нефти и газовых конденсатов с добавлением депрессорных и других присадок, улучшающих эксплуатационные свойства топлив. Стандарт не распространяется на продукцию, поставляемую для государственных нужд по государственному оборонному заказу.

Вырабатывают на базе дизельных топлив с температурами помутнения –5°С, –15°С, –25°С и –35°С и получают соответствующие марки топлива: ДЗп-15 – зимнее, для эксплуатации при т-рах до –15°С; ДЗп-25 – зимнее, для эксплуатации при температурах до –25°С; ДЗп-35 – зимнее, для применения до –35°С; ДАп – арктическое, для применения до –45°С. При вовлечении в дизельные топлива депрессорной присадки обязательна добавка диспергатора парафинов в концентрации не менее 0,015%, считая на топливо.

По содержанию серы Д.т. зимнее делится на два вида: I – не более 0,1%; II – не более 0,2%.

ТУ 51-28-86 «Топливо газоконденсатное широкофракционное для быстроходных дизелей (ГШЗ)». Топливо вырабатывается в процессах прямой перегонки газовых конденсатов месторождений Севера, а также компаундированием дизельных фракций газового конденсата с товарными дизельными топливами. Рекомендуется для эксплуатации дизелей до –30°С в умеренном и –35°С – в холодном климате.

Основные **эксплуатационные свойства дизельных топлив,** регламентируемые ГОСТ 4.25, а также физико-химические и эксплуатационные показатели, характеризующие их, приведены в **табл. Н-3** (см. *Нефтяное жидкое топливо*).

Существуют также рекомендации *Всемирной Топливной Хартии* по качеству дизельных топлив.

ДИЗЕЛЬНЫЕ МАСЛА – см. *Масла для дизелей.*

ДИЗЕЛЬНЫЙ ИНДЕКС – см. *Цетановый индекс.*

ДИМЕР – см. *Полимер.*

ДИМЕРИЗАЦИЯ ИЗОБУТИЛЕНА НА КАТИОННЫХ ИОНООБМЕННЫХ СМОЛАХ – процесс получения изооктена как промежуточного продукта для последующего гидрирования его в изооктан или конечного продукта. Сырьём могут служить углеводородные смеси, содержащие реакционноспособные третичные олефины, например, фракции C_4 процесса каталитического крекинга, рафинат после извлечения бутадиена из фракции C_4 с установок пиролиза, а также продукт с установки дегидрирования изобутана. Технология разработана зарубежными фирмами из-за введения ограничений на применение метал-*трет*-бутилового эфира (МТБЭ) в реформулированном бензине и максимально интегрирована в существующие установки производства МТБЭ. Процесс получения изооктена/изооктана (NExOCTANE – лицензиары: Kellogg Brown & Root, Inc., и Fortum Oil and Gas Oy) основан на высокоселективном превращении изобутилена (то же сырьё, что и при синтезе МТБЭ) в триметилпентен (изооктен) в присутствии катализатора – катионных ионообменных смол – и дальнейшем гидрировании его в изооктан.

При димеризации изобутилена образуется диизобутилен (или триметилпентены) – известная побочная реакция в синтезе МТБЭ с применением в качестве катализатора катионных ионообменных смол. В реакции димеризации изобутилена образуется два изомера триметилпентена (ТМП): 2,4,4-ТМП-1 и 2,4,4-ТМП-2, к-рые далее могут реагировать с изобутиленом с образованием тримеров, тетрамеров и т.д. В нерегулируемых условиях образуется смесь димеров, тримеров и тетрамеров (т.е. C_8, C_{12}, C_{16}). Кинетика реакции благоприятствует образованию высокомолекулярных олигомеров. В процессе получения изооктена образование тяжёлых олигомеров ингибируется введением в реакционную смесь кислородсодержащих полярных веществ, например третбутилового спирта (ТБС) и воды, к-рые блокируют кислотные центры на ионообменной смоле. Таким образом поддерживается активность катализатора и улучшается селективность по отношению к димерам. Концентрацию ТБС в реакторе регулируют так, чтобы обеспечивать требуемую селективность процесса в образовании димеров. В реакционную смесь непрерывно добавляют небольшое количество воды, к-рая в присутствии кислотного катализатора взаимодействует с изобутиленом, образуя ТБС, следовательно, внешнего источника ТБС не требуется.

Обычно на установке – три секции. В первой происходит димеризация изобутилена в жидкой фазе в адиабатических реакторах с неподвижным слоем кислой ионообменной смолы. Полученный изооктен, ТБС и непрореагировавшие углеводороды C_4 разделяются в следующей секции ректификации. ТБС возвращается в реакторы, рафинат C_4 (непрореагировшие углеводороды) направляется на алкилирование или дегидрирование. В третьей секции изооктен гидрируется в изооктан. Реакция протекает в насадочном реакторе с нисходящим прямоточным движением газа (водорода) и жидкости (изооктена). В стабилизационной колонне целевой продукт отделяется от непрореагировавшего водорода и лёгких газов. Достигается практически полное насыщение олефинов (99% изооктена превращается в изооктан).

Продуктами процесса является концентрат изооктена или изооктана, содержащий по меньшей мере 85% углеводородов C_8 и менее 0,5% олигомеров с числом атомов углерода выше 12. Концентрат изооктана имеет ОЧи=98÷100 и ОЧм=96÷99, низкое давление насыщенных паров. Существующие реакторы МТБЭ, воздушные холодильники, большинство насосов и резервуары используются без модификации при переходе на процесс NExOCTANE. В некоторых случаях необходима модернизация внутренних устройств колонн. Секция гидрирования практически полностью оснащается новым оборудованием. На НПЗ этот процесс может заменить выработку МТБЭ, почти не влияя на работу его остальных установок. Процесс NExOCTANE реализован в промышленности на установке по производству МТБЭ в г.Эдмонтон (Канада). С октября 2002 г. на этой установке производится изооктан.

Лицензиарами процессов получения изооктена / изооктана, являются также Lyondell Chemical and Aker Kvaerner и Snamprogetti SpA.

ДИМЕТИЛОВЫЙ ЭФИР (ДМЭ) – одна из разновидностей *альтернативного топлива* для дизелей. Химическая формула – CH_3OCH_3. Физико-химические и эксплуатационные характеристики приведены ниже:

Цетановое число	55–60
Плотность при 15°С, кг/дм^3	0,6612
Кинематическая вязкость при 40°С, сСт	0,25
Т-ра самовоспламенения, °С	235
Теплота сгорания, МДж/кг	24,8
Т-ра кипения при 1 атм., °С	–24,8

Перспективность такого вида топлива определяется хорошими экологическими характеристиками и возможностью получения его из природного газа. Высокое цетановое число, отсутствие серы и ароматических углеводородов, низкий уровень выбросов оксидов азота с отработавшими газами и бездымный выхлоп определили перспективность работ, направленных на выбор технических решений, учитывающих особенности ДМЭ: пониженные значения т-ры кипения, вязкости, теплоты сгорания, а также плохие смазывающие свойства.

ДИНАМИЧЕСКАЯ ВЯЗКОСТЬ – см. *Вязкость нефтепродуктов.*

ДИСЛОКАЦИИ (смещение) – дефекты кристалла, представляющие собой линии, вдоль и вблизи к-рых нарушено характерное для кристалла правильное расположение атомных плоскостей. Механические свойства кристаллов – прочность и пластичность – в значительной мере обусловлены существованием Д. и их движением.

ДИСПЕРГАТОРЫ ПАРАФИНОВ вводят в дизельные топлива для предотвращения их расслоения при холодном хранении. Принцип их действия заключается в предотвращении роста микрокристаллов парафинов, например, за счет образования одноименных электрических зарядов на поверхности кристаллов и их взаимного отталкивания. Эффективность диспергаторов парафинов оценивается методами, в к-рых образец содержащего Д.п. топлива выдерживается при заданной т-ре, после чего оценивается его состояние визуально и количественно. При количественной оценке отбирают пробы сверху и снизу образца и сравнивают их характеристики. Рабочие концентрации Д.п. должны соответствовать определенным концентрациям депрессоров. Соотношение «депрессор : Д.п.» составляет обычно от 5:1 до 2:1 и для каждого топлива определяется экспериментально. В отечественном ассортименте диспергаторов парафинов на настоящий момент нет.

ДИСПЕРГИРУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ МАСЛА – характеристика масла, указывающая то количество нерастворимых веществ, к-рое оно может удерживать в стабильной суспензии.

ДИСПЕРГИРУЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ СОТС – способность СОТС облегчать деформацию, разрушение и дробление (диспергирование) металла, т.е. оказывать действие, способствующее образованию новой поверхности. ПАВ, входящие в состав СОТС, проникают в мельчайшие поверхностные трещинки металла в процессе их развития при механическом воздействии и понижают твердость металла, облегчая его механическую обработку. Кроме того, ПАВ препятствуют слипанию частиц металла, удерживают их в объеме жидкости.

ДИСПЕРГИРУЮЩИЕ ПРИСАДКИ К МАСЛАМ – см. *Моюще-диспергирующие присадки к маслам.*

ДИСПЕРГИРУЮЩИЕ ПРИСАДКИ К ОСТАТОЧНЫМ ТОПЛИВАМ (дисперсанты) интенсифицируют процесс распыливания мазута в топке котла, что обеспечивает более полное его сгорание. В результате достигается ряд технических и экологических преимуществ: экономия котельного топлива за счет снижения механического и химического недожога, снижение дымности и токсичности продуктов сгорания, повышение чистоты теплообменных поверхностей и улучшение теплопередачи. В качестве Д.п.о.т. используются соединения двух типов: производные диалкилнафталинов – сравнительно дешевые присадки в довольно высокой (0,1-0,2%) концентрации и дорогие, но более эффективные азотсодержащие ПАВ (концентрация 0,01-0,05%).

Принцип действия Д.п.о.т. заключается в снижении поверхностного натяжения мазута, что уменьшает затраты энергии на его распыливание. Для повышения эффективности в Д.п.о.т. иногда добавляют катализаторы горения, чаще всего, соединения железа, церия или редкоземельных

элементов. Дополнительным преимуществом Д.п.о.т. является то, что, представляя собой ПАВ, они предотвращают образование донных отложений при хранении мазута в емкостях.

В современном отечественном ассортименте Д.п.о.т. – одна присадка: ВНИИНП-200.

ДИСПЕРГИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА МОТОРНОГО МАСЛА – способность поддерживать нерастворимые продукты внешнего загрязнения масла и его окисления в тонко диспергированном состоянии, предотвращать их коагуляцию и образование осадков. Диспергирующие свойства придают маслу в основном беззольные дисперсанты.

ДИСПЕРСИИ ВОДНО-ВОСКОВЫЕ – см. *Водно-восковые дисперсии*.

ДИСПЕРСИОННАЯ СРЕДА СМАЗОК – жидкая основа смазки, составляющая, как правило, 70-95% всей ее массы. В качестве Д.с.с. в основном применяют *нефтяные масла* (индустриальные, моторные, цилиндровые и др.). Их используют прежде всего в смазках общего назначения, работоспособных при т-ре от –30 до 130°С (на дистиллятных маслах от –60 до 110°С и на остаточных маслах от –20 до 150°С).

В смазках, работающих в специфических и экстремальных условиях (при т-ре от –100 до 150°С и выше), применяют *синтетические масла – кремнийорганические жидкости, сложные эфиры, фторуглероды* и фторхлоруглероды, синтетические углеводородные масла, *полиалкиленгликоли, полифениловые эфиры*, простые перфторалкилполиэфиры.

Из кремнийорганических жидкостей наиболее часто в качестве Д.с.с. используют *полиметилсилоксаны* и *полиэтилсилоксаны*. Они обеспечивают работоспособность пластической смазки при т-ре от –60 до 200°С. Реже применяют *полиметилфенилсилоксаны* и *полигалогенорганосилоксаны*, имеющие лучшие противоизносные и противозадирные свойства по сравнению с обычными полисилоксанами. Эти жидкости обеспечивают работоспособность смазки при т-ре от –100 до 300°С.

Смазки на сложных эфирах применяют при т-ре от –60 до 180°С. Они характеризуются хорошей смазывающей способностью, однако не работоспособны при контакте с водой из-за гидролиза эфиров и вызывают набухание резиновых уплотнений.

Фтор- и фторхлоруглеродные масла термически стабильны (однако при т-ре выше 260°С склонны к расщеплению с образованием токсичных продуктов), не воспламеняются, не горят, устойчивы к воздействию сильных кислот, щелочей, не вызывают коррозию металлов, имеют высокие смазывающие свойства. Поэтому их применяют для получения огнестойких смазок и смазок, работающих в контакте с агрессивными средами или в экстремальных условиях.

Синтетические углеводородные масла на основе *полиальфаолефинов* и *алкилированных ароматических углеводородов*, в первую очередь – *алкилбензолов*, обеспечивают работоспособность смазок при т-ре от –60 до 200°С.

Смазки на полифениловых эфирах стабильны до 350°С, при воздействии кислорода и радиации.

В некоторых случаях перспективным источником получения Д.с.с. могут быть *отработанные* и *регенерированные масла*, а также масла растительного происхождения.

ДИСПЕРСИОННАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ – способность жидкости не расслаиваться во времени. Определяется по скорости осаждения частиц в объёмных единицах (визуально в градуированных пробирках) или в массовых единицах (*седиментационный* метод с помощью торсионных весов).

ДИСПЕРСИЯ – термин, иногда применяемый в технике для обозначения дисперсных систем – смеси твердых органических (напр. *твердых углеводородов*) или неорганических (напр. мыл, абразивов и т.п.) твердых частиц и непрерывной жидкой, газообразной или твердой фазы. Вместо термина «дисперсия» правильно использовать термин *дисперсная система*. Различают Д. на основе воды – водно-восковой состав и Д. на основе органических растворителей. Применяют Д. главным образом для защиты изделий от воздействия атмосферных условий.

ДИСПЕРСНАЯ СИСТЕМА – гетерогенная система, состоящая из множества мелких частиц какого-либо тела (дисперсная фаза), находящихся в однородной среде (дисперсионной среде). В виде Д.с. существует большинство реальных тел окружающего мира: грунты и почвы, ткани живых организмов, многие технические материалы, пищевые продукты и др. Д.с. характеризуется сильно развитой поверхностью раздела фаз. По размеру частиц (дисперсности) различают грубодисперсные и высокодисперсные, или коллоидные системы. Дисперсная фаза распределена в виде мелких частиц (твердых частиц, кристалликов, капель, пузырьков) в дисперсионной среде. Твердые частицы в Д.с. представляют собой термопластичные вещества – парафины и церезины в кристаллическом состоянии и/или не плавящиеся органические или неорганические вещества: мыла, полимеры, песок, абразивы и т.п.

ДИСПЕРСНАЯ ФАЗА СМАЗОК – загуститель смазки. В качестве Д.ф.с. используют мыла (литиевые, натриевые, кальциевые, алюминиевые, бариевые и другие соли высокомолекулярных жирных кислот), *твердые углеводороды (парафины,*

церезины, петролатумы) и их смеси, *неорганические и органические загустители.*

Содержание дисперсной фазы в пластичных смазках составляет до 30% (чаще от 10 до 20%), однако, несмотря на сравнительно малую концентрацию, именно загуститель наряду со специальными добавками определяет основные эксплуатационные характеристики смазки.

ДИССОЦИАЦИЯ (разъединение) – распад молекулы, иона или комплексного соединения на две или несколько частей. В зависимости от фактора, индуцирующего Д. – повышение температуры или действия света – Д. называют термической или фотохимической. Распад молекулы вещества в растворе называется электролитической Д.

ДИСТИЛЛЯТ – любой продукт, полученный путем конденсации паров нефтепродукта, когда он подвергается дистилляции при атмосферном давлении или при пониженном давлении. В первом случае продукт называется атмосферным дистиллятом, во-втором – вакуумным.

ДИСТИЛЛЯТ СРЕДНИЙ – керосины и газойли, кипящие приблизительно между 150 и 400°С при нормальном атмосферном давлении и имеющие т-ру вспышки в закрытом тигле выше 38°С (ISO 1998).

ДИСТИЛЛЯТ ТЯЖЕЛЫЙ – дистиллят, кипящий преимущественно выше 350°С при нормальном атмосферном давлении, включает самые тяжелые фракции из атмосферной дистилляции вместе с фракциями, получаемыми при вакуумной дистилляции (ISO 1998).

ДИСТИЛЛЯТНЫЕ БАЗОВЫЕ МАСЛА-КОМПОНЕНТЫ – см. *Нефтяные базовые масла.*

ДИСТИЛЛЯЦИЯ – перегонка, разделение жидких смесей, основанное на различии температур кипения компонентов смеси или на различии скорости их испарения. Для Д. создаются условия, при к-рых один из компонентов испаряется, а затем конденсируется.

ДИСТИЛЛЯЦИЯ ЖИДКИХ ПАРАФИНОВ – перегонка жидкого парафина на фракции.

Для производства ПАВ получают узкие фракции жидкого парафина путём его разгонки в системе ряда последовательно работающих колонн. Во избежание разложения жидкого парафина в последних колоннах разгонку проводят под вакуумом, а сырье в первых колоннах нагревают водяным паром, а в последних –теплоносителем.

Отечественные установки карбамидной депарафинизации типа 64 оснащены блоком разгонки извлеченного жидкого парафина на фракции НК–320°С и 320°С–КК. В ООО «ПО «Киришинефтеоргсинтез» неочищенная широкая фракция жидкого парафина C_9-C_{21} с установки «Парекс» поступает на установку предварительного фракционирования комплекса по производству линейных алкилбензолов «ЛАБ-ЛАБС», на к-рой получают фракции жидкого парафина: C_9, C_{10}-C_{13}, C_{14}-C_{17} и остаток C_{18}-C_{20}. В первой колонне при давлении 0,04 МПа отгоняется легкая фракция C_8-C_{10} (нагрев осуществляется водяным паром). Во второй колонне при давлении 0,01 МПа боковыми погонами выводятся фракции C_{10}-C_{12}, C_{13} и остаток от разгонки – фракция C_{14+}. Этот остаток поступает в вакуумную колонну, в к-рой отгоняется фракция C_{14}-C_{17} и получается остаток, содержащий углеводороды C_{18+}.

На одном из НПЗ Италии работает установка по перегонке жидкого парафина, на к-рой четкой ректификацией получают узкие фракции жидкого парафина: НК-C_{11}, C_{12}-C_{14}, C_{15}-C_{16} и C_{17}–КК.

Следует отметить, что при разгонке жидкого парафина происходит перераспределение углеводородов сырья. В легких фракциях снижается содержание нормальных парафиновых и возрастает содержание ароматических углеводородов. В средних и тяжёлых фракциях наоборот – повышается содержание нормальных парафиновых и снижается содержание ароматических углеводородов по сравнению с их содержанием в сырье. В остатке от разгонки концентрируются окрашивающие вещества: цвет остатка более тёмным, чем цвет сырья.

ДИСУЛЬФИДЫ – органические соединения с двумя атомами серы, напр. двусернистый этил. Тяжелые жидкости с неприятным запахом. Легко растворяются в нефтепродуктах и очень мало – в воде. Высокомолекулярные дисульфиды при перегонке частично разлагаются. Присутствие дисульфидов в бензинах значительно понижает их чувствительность к тетраэтилсвинцу.

ДИТИОФОСФАТЫ – соли или эфиры диалкил (или арил) дитиофосфорных кислот. Получают реакцией спиртов (или алкилфенолов) с пятисернистым фосфором с последующей нейтрализацией гидроокисью (или солью) металла или непредельным органическим соединением.

ДИФФУЗИОННЫЙ КОНТРОЛЬ – ограничение скорости коррозии диффузией исходных или конечных продуктов электродных реакций (ГОСТ 5272).

ДИФФУЗИЯ – движение частиц среды, приводящее к переносу вещества и выравниванию концентраций (или к установлению равновесного распределения концентраций) частиц данного сорта в среде. В отсутствие макроскопического движения среды (напр. конвекции) Д. молекул (атомов) определяется их тепловым движением (т.н. молекулярная Д.). В однородной системе (газ, жидкость) при молекулярной Д. в отсутствие внешних воздействий диффузионный поток (поток массы) пропорционален градиенту его концентрации.

ДИФФУЗИЯ В КОНТАКТИРУЮЩИХ МЕТАЛЛАХ – перенос частиц инструмента и обрабатываемого материала в зоне их контакта, обусловленный хаотичным некомпенсированным тепловым движением молекул (атомов). Поток атомов одного металла устремляется в направлении к другому металлу, при этом в кристалле металла появляются поры, приводящие к нарушению устойчивости кристаллической решетки как механической системы. В результате контактные поверхности инструмента разупрочняются и изнашиваются. Пассивация активированных металлических поверхностей за счет взаимодействия с СОТС и кислородом воздуха уменьшает диффузионные процессы в контактирующих металлах

Механические свойства кристаллов – прочность и пластичность в значительной мере обусловлены существованием Д. и их движением.

ДИХЛОРМЕТАН – см. *Метилен хлористый.*

ДИХЛОРЭТАН (симметричный дихлорэтан, 1,2-дихлорэтан) $ClCH_2Cl$. Бесцветная жидкость с запахом, напоминающим запах хлороформа. Твёрдые углеводороды плохо растворяются в Д. при т-ре ниже 25°С. Нефтяные масла хорошо растворяются при т-ре выше 5°С. Фракции бензина, керосина и газойля смешиваются с Д. на холоде в любых соотношениях. Д. смешивается во всех отношениях с большинством органических веществ.

Спирты, ацетон, простые и сложные эфиры и др. легко растворяют Д. В Д. хорошо растворимы жиры, естественные смолы, каучук, алкалоиды и т.д., а также некоторые неорганические вещества – йод, сера и жёлтый фосфор. Д. не смешивается с водой, он образует с ней взаимные, весьма разбавленные растворы. Д. в смеси с бензолом и дихлорметаном применяют в качестве компонента смешанного растворителя процессов депарафинизации нефтяных продуктов и обезмасливания гачей и петролатумов.

Д. с трудом воспламеняется и горит коптящим пламенем, стоек к окислению, термически нестабилен и разлагается при 140°С с выделением свободного хлористого водорода. При высокой т-ре Д. распадается на хлористый водород и хлористый винил. При 150-200°С и давлении Д. гидролизуется с водой с образованием этиленгликоля.

Получают хлорированием этилена. Для этого газообразный хлор смешивают с этиленом в хлораторе, с применением в качестве реакционной среды непрерывно охлаждаемого Д., промывают щёлочью и поглощают Д. керосином. Далее из керосина отгоняют Д.

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕФТЯНОГО БИТУМА. Битумы обладают высокими электроизоляционными свойствами и не уступают по этим характеристикам хорошим изоляторам. К Д.с.н.б. относятся: пробивное напряжение, удельная электрическая проводимость, тангенс угла диэлектрических потерь.

Пробивное напряжение битума зависит от способа его производства и составляет в среднем 10-60 кВ/мм при 20°С. Пробивное напряжение более пластичного битума меньше, чем твердого. С возрастанием температуры пробивное напряжение уменьшается.

Удельная электрическая проводимость битума незначительна и при 50°С составляет менее 10^{-2} См/м. При 80°С она повышается до 0,3 См/м. Удельная электропроводность возрастает с повышением т-ры и понижением вязкости битумов. Увеличение электропроводимости при 20°С растворов битумов в бензоле сопровождается возрастанием коэффициента водостойкости битумоминеральных смесей и увеличением адгезии к минеральным материалам.

Тангенс угла диэлектрических потерь при 20°С для Н.б составляет 0,013-0,021; потери на гистерезис и потери мощности (в сумме) при 80°С в пределах 3-5; диэлектрическая проницаемость при 80°С составляет 2,9-3,2.

ДИЭФИРЫ – см. *Сложные эфиры дикарбоновых кислот.*

ДОБАВКИ МОДИФИЦИРУЮЩИЕ К ТВЕРДЫМ УГЛЕВОДОРОДАМ – вводятся в твёрдые парафины, нефтяные церезины и др. твёрдые углеводороды для улучшения и изменения их свойств. К добавкам относятся нефтяные и синтетические церезины; нефтяные, ископаемые, животные и растительные воски; полимеры (полиэтилен, полиэтиленовые воски, полиизобутилен, атактический полипропилен, каучуки, и сополимеры), кислород-, хлор- и др. производные *н*-алканов, а также присадки, ингибиторы, стабилизаторы агрегатного состояния и др. В качестве добавок применяют также *антиокислители, эмульгаторы,* биоциды, гербециды и др. *Модифицирующая добавка* должна быть термопластичным продуктом, хорошо растворяться и смешиваться в расплавленном или растворенном состоянии с твёрдыми углеводородами, заметно изменять их свойства.

ДОБАВКИ К ТОПЛИВУ – см. *Присадки к топливу.*

ДОКТОРСКАЯ ПРОБА – показатель коррозионной активности и *совместимости топлив с конструкционными материалами,* оценивающий наличие меркаптанов. Сущность методов (IP 30, DIN 51765) заключается в обработке топлива водным раствором плюмбита натрия с добавлением затем элементарной серы. Если цвет топлива не изменяется или приобретает слабо-оранжевый оттенок, пробу считают отрицательной, если слегка окрашиваются – слабо положительной, при резком изменении цвета – положительной.

ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК В ПОДШИПНИКАХ КАЧЕНИЯ. При одноразовой закладке пластичной смазки долговечность подшипников качения определяется не усталостью материала подшипника, а скоростью протекания в зонах трения и резерва реакций трибопревращений смазочного материала, следствием к-рых является его прогрессирующая деградация, приводящая к трению без смазочного материала. Считается, что пластичная смазка теряет свою работоспособность, если момент трения подшипника увеличился в 2 раза и более по сравнению с первоначальным значением. Стандартного метода, определяющего работоспособность смазок в любом узле вне зависимости от конструкции и условий эксплуатации, не имеется, поэтому срок службы их в конкретных изделиях определяют опытным путем. Связь между предельной долговечностью τ и *объемной температурой* T узла трения при постоянной нагрузке и частоте вращения описывается уравнением, аналогичным уравнению Аррениуса:

$1/\tau = Ae^{-E/(RT)}$,

где A – константа; E– энергия активации; T – объемная т-ра, К; τ – долговечность смазки (срок службы); R – универсальная газовая постоянная.

Энергия активации процесса трибохимических превращений в зоне трения качения, а также долговечность смазки определяются природой дисперсионной среды пластичной смазки. Однако загуститель также влияет на долговечность смазки. С точки зрения работоспособности в зоне трения качения в смазке должно содержаться минимальное количество загустителя, необходимое для придания коллоидной системе реологической характеристики, обеспечивающей контактно-гидродинамический режим смазки и создание в подшипнике максимального резерва смазочного материала.

При прочих равных условиях, чем больше среднее контактное напряжение и *скоростной фактор*, тем меньше долговечность смазки. Высокие локальные давления сопровождаются деформацией сдвига, что влечет за собой разрыв химических связей, образование свободных радикалов и интенсивное протекание химических реакций. Основными направлениями трибохимических реакций для различных смазок являются смоло- и коксообразование. Смолообразные продукты способны поддерживать работоспособность узла трения, а коксообразные, напротив, резко снижают ее. Максимальное значение предельной степени трибопревращений (43-59%) исследованных пластичных смазок и их дисперсионных сред при трении качения мало зависит от их состава. Общие закономерности влияния параметров трения на работоспособность смазочных материалов еще не выявлены, поскольку неизвестны как энергия активации процесса срабатывания при фиксированных параметрах трения, так и частные вклады последних.

Процесс трибопревращений смазок включает в себя целый ряд последовательных и параллельных химических и физических процессов (окисление, испарение, механокрекинг, крекинг, полимеризация, растекание, выброс из зоны трения и др.), каждый из к-рых характеризуется своей энергией активации и температурным диапазоном протекания. Поэтому применительно к процессу трибопревращений смазок можно говорить только о суммарной энергии активации (E). Поэтому энергия активации не зависит от температуры только в узком диапазоне температур. Кроме этого, энергия активации, вычисляемая по уравнению Аррениуса, является кажущейся, поскольку включает в себя также теплоту адсорбции и химического взаимодействия смазок с материалом тел и дорожек качения. Физический смысл величины A раскрывается при $T \to \infty$, откуда $A = \ln(1/\tau)$, т.е. A не зависит от T и является константой.

Проблема рекомендации или разработки смазочных материалов для подшипников качения весьма сложна, поскольку для современных механизмов характерен широкий диапазон изменения основных факторов, влияющих на долговечность смазочного материала. Среди таких факторов важнейшее значение имеют температура, нагрузка и частота вращения подшипника.

Влияние нагрузки. Давление на масляную пленку в зоне контакта может достигать десятков тысяч ньютонов на 1 см², что может значительно повлиять на направление и скорость реакций деградации смазочных материалов в зоне трения вследствие разогрева их микрообъемов:

- при сжатии на площадке контакта поверхностей трения;
- при пластичном и упруго-пластичном деформировании микровыступов металлических поверхностей (даже через масляную пленку).

Высокая скорость нарастания давления и кратковременность его действия позволяют рассматривать процесс сжатия смазки в зоне трения как адиабатический и рассчитывать дополнительный прирост т-ры в зоне контакта. Считают, что абсолютные т-ры масла в зоне контакта могут достигать высоких значений, особенно когда в масле присутствует воздух.

Важную роль при старении смазочных материалов в зоне трения играет также каталитическое действие металлических поверхностей, поскольку деформирование тел сопровождается усилением каталитического действия металлов.

Влияние частоты вращения подшипника. Увеличение частоты вращения подшипника приводит к снижению его срока службы со смазкой при одноразовой заправке. При высоких частотах вращения срок службы может снижаться до десятков и даже единиц часов, в то время как при низких (при той же объемной т-ре подшипника) он составляет сотни и даже тысячи часов.

Одной из причин, вызывающей понижение работоспособности смазочных материалов с увеличением частоты вращения подшипника качения, является повышение т-ры масла в зоне контакта. Существенное влияние может оказать и механическая деструкция масла в зоне трения. С увеличением частоты вращения подшипника растет и скорость деформации сдвига в смазочном материале и, следовательно, создаются условия для более интенсивной механической деструкции молекул смазочного материала. Процесс механической деструкции характерен для высокомолекулярных соединений и может в общем случае сопровождаться испарением легких продуктов распада и полимеризацией осколков молекул. Оба процесса влекут за собой повышение скорости расхода смазочного материала в зоне трения.

Максимальная т-ра масляной пленки при чистом качении складывается из объемной т-ры и прироста т-ры в результате адиабатического сжатия масла. Объемная т-ра воздействует на смазочный материал постоянно – в течение всего времени работы подшипника; воздействию более высокой суммарной т-ры смазочный материал подвергается периодически – только при попадании в зону контакта. Число таких температурных воздействий за единицу времени пропорционально количеству тел качения и частоте вращения.

При увеличении частоты вращения подшипника смазочный материал большую часть времени находится при повышенной т-ре, что неизбежно должно приводить к увеличению скорости его старения и сокращению его работоспособности в подшипнике. Однако увеличение частоты вращения подшипника приводит не только к ужесточению условий работы масла в зоне трения, но оказывает и противоположное действие. В частности, облегчаются условия возникновения контактно-гидродинамического режима смазки. Переход от граничного режима смазки к жидкостному всегда благоприятно сказывается на работоспособности смазочных материалов. Увеличивается толщина масляной пленки в зоне контакта и перераспределяется давление в различных точках контакта. Давление распределяется на большую площадь и более равномерно, что приводит к облегчению условий работы масляной пленки. Однако, несмотря на то, что увеличение частоты вращения подшипника способствует как ускорению, так и замедлению процессов старения масла, длительность работы смазочного материала, как правило, уменьшается.

ДОЛГОРАБОТАЮЩИЕ МОТОРНЫЕ МАСЛА – масла, обладающие особо высокой стойкостью к старению и сохраняемостью тех свойств, к-рые в первую очередь предопределяют *работоспособное состояние масла* (малая скорость срабатывания щелочности, стойкость к окислению, небольшой рост вязкости при загрязнении масла частицами сажи). Высокая стойкость к старению позволяет увеличить пробег транспортных средств или время работы двигателей между сменами масла в 1,5-2 раза и более. Составы Д.м.м. отличаются от составов рядовых масел высоким содержанием особо эффективных присадок, вовлекаемых в синергетических сочетаниях, и базовыми компонентами, которые обязательно имеют малую *испаряемость* и высокую *приемистость к присадкам*.

К Д.м.м. относятся отечественные масла М-6$_з$/10В, М-8Г$_{2у}$, М-10Г$_{2у}$, М-16ДР. В зарубежной литературе Д.м.м. называют Long Distance Oils, Longlife Oils, Extended Drain Oils. Их проверяют на длительную работоспособность специальными стендовыми или эксплуатационными испытаниями по спецификациям автомобилестроительных компаний. Напр. спецификации Volvo VDS, VDS-2, VDS-3 означают Volvo Drain Specification, т.е. руководство по смене Д.м.м.

ДОННАЯ ПРОБА – точечная проба нефтепродукта, отобранная со дна резервуара (емкости транспортного средства) переносным металлическим пробоотборником, к-рый опускается до дна резервуара (емкости). Донная проба в объединенную пробу не включается, а анализируется отдельно.

ДОРОЖНОЕ ОКТАНОВОЕ ЧИСЛО – см. *Дорожные и стендовые детонационные испытания автобензина*.

ДОРОЖНЫЕ И СТЕНДОВЫЕ ДЕТОНАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ АВТОБЕНЗИНА. Дорожные детонационные испытания автобензина предназначены для определения соответствия фактических антидетонационных свойств (**дорожное октановое число**) бензина детонационным требованиям двигателя во всем диапазоне скоростей движения автомобиля на неустановившихся режимах с учетом конструкции автомобиля. Испытания проводят на специальном автомобиле, предназначенном для дорожных детонационных испытаний, на прямом участке горизонтального шоссе с

асфальтовым (бетонным) покрытием при регламентированных метеорологических условиях. В ГОСТ 10373 предусмотрено два варианта проведения испытаний: длительные и ускоренные. При ускоренных испытаниях определяют:

• экономические характеристики автомобиля по углу опережения зажигания при использовании в качестве горючего изооктана;

• детонационную характеристику на режимах разгона автомобиля при работе на эталонном топливе (смесь изооктана и *н*-гептана);

• детонационную стойкость испытуемого образца бензина в режиме разгона автомобиля путем нахождения установочного угла опережения зажигания, при котором возникает незначительная детонация.

Строят график детонационной характеристики автомобиля и наносят на него точку, соответствующую найденному углу опережения зажигания. Эта точка – значение дорожного октанового числа испытуемого образца бензина.

Аналогичные методы исследования соответствия антидетонационных свойств бензина характеристикам полноразмерного двигателя разработаны и в других странах (напр. в США – CRCF 26–28).

Стендовые детонационные испытания автобензина предназначены для определения соответствия фактических антидетонационных свойств бензина детонационным требованиям двигателя при его работе на установившихся режимах во всем диапазоне частоты вращения коленчатого вала. Испытания проводят на двигателе, подвергающемся детонационным испытаниям и установленном на тормозном стенде. За **фактическое октановое число** (ОЧф) бензина принимается октановое число эталонного топлива, обладающего детонационной стойкостью в данных условиях испытаний, равнозначной детонационной стойкости испытуемого бензина (ГОСТ 10373). В режиме работы двигателя на ряде смесей эталонных топлив (изооктана и н-гептана) определяют зависимость угла опережения зажигания, соответствующего началу слышимой детонации, от частоты вращения коленчатого вала. По результатам испытаний строят график первичной детонационной характеристики двигателя. Аналогично снимают детонационную характеристику испытуемого образца бензина. На основании полученных данных строят промежуточную кривую детонационной характеристики в координатах "ОЧм бензина - угол опережения зажигания", а затем итоговую - в координатах "фактическое октановое число - частота вращения коленчатого вала двигателя".

ДОС – диоктилсебацинат.

ДРЕВЕСНЫЙ СПИРТ – см. *Спирт метиловый.*

ДУКТИЛЬНОСТЬ – см. *Растяжимость нефтяного битума.*

ЕДИНАЯ СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ И СТАРЕНИЯ (ЕСЗКС) – комплекс взаимоувязанных государственных стандартов, устанавливающих требования, правила, нормы и методы по обеспечению защиты изделий и материалов от коррозии, старения и биоповреждений на стадиях разработки, производства, эксплуатации и хранения (ГОСТ 9.103 ЕСЗКС). Целью ЕСЗКС является сохранение заданного уровня качества изделия и материалов средствами и методами защиты от коррозии, старения и биоповреждений с учетом требований безопасности страны и конкурентной способности изделий на мировом рынке. В состав ЕСЗКС входят:

• стандарты, устанавливающие основные положения системы, термины и определения, классификацию и обозначение средств и методов защиты, характеристику и оценку агрессивности условий эксплуатации и хранения изделий;

• технические требования, устанавливающие требования к выбору конструкционных материалов, средств и методов защиты, конструктивной приспособленности изделий для нанесения (возобновления) средств защиты, к параметрам технологических процессов применения средств защиты, к средствам защиты;

• стандарты на методы испытаний, устанавливающие режимы и порядок проведения лабораторных, ускоренных испытаний, испытаний на климатических станциях изделий, материалов и средств защиты, методы оценки коррозионного состояния изделий.

Требования стандартов ЕСЗКС должны учитываться при составлении технических заданий на разработку или модернизацию изделий, разработку новых материалов и средств защиты от коррозии, старения и биоповреждений.

ЕДИНСТВО ИЗМЕРЕНИЙ – состояние измерений, при к-ром их результаты выражены в узаконенных единицах величин и погрешности измерений не выходят за установленные границы с заданной вероятностью (РМГ 29).

Обеспечение единства измерений (ОЕИ) – деятельность, направленная на установление и применение научных, правовых, организационных и технических основ, правил, норм и средств, необходимых для достижения заданного уровня единства измерений (ГОСТ Р 8.000).

Система обеспечения единства измерений – совокупность субъектов, норм, средств и видов деятельности, достаточная для обеспечения заданного уровня единства измерений (ГОСТ Р 8.000).

Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ) – государственная система управления субъектами, нормами, средствами и видами деятельности по обеспечению заданного уровня единства измерений в Российской Федерации (ГОСТ Р 8.000). Целью ГСИ является создание общегосударственных правовых, нормативных, организационных, технических и экономических условий для решения задач по ОЕИ и представление возможности всем субъектам деятельности оценивать правильность выполняемых измерений и уровень их влияния на результаты деятельности, основанной на результатах измерений. Основными задачами ГСИ являются: разработка оптимальных принципов управления деятельностью ОЕИ; организация и проведение фундаментальных научных исследований для создания более совершенных и точных методов и средств воспроизведения единиц и передачи их размеров; установление системы единиц величин и шкал измерений, допускаемых к применению; установление основных понятий метрологии, унификация их терминов и определений; создание, утверждение, применение и совершенствование государственных эталонов, создание и совершенствование вторичных и рабочих эталонов, комплектных поверочных установок и лабораторий, осуществление государственного метрологического контроля (поверка средств измерений, испытания для утверждения типа средств измерений и др.), аттестация методик выполнения измерений и др.

Деятельность по ОЕИ осуществляется в соответствии с Конституцией РФ, Законом РФ «Об обеспечении единства измерений», постановлениями Правительства РФ, нормативными документами ГСИ, принимаемыми и утверждаемыми Федеральным Агентством по техническому регулированию и метрологии (Ростехрегулированием).

Единство измерений как один из аспектов безопасности, вошло в Закон «О техническом регулировании» (см. *Техническое регулирование*).

Закон РФ «Об обеспечении единства измерений» (Закон «ОЕИ») устанавливает правовые основы обеспечения единства измерений в РФ, регулирует отношения государственных органов управления в РФ с юридическими и физическими лицами по вопросам изготовления, выпуска, эксплуатации, ремонта, продажи и импорта средств измерений и направлен на защиту прав и законных интересов граждан, установленного правопорядка и экономики РФ от отрицательных последствий недостоверных результатов измерений (испытаний). Закон вступил в действие 27 апреля 1993 г № 4871-1. Ст.13 Закона «ОЕИ» содержит указания на сферы распространения государственного метрологического контроля и надзо-

ра, который осуществляется для проверки соблюдения метрологических правил и норм и распространяется, в частности, на испытания и контроль качества продукции для определения соответствия обязательным требованиям государственных стандартов РФ, обязательную сертификацию продукции и услуг, производство продукции, поставляемой по контрактам для государственных нужд в соответствии с законодательством РФ, государственные учётные операции, охрану окружающей среды, обеспечение безопасности труда. Закон «ОЕИ» предписывает государственный метрологический контроль и надзор. Государственный метрологический контроль включает: утверждение типа средств измерений, поверку средств измерений, в том числе эталонов, лицензирование деятельности юридических и физических лиц по изготовлению, ремонту, продаже и прокату средств измерений. Государственный метрологический надзор осуществляется за выпуском, состоянием и применением средств измерений, аттестованными методиками выполнения измерений, эталонами единиц величин, соблюдением метрологических правил и норм, за количеством товаров, отчуждаемых при совершении торговых операций, за количеством фасованных товаров в упаковках любого вида при их расфасовке и продаже; за исполнением обязательных требований технических регламентов и/или стандартов, которые действуют до разработки соответствующих технических регламентов.

ЖЕЛЕОБРАЗНОЕ РАКЕТНОЕ ТОПЛИВО – топливо желеобразной консистенции. Поиск состава топлива осуществляется путем введения различных добавок на полимерной основе в рецептуры компонентов существующих жидких ракетных топлив до получения желеобразной консистенции. В двигателях, работающих на Ж.р.т. сочетаются преимущества жидкостного ракетного двигателя (высокий удельный импульс, возможность точного регулирования тяги и многократного включения) с достоинствами твердотопливного ракетного двигателя (безопасность и удобство эксплуатации).

ЖЕСТКОСТЬ ВОДЫ – показатель содержания растворенных в воде солей кальция и магния. Различают постоянную, временную и общую жесткость.

Постоянная жесткость (некарбонатная) обусловливается содержанием сульфатов, хлоридов и др. (кроме бикарбонатов) солей. При кипячении воды они остаются в растворе.

Временная жесткость (карбонатная) обусловливается содержанием бикарбонатов. При кипячении воды бикарбонаты переходят в нерастворимые в воде карбонаты и вода умягчается.

Общая жесткость обусловливается общим содержанием солей кальция и магния.

Жесткость воды выражается в милиграмм-эквивалент на 1 л, иногда – в градусах жесткости.

По жесткости (мг-экв./л) воду обычно характеризуют следующим образом:

Очень мягкая	до 1,5
Мягкая	от 1,5 до 3,0
Средней жесткости	от 3 до 6
Жесткая	от 6 до 9
Очень жесткая	более 9 (иногда считается, что более 11)

Жесткость воды важна при приготовлении и эксплуатации водосмешиваемых СОТС (см. *Приготовление СОТС при применении*).

ЖИВОТНЫЙ СМАЗОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ (ГОСТ 27674) – смазочный материал, жидкая основа к-рого имеет животное происхождение. В настоящее время практически не выпускается.

ЖИДКИЕ СОТС принято называть смазочно-охлаждающими жидкостями (СОЖ). Их разделяют на *масляные СОТС*, *водосмешиваемые СОТС*, *быстроиспаряющиеся СОТС*, *расплавы металлов*, расплавы солей и др. веществ. Самыми распространенными СОТС при обработке металлов являются масляные и водосмешиваемые, что обусловлено их более активными по сравнению с газообразными, пластичными, твердыми и др. СОТС смазывающими, охлаждающими, моющими, пластифицирующими и др. действиями, а также экономичностью и доступностью.

Современные масляные и водосмешиваемые СОТС представляют собой многокомпонентные системы. Помимо нефтяного или синтетического масла или воды, используемых в качестве основы (базового компонента), они содержат комбинации присадок различного функционального назначения (**табл. Ж-1**, подклассы см. *Смазочно-охлаждающие технологические средства*).

При выборе базового компонента и присадок учитывают обрабатываемость металла, трудность операции, срок службы инструмента, требуемое качество обработки и производительность процесса. Напр. для обработки коррозионно-стойких сталей и сплавов требуются СОТС с активными противозадирными присадками, а для стали и чугуна – различные сочетания неактивных или умеренно активных противозадирных присадок. Для обработки алюминия и алюминиевых сплавов рекомендуются водосмешиваемые СОТС, в частности эмульсолы не содержащие присадок с активными компонентами, а требуемое качество обработки достигается за счет повышения рабочих концентраций СОТС до 8-20% масс.

Содержание активных присадок снижают в рецептурах СОТС для высокоскоростной обработки легкообрабатываемых металлов на операциях точения, сверления, фрезерования, а также для операций при медленных подачах и небольшой глубиной резания.

Многие годы при создании СОТС для обработки черных металлов использовали хлорированные парафины, к-рые потенциально опасны для окружающей среды. В настоящее время их заменяют активными или неактивными сульфидированными растительными маслами, жирными кислотами или их эфирами. Важными характеристиками сульфидированных присадок являются цвет, запах, активность, вязкость и полярность.

ЖИДКИЕ ТОПЛИВА – продукция нефтяного или синтетического происхождения, используемая для удовлетворения энергетической потребности путём превращения химической энергии углеводородов в тепловую энергию. Большинство жидких топлив получается путём переработки нефти и газового конденсата и является продуктами нефтяного происхождения.

ЖИДКИЙ СМАЗОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ (ГОСТ 27674) – ньютоновская жидкость природного или синтетического происхождения, предназначенная для снижения трения между сопряженными движущимися поверхностями.

ЖИДКОЕ РАКЕТНОЕ ТОПЛИВО (ЖРТ) – вещество или совокупность веществ в жидком состоянии, способных к химическим реакциям с выделением энергии и к образованию высокотемператур-

Ж-1. Присадки к масляным и водосмешиваемым СОТС

Присадки	Подклассы СОТС		Назначение	Химическая природа присадок и концентрация в составе СОТС
	масляных	водосмешиваемых		
Антиокислительная	Па, МП	-	Повышает стойкость СОТС к окислению при высоких т-рах	Ароматические амины, алкилфенолы, соли дитиофосфорных кислот (главным образом, диалкилдитиофосфат цинка) и др. Концентрация 0,2-2,0% масс.
Антикоррозионная (ингибитор коррозии и ржавчины)	Па, МП	Э1, Э2, Р1, Р2, Р3	Препятствует или ограничивает время коррозии заготовок и оборудования. Предохраняет металл от коррозии	Полярные ПАВ, нефтяные и синтетические сульфонаты, фосфаты, бораты, нириты, аминоспирты, триазолы, мыла, эфиры и др. Концентрация 0,2-2,0% масс.
Антипенная	Па, МП	Э1, Э2, Р1, Р2, Р3	Уменьшает или препятствует образованию стойкой пены при изготовлении и применении СОТС	Полисилоксаны, стеараты, метилакриловые полимеры и др. Концентрация 0,0001-0,01% масс.
Антифрикционная	Па, МП	Э1, Э2, Р1, Р2, Р3	Снижает (модифицирует) трение между контактирующими металлическими поверхностями	Жирные кислоты, эфиры жирных кислот, амины, амиды, мыла и др. Концентрация 0,1-5,0% масс.
Вязкостная или загущающая или повышающая индекс вязкости	Па, МП	-	Повышает вязкость или улучшает вязкостно-температурные свойства	Полимеры, полиалкилстиролы и др. Концентрация 0,5-5,0% масс.
Бактерицидная (антимикробная)	Па, МП	Э1, Э2, Р1, Р2, Р3	Подавляет или замедляет рост микроорганизмов	Производные формальдегида, фенола, карбаматы и др. Концентрация 0,001-0,3% масс. при добавлении в рабочую жидкость и 1-5% при добавлении в концентрат
Фунгицидная (противогрибковая)	Па, МП	Э2, Р1, Р2, Р3	Подавляет рост грибов	Производные формальдегида, фенола, карбаматы и др. Концентрация 0,001-0,3% масс. при добавлении в рабочую жидкость и 1-5% при добавлении в концентрат
Деактиватор металлов (пассиватор)	Па, МП	-	Защищает металл от потемнения и окисления	Диамины, триазолы и др. Концентрация 0,001-0,01% масс.
Детергент (моющая)	Ма, МП	Э1, Э2, Р1, Р2, Р3	Улучшает моющее действие	Сульфонаты, оксиэтиллированные ПАВ и др. Концентрация 1-5% масс.
Дисперсант	Па, МП	-	Предотвращает скопление шлама	Сульфонаты, оксиэтиллированные ПАВ и др. Концентрация 2-5% масс.
Противоизносная	МП	Э1, Э2, Р1, Р2, Р3	Уменьшает скорость или интенсивность изнашивания металлических поверхностей трения при умеренных т-рах и нагрузках	Фосфаты, сульфидированные растительные и животные жиры, жирные кислоты и их эфиры неактивного типа, органические соединения, содержащие неактивную серу, хлор. Концентрация 0,5-5% масс.
Противозадирная	МП	Э1, Э2, Р1, Р2, Р3	Препятствует, ограничивает или задерживает заедание металлических поверхностей трения	Растворы серы элементарной в маслах, осерненные растительные и животные жиры, жирные кислоты и их эфиры, содержащие активную серу, полисульфиды и др. Концентрация 3-5% масс.
Реодорант (вещество, подавляющее неприятный запах)	МП	Э1, Э2, Р1, Р2, Р3	Улучшает запах	Сосновое масло, сложноэфирные душистые вещества природного или синтетического происхождения. Концентрация 0,05-1,0% масс.
Антистатическая	МП	-	Увеличивает электропроводность, предотвращает накопление статического электричества	Смесь солей и эфиров органических кислот. Концентрация 0,0003-0,001% масс.

ных продуктов, используемых для непосредственного создания реактивной тяги. Работы в области ракетной техники и жидких ракетных топлив были начаты в России в начале XX века. В своих многочисленных трудах К.Э.Циолковский разработал принцип действия жидкостного ракетного двигателя, вывел формулу максимальной скорости полета ракеты в конце активного участка, обосновал применение ракет для освоения космического пространства. Последователи Циолковского – Ю.В.Кондратюк и Ф.А.Цандер значительное внимание уделяли разработке ракетных топлив. Ю.В.Кондратюк считал наиболее эффективными окислителями жидкие воздух, кислород и озон, а горючими – нефтепродукты, жидкий метан, ацетилен, водород и его соединения, а также вещества, содержащие алюминий, магний, кремний и бор. Ф.А.Цандер предлагал применять в качестве окислителя жидкий кислород, а в качестве горючих – жидкий водород, бензин и спирт.

В 1942 г. в Германии была создана жидкостная ракета ФАУ-2, работавшая на 75%-ном этиловом спирте и жидком кислороде. Высокая эффективность ракеты надолго определила предпочтительную разработку ракет с жидкостными ракетными двигателями, к-рая начала активно вестись после второй мировой войны. Именно жидкостные ракетные двигатели устанавливались на отечественных ракетах-носителях, выводивших на орбиты искусственные спутники Земли, Луны, автоматические станции на Луну, Венеру, Марс и пилотируемые корабли.

К ЖРТ предъявляются особые требования: возможно более широкий т-рный интервал жидкого состояния, охлаждающая способность, по крайней мере, одного из компонентов (термическая стабильность, высокие т-ра кипения и теплоемкость), возможность получения из основных компонентов (окислителя и горючего) генераторного газа высокой работоспособности, минимальная вязкость компонентов и малая зависимость ее от т-ры.

Компонент жидкого ракетного топлива – однородная жидкость, для к-рой необходим отдельный бак для хранения и система подачи (насосы или вытеснение сжатым газом) в камеру сгорания РД.

По своему назначению ЖРТ подразделяют на:

• основные – для создания всей или основной доли тяги двигательной установки;

• пусковые – используются в начальный период при запуске двигателя;

• вспомогательные – для агрегатов, не создающих непосредственно основной доли тяги двигателя.

По числу раздельно хранимых компонентов химические ЖРТ делятся на:

• *однокомпонентные жидкие ракетные топлива* (унитарные, наиболее распространенные);

• *двухкомпонентные жидкие ракетные топлива* (горючее и окислитель);

• *трехкомпонентные жидкие ракетные топлива* (горючее, окислитель и компонент с малой молекулярной массой);

• многокомпонентные.

Для улучшения характеристик в состав топлив вводят различные присадки – металлы Be, Al, B и их гидриды для повышения удельного импульса, компоненты для получения генераторного газа (если основные компоненты для этого непригодны), ингибиторы коррозии, стабилизаторы, активаторы воспламенения.

Классификация современных ЖРТ по компонентному составу позволяет более полно осветить их энергетические, физико-химические и эксплуатационные свойства в зависимости от их химической природы (**рис. Ж-1**).

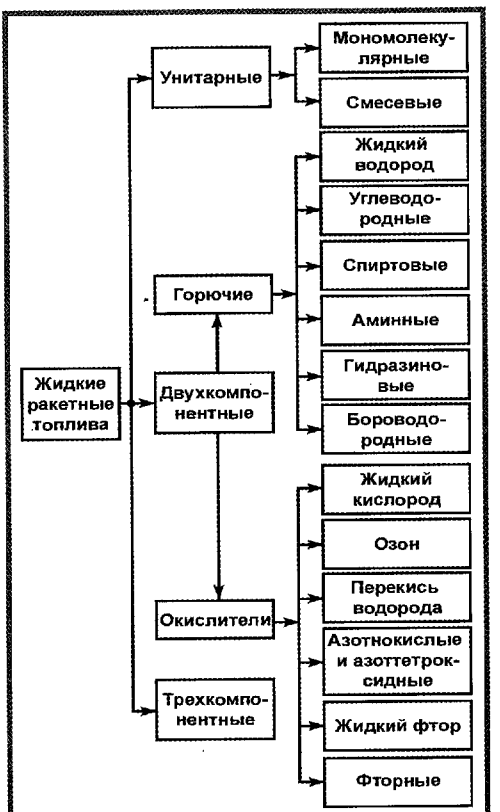


Рис. Ж-1. Классификация жидких и криогенных ракетных топлив

По реакционной способности окислителя и горючего при их непосредственном контакте ЖРТ подразделяют на несамовоспламеняющиеся и *самовоспламеняющиеся жидкие ракетные топлива* (окислитель и горючее при контакте в жидком состоянии вступают в химическую реакцию и вызывают воспламенение смеси). По интервалу температур сохранения жидкого состояния топлива подразделяют на высококипящие и низкокипящие. Среди последних выделяют группу *криогенных топлив*, имеющих т-ру кипения ниже 120 К. По физической и химической стойкости ЖРТ различают длительного (стабильные) и кратковременного хранения.

ЖИДКОСТИ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ (АКП)– см. *Масла для автоматических трансмиссий*.

ЖИДКОСТИ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ РЕЗИН (ТУ 38.10195–86). Применяют в качестве стандартных углеводородных сред при определении свойств резин и резино-технических изделий. Изготовляют три марки жидкостей:

• СЖР-1 – хорошо очищенный нефтяной продукт остаточного происхождения из сернистых нефтей;

• СЖР-2 и СЖР-3 – дистиллятные продукты из малопарафинистых нефтей, подвергнутые глубокой очистке.

Все жидкости имеют стабильное качество, относительно постоянный групповой состав.

Определение качества резин в стандартных средах основано на разной степени набухаемости резин при их испытании в жидкостях СЖР. Наименьшее набухание резин происходит в жидкости СЖР-1. Жидкость СЖР-3 характеризуется наибольшей агрессивностью к резинам, а СЖР-2 занимает среднее положение. Показатели качества жидкостей СЖР приведены в **табл. Ж-2.**

Ж-2. Показатели качества жидкостей СЖР-1, СЖР-2, СЖР-3 и методы их определения

Показатели	Характеризуемое свойство	Метод определения
Показатели назначения		
Вязкость кинематическая	Реологические свойства	ГОСТ 33, ASTM D 445
Анилиновая точка	То же	ГОСТ 12329
Показатели надежности		
Гарантийный срок хранения	Стабильность показателей	Устанавливается изготовителем при соблюдении потребителем условий хранения по ГОСТ 1510

Окончание табл. Ж-2

1	2	3
Эргономические показатели		
ПДК паров вредных веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений	Воздействие на организм	Определяется на приборе УГ-2
Токсичность	То же	ГОСТ 12.1.007 (ССБТ «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности»)
Показатели безопасности		
Т-ра вспышки в открытом тигле	Пожаровзрывоопасность	ГОСТ 4333
Класс опасности	– « –	ГОСТ 12.1.005 (ССБТ «Санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»)

ЖИДКОСТИ ЗАЩИТНЫЕ – см. *Защитные жидкости*.

ЖИДКОСТНАЯ СМАЗКА – смазка, при к-рой полное разделение поверхностей трения деталей осуществляется жидким смазочным материалом (ГОСТ 27674).

ЖИДКОСТЬ ФОРМОВОЧНАЯ – жидкий формовочный состав, предназначенный для смазывания различных форм в процессах изготовления бетонных конструкций, железобетонных шпал, гипсовых изделий, изделий из стекла, металлов и других материалов, где требуется качественное отделение изделия из форм. Основное назначение Ж.ф. – предотвращение прилипания изделия к форме, которое достигается различной *адгезией* Ж.ф.: низкой – по отношению к поверхности изделия и высокой – по отношению к поверхности формы. В первом случае изделие не загрязняется, во втором – количество нанесений Ж.ф. на форму сокращается.

Состав. Ж.ф. представляют собой высокоочищенные нефтяные масла с композицией присадок, улучшающих адгезионные, антифрикционные, противозадирные и низкотемпературные свойства. Для лучшего отделения изделия от формы в составе Ж.ф. могут использоваться твёрдые наполнители.

В зависимости **от назначения** Ж.ф. различают:

• *жидкость формовочная для смазывания опалубок* при изготовлении железобетонных конструкций;

• *жидкость формовочная для смазывания стеклоформ* при изготовлении стеклотары;

• *жидкость формовочная для смазывания стальных форм* при изготовлении гипсовых и бетонных изделий;

• *жидкость формовочная для смазывания песчано-глинистых форм* при изготовлении отливок из металла;

• *жидкость формовочная для калибровки* изделий порошковой металлургии и др.

Обозначение (маркировка) Ж.ф. проводится в соответствии с классификацией индустриальных масел по ГОСТ 17479.4. Допускается произвольная форма обозначения.

Методы испытаний (табл. Ж-3). Для сравнительной оценки Ж.ф. используются исследовательские методы по определению *краевого угла смачивания* θ и *поверхностного натяжения* $\sigma_{ж.ф}$ с определением работы *адгезии*; *дисперсионной стабильности* (для исследования Ж.ф., содержащих дисперсии твёрдых добавок); *прочности лаковой пленки* (для оценки Ж.ф., применяемых при высокотемпературном формовании).

Ж-3. Методы испытаний, характеризующие эксплуатационные свойства формовочных жидкостей

Показатель	Характеризуемое свойство	ГОСТ (Россия)	ASTM D (США)	IP (Великобритания)	DIN (Германия)
Кинематическая вязкость	Смачиваемость формы и лёгкость нанесения смазки	33	445	71	51562
Цвет	Способность Ж.ф. не оставлять пятна на изделии	20284	1500	196	51578
Кислотное число	Прочность смазочной пленки на поверхности формы (косвенно)	5985, 11362	974	139, 117	51558
Число омыления	Усилие выемки изделия из формы (косвенно)	17362	94	136	51559
Температура застывания	Способности Ж.ф. в зимнее время предотвращать смерзание изделия с формой	20287	97	15	51597
Стабильность к окислению	Стабильность Ж.ф. при хранении и эксплуатации	981	943	157	51587
Антифрикционные св-ва (коэффициент трения)	Усилие выемки изделия из формы	9490	5707	-	-
Противозадирные свойства	Нагрузочная прочность смазочной пленки	9490	2783	-	-
Испаряемость	Стойкость пленки Ж.ф. при высоких т-рах	20354	972	183	-

ЖИДКОСТЬ ФОРМОВОЧНАЯ ДЛЯ КАЛИБРОВКИ предназначена для смазывания форм при получении заготовок со сложной образующей поверхностью из порошковых материалов (усилие калибровки 770–1490 кН). Для облегчения выемки изделия Ж.ф.к. должна создавать прочную разделительную плёнку, выдерживающую высокие нагрузки и не вызывать коррозию на деталях формы. Ж.ф.к. с твердыми наполнителями при хранении не должна расслаиваться.

Концентрат для жидкостей формовочных КДП-2К (ТУ 0258-020-00151911–2000) – высокодисперсный концентрат присадок и твёрдых наполнителей в нефтяном масле. Предназначен для приготовления формовочных жидкостей в условиях их применения на заводе порошковой металлургии при калибровании заготовок со сложной образующей поверхностью, получаемых методом спекания, и для их консервации.

ЖИДКОСТЬ ФОРМОВОЧНАЯ ДЛЯ СМАЗЫВАНИЯ ОПАЛУБОК – жидкость, предназначенная для облегчения отделения бетонных и железобетонных стеновых и потолочных поверхностей от *опалубок*. Наносится специальным распыляющим устройством или с помощью кисти вручную. Ж.ф.с.о. должна легко наноситься на опалубку, не стекать с её поверхности, не оставлять пятна на бетоне. Нанесенная пленка жидкости должна выдерживать высокие нагрузки (до 120 кПа), хорошо смачивать опалубку в летнее время и не вызывать её примерзание к бетону в зимнее.

Жидкость формовочная ТМС-8Б (ТУ 38.4011152–2002) предназначена для смазывания опалубок при производстве бетонных строительных конструкций при строительстве жилых и производственных зданий, а также при изготовлении железобетонных железнодорожных шпал на заводах ЖБК.

ЖИДКОСТЬ ФОРМОВОЧНАЯ ДЛЯ СМАЗЫВАНИЯ ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТЫХ ФОРМ – используется при изготовлении отливок.

Формовочная жидкость смазочная СЖФ-9 (ТУ 38.1011253 с изм.1,2) предназначена для применения в качестве антифрикционного разделительного покрытия в литейных производствах автомобильной промышленности при изготовлении сырых разовых песчано-глинистых форм в условиях автоматизированного и поточно-механизированного производства отливок. Состав наносится на металлическую модель для снижения трения формовочной смеси о модель при изготовлении формы прессованием или др. методами.

СЖФ-9 состоит из основы рабочей жидкости РЖ-8, являющейся деароматизированной фракцией гидрокаталитической переработки керосино-газойлевого дистиллята смеси западносибирских нефтей, антифрикционного компонента, вырабатываемого из непищевого сырья, противоизносной, антиокислительной, антикоррозионной присадок.

Применение СЖФ-9 при производстве отливок для литейного оборудования позволяет: обеспечить низкий коэффициент внешнего трения пары металлическая модель–формовочная смесь; повысить почти в 2 раза срок службы модельной оснастки; увеличить в 1,5-2 раза стойкость смазочной пленки при одноразовом нанесении; снизить коррозию модельной оснастки (**табл. Ж-4**). СЖФ-9 обладает хорошими органолептическими свойствами.

Ж-4. Характеристика смазочной формовочной жидкости СЖФ-9 и методы оценки

Показатели	Значение	Метод оценки
Внешний вид	Жидкость от жёлтого до коричневого цвета	Визуально
Плотность при 20°С, кг/м³, не более	860	ГОСТ 3900
Кинематическая вязкость при 20°С, мм²/с	7,5-11	ГОСТ 33
Температура вспышки в закрытом тигле, °С, не ниже	120	ГОСТ 6356
Температура застывания, °С, не ниже	-3	ГОСТ 20287
Кислотное число, мг КОН/г жидкости	8,0-14,0	ГОСТ 5985
Коррозионное воздействие на металлы	Выдерживает	ГОСТ 2917
Зольность, %, не более	0,5	ГОСТ 1461
Массовая доля цинка, %, не менее	0,1	ГОСТ 13538

ЖИДКОСТЬ ФОРМОВОЧНАЯ ДЛЯ СМАЗЫВАНИЯ СТЕКЛОФОРМ предназначена для облегчения выемки стеклоизделий при их изготовлении в высокоскоростных стеклоформующих машинах и для смазывания конвейерного оборудования.

Основным элементом стеклоформующего оборудования является матрица, на которую автоматизированным капельным способом наносится расплавленная стекломасса. В этих условиях основное назначение Ж.ф.с.с. – предотвращать налипание стеклоизделия на матрицу, для чего в состав Ж.ф.с.с. вводятся твёрдые наполнители и специальные лакообразующие компоненты. Для сокращения трудоёмких операций, связанных со смазыванием, Ж.ф.с.с. должна легко наноситься на матрицу и сохраняться на форме длительное время, это также обеспечивает экономичный её расход. Для получения стеклоизделий требуемого качества Ж.ф.с.с. должна образовывать при высоких температурах прочную разделительную лаковую плёнку, не вызывать пригара на форме, не загрязнять поверхность изделий. Ж.ф.с.с. с твердыми наполнителями при хранении не должна расслаиваться.

Жидкость формовочная ИМСп-32 (ТУ 38.1011006–84) предназначена для смазывания форм при формовании стеклодеталей цветных кинескопов.

Жидкость формовочная ИМСп-46 (ТУ 38.1011007–84) предназначена для смазывания горловых колец стеклоформующих машин.

Жидкость формовочная ИМСп-220 (ТУ 38.101892–81) предназначена для смазывания форм стеклоформующих машин при выработке стеклотары механизированным способом, а также для смазывания деталей формокомплектов конвейерного оборудования.

ЖИДКОСТЬ ЭТИЛОВАЯ – см. *Этиловая жидкость*.

ЖИРОВОЙ СОЛИДОЛ – солидол, в к-ром в качестве омыляемого компонента использованы животные или растительные жиры или природные жирные кислоты.

З

ЗАВИСАНИЕ ВПУСКНОГО КЛАПАНА – см. *Склонность бензина к образованию отложений.*

ЗАГРЯЗНЕНИЕ МАСЛА ИЗВНЕ. К внешним источникам загрязнения масла относятся: частицы пыли, не задерживаемые воздушным фильтром; частицы сажи от неполного сгорания топлива, попадающие в *картер* из масляной пленки на стенках цилиндров; конденсат продуктов сгорания топлива, поступающих в картер вследствие *прорыва газов* через поршневые кольца, частицы металлов и сплавов – продукты износа деталей. Последние каталитически ускоряют *окисление масла* и *срабатываемость антиокислительных присадок.* Это неизбежные загрязнители, к-рые имеют место в исправном двигателе. При неисправностях могут появляться другие З.м.и. – *охлаждающая жидкость*, *топливо.*

ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕФТИ. При добыче нефти неизбежный её спутник – пластовая вода (от «следов» до 80-90%), к-рая, диспергируясь в нефти, образует с ней эмульсии типа «вода в нефти» (дисперсионная фаза – нефть, дисперсная – вода). Их формированию и стабилизации способствуют присутствующие в нефти природные эмульгаторы (асфальтены, нафтены, смолы) и диспергированные механические примеси (частицы глины, песка, известняка, металлов). Пластовая вода, как правило, в значительной степени минерализована хлоридами Na, Mg и Ca (до 2500 мг/дм³ солей даже при наличии в нефти всего 1% воды), а также сульфатами и гидрокарбонатами и содержит механические примеси. Пластовые воды различных месторождений нефти отличаются как по концентрации, так и по составу растворённых в них неорганических солей.

Механические примеси нефти представляют собой взвешенные в ней высокодисперсные частицы пека, глины и других твердых пород, а также продукты коррозии оборудования (в основном, сульфиды железа). Содержание механических примесей в нефтях обычно изменяется от тысячных до сотых (в редких случаях – до десятых) долей процента.

Мышьяковистые соединения, металлорганические соединения ванадия и никеля – обычно конденсируются на поверхности глобул эмульгированной в нефти пластовой воды. В процессе подготовки нефти частично удаляются вместе с промывной водой.

Наличие в нефти указанных веществ и механических примесей негативно влияет на работу оборудования НПЗ: а) при большом содержании воды повышается давление в аппаратуре установок первичной перегонки нефти, снижается их производительность, увеличивается расход энергии; б) отложение солей в трубах печей и теплообменников требует их частой очистки, уменьшает коэффициент теплопередачи, вызывает сильную коррозию (хлориды Ca и Mg гидролизуются с образованием HCl); кроме того, соли и механические примеси, накапливаясь в остаточных нефтепродуктах – мазуте и гудроне, ухудшают их качество.

ЗАГУСТИТЕЛЬ – см. *Дисперсная фаза смазок.*

ЗАГУЩАЮЩИЕ ПРИСАДКИ К МАСЛАМ – см. *Вязкостные присадки к маслам.*

ЗАГУЩЕННОЕ МАСЛО – масло, имеющее в своем составе макрополимерные загущающие присадки, повышающие *индекс вязкости.* Преимущество загущенного масла – широкий диапазон т-ры окружающей среды, в к-ром оно работоспособно, возможность всесезонного применения. Недостаток – подверженность деструкции загущающих присадок, сопровождающейся некоторой необратимой потерей вязкости.

ЗАДИР – повреждение поверхности трения в виде широких и глубоких борозд в направлении скольжения (ГОСТ 27674). З. возникает при повышенной нагрузке, перегреве или недостаточном снабжении поверхности трения смазочным материалом.

ЗАКОКСОВЫВАНИЕ ПОРШНЕВЫХ КОЛЕЦ – явление, приводящее к полной потере подвижности *поршневых колец* в канавках поршня из-за образования прочных углеродистых отложений между торцами колец и канавок, полностью заполняющих торцевой зазор. З.п.к. бывает полным (по всей окружности) или частичным (на дуге менее 360°). Причиной З.п.к чаще всего бывает применение масла с недостаточным для данных условий уровнем моющих свойств или работа на масле, срок службы к-рого превышен. З.п.к. может стать следствием перегрева двигателя в течение длительного времени. Признаки З.п.к. – резкое снижение компрессии и рост *прорыва газов в картер*, падение мощности двигателя. Часто З.п.к. приводит к перегреву поршней, их *задиру*, поломке колец.

ЗАКОН РФ «О ТЕХНИЧЕСКОМ РЕГУЛИРОВАНИИ» – см. *Техническое регулирование.*

ЗАКОН РФ «ОБ ОБЕСПЕЧЕНИИ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ» – см. *Единство измерений.*

ЗАЛИВОЧНЫЕ И ПРОШПАРОЧНЫЕ КОМПОЗИЦИИ – см. *Прошпарочные и заливочные массы* – применяют для герметизации разъёмных соединений, заливки кабельных муфт и прошпарки кабельной продукции.

ЗАЛИВОЧНЫЙ ВАКУУМНЫЙ СОСТАВ (ТУ 38.401168–90) – композиция нефтяного церезина с сосновой канифолью. Предназначен для скрепления и герметизации редко разбираемых соединений вакуумных установок.

ЗАМЕДЛЕННОЕ КОКСОВАНИЕ. Название «замедленное коксование» связано с условиями работы реакторов (камер) коксования. Сырье нагревают в печи до 490-510°С, а затем подают в необогреваемые, изолированные снаружи коксовые камеры, где коксование происходит в течение большого промежутка времени за счет теплоты, аккумулированной сырьем.

Сырье процесса – остатки перегонки нефти (мазуты, гудроны), производства масел (асфальты, экстракты), термокаталитических процессов (крекинг-остатки), а также тяжелая смола пиролиза, тяжелый газойль каталитического крекинга и др. За рубежом, кроме сырья нефтяного происхождения, используют каменноугольные пеки, сланцевую смолу и др.

Основные показатели качества сырья – плотность, коксуемость по Конрадсону, содержание серы, металлов и групповой химический состав. Коксуемость определяет выход кокса, к-рый линейно изменяется в зависимости от этого показателя. При З.к. остаточного сырья выход кокса составляет 1,5-1,6 от коксуемости.

Сырье представляет собой тяжелый остаток, богатый асфальтенами, смолами, т.е. коксогенными компонентами, и при высокой т-ре может закоксовываться в змеевиках печи. Во избежание этого процесс коксования должен быть «задержан» до тех пор, пока нагретое до требуемой т-ры сырье не поступит в коксовые камеры. Это достигается небольшой длительностью нагрева сырья в печи за счет высокой удельной теплонапряженности радиантных труб, высокой скоростью движения сырья в трубах печи, специальной конструкцией труб, подачей турбулизатора и т.д. Возможность закоксовывания реакционной аппаратуры зависит от качества сырья и его агрегативной устойчивости. Тяжелое сырье, богатое асфальтенами и с низким содержанием полициклических ароматических углеводородов, характеризуется низкой агрегативной устойчивостью. Оно быстро расслаивается в змеевиках печи, что является причиной коксоотложения и прогара труб. Для повышения агрегативной устойчивости к сырью добавляют ароматизированные концентраты – экстракты масляного производства, тяжелые газойли каталитического крекинга, тяжелую смолу пиролиза и др.

Продукты процесса:

• коксы:

– *малосернистый (электродный) нефтяной кокс*, используемый в квалифицированных целях при производстве анодной продукции: анодной массы и обожженных анодов для алюминиевой промышленности и рядовых электродов для электросталеплавильной промышленности и др. электротермических производств;

– *сернистый нефтяной кокс*, используемый в смеси с малосернистым нефтяным коксом при производстве анодной продукции, в химической, металлургической промышленности и в качестве топлива в энергетике и производстве цемента;

– *высокосернистый нефтяной кокс*, используемый как топливо в энергетике и при производстве цемента;

– *игольчатый нефтяной кокс* анизотропной структуры для производства специальных электродов для мощных сталеплавильных печей;

– *топливный нефтяной кокс*, используемый в энергетике, цементной промышленности и др. отраслях;

• газы, используемые в качестве технологического топлива или направляемые на газофракционирование для извлечения пропан-бутановой фракции – ценного сырья для нефтехимического синтеза;

• бензиновые фракции (5-16% масс.), характеризуемые невысокими октановыми числами (ОЧ≈60), низкой химической стабильностью (>100 г J_2/100 г), повышенным содержанием серы (до 0,5% масс.) и требующие гидрогенизационного и каталитического облагораживания;

• коксовые дистилляты, используемые как компоненты дизельного, газотурбинного и судового топлив или в качестве сырья каталитического крекинга или гидрокрекинга, для производства малозольного электродного кокса, термогазойля и т.д.

Схема процесса. З.к. осуществляют на установках замедленного коксования (УЗК). Современные УЗК преимущественно двухблочные четырехкамерные, работающие попарно. На них используются печи объемно-настильного и вертикально-факельного пламени и коксовые камеры диаметром 5,5-7,0 м, высотой 27-30 м. Предусмотрены высокая степень механизации трудоемких работ и автоматизация процесса.

З.к. – процесс полунепрерывный (непрерывный по подаче сырья на коксование, по выходу газообразных и дистиллятных продуктов и периодический по выгрузке кокса из камер). По технологическому оформлению УЗК всех типов, включая используемые зарубежными фирмами, различаются между собой незначительно. Сырье, предварительно нагретое в трубчатых печах до 350-380°С, непрерывно контактирует в нижней части атмосферной ректификационной колонны – с парами, поступающими из камер коксования. При этом часть паров конденсируется, образуя с исходным сырьем так называемое вторичное сырье, к-рое нагревается до 490-510°С и поступает в камеры коксования. В камеры реакционная

масса нагретого сырья подается непрерывно в течение 24-36 ч и, благодаря аккумулированной им теплоте, коксуется. После заполнения камеры коксом на 70-80% его удаляют струями воды под высоким давлением до 30 МПа. Выгруженный из камер кокс поступает в дробилки, где измельчается на куски размером не более 250 мм, после чего подается либо на склад для отгрузки потребителям в «суммарном» виде, либо на грохот, где разделяется на фракции: крупные 8-250 мм и мелочь 0-8 мм, к-рые также направляются на склад и далее отгружаются потребителям. Камеру, из к-рой выгружен кокс, подогревают острым водяным паром и парами из работающих коксовых камер и снова заполняют коксуемой массой. Летучие продукты, представляющие собой газо-парожидкостную смесь, непрерывно выводятся из действующих камер и последовательно разделяются в ректификационной колонне, водоотделителе, газовом блоке и отпарной колонне на газы, бензиновые и керосино-газойлевые фракции.

Принципиальная технологическая схема нагревательно-реакционно-фракционирующей секции двухблочной УЗК представлена на **рис. 3-1.** Сырье нагревается в теплообменниках и конвекционных змеевиках печи и поступает на верхнюю каскадную тарелку колонны *К-1*. Часть его подается на нижнюю каскадную тарелку для регулирования коэффициента рисайкла. Под нижнюю каскадную тарелку этой колонны подаются горячие газы и пары продуктов коксования из коксовых камер.

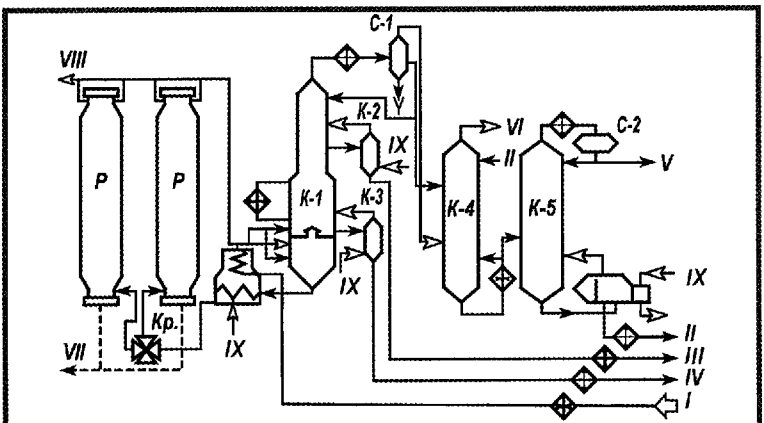


Рис. 3-1. Принципиальная технологическая схема двухблочной УЗК:

К-1 – ректификационная колонна; *К-2, К-3* – отпарные колонны; *К-4* – фракционирующий абсорбер; *К-5* – колонна стабилизации бензина; *Р* – реакторы; *С-1* – сепаратор; *С-2* – емкость орошения; *Кр* - четырехходовой кран.

Потоки: *I* – сырье; *II* – стабильный бензин; *III* – легкий газойль; *IV* – тяжелый газойль; *V* – головка стабилизации; *VI* – сухой газ; *VII* – кокс; *VIII* – пары отпарки камер; *IX* – водяной пар

В результате контакта сырья с восходящим потоком газов и паров продуктов коксования сырье нагревается до 390-405°С. При этом его низкокипящие фракции испаряются, а тяжелые фракции паров конденсируются и смешиваются с сырьем, образуя так называемое вторичное сырье. Вторичное сырье с низа колонны *К-1* забирается печным насосом и направляется в нагревательные реакционные змеевики печей, расположенные в радиантной их части и работающие параллельно. В печах вторичное сырье нагревается до 490-510°С и поступает через четырехходовые краны двумя параллельными потоками в две работающие камеры; две другие камеры в это время находятся в цикле подготовки. Горячее сырье входит в низ камер и постепенно заполняет их. Так как объем камер большой, время пребывания сырья в них также значительно, что обеспечивает глубокий крекинг сырья. Пары продуктов коксования непрерывно выводят из камер в колонну *К-1*, а утяжеленный остаток задерживается в камере и постепенно превращается в кокс. Фракционирующая часть УЗК включает основную ректификационную колонну *К-1*, отпарные колонны *К-2* и *К-3*, фракционирущий абсорбер *К-4* для деэтанизации газов коксования и колонну стабилизации бензина *К-5*. Колонна *К-1* разделена полуглухой тарелкой на две части: нижнюю, к-рая является как бы конденсатором смешения, и верхнюю, выполняющую функцию концентрационной секции ректификационных колонн. В верхней части *К-1* продукты коксования разделяются на газ, бензин, легкий и тяжелый газойли. Температурный режим в *К-1* регулируется верхним острым и промежуточным циркуляционными орошениями. Легкий и тяжелый газойли выводятся через отпарные колонны *К-2* и *К-3*.

Газы и нестабильный бензин из сепаратора *С-1* поступают во фракционирующий абсорбер *К-4*. В верхнюю часть *К-4* подается охлажденный стабильный бензин, в нижнюю – подводится тепло посредством кипятильника с паровым пространством. С верха *К-4* выводится сухой газ, снизу – насыщен-

ный нестабильный бензин, к-рый подвергается стабилизации в колонне *К-5*, где от него отгоняется головка, состоящая из пропан-бутановой фракции. Стабильный бензин охлаждается, очищается от сернистых соединений щелочной промывкой и выводится с установки.

Коксовые камеры работают циклически. Последовательно чередуются циклы: коксование, охлаждение кокса, выгрузка его и разогрев камер. Когда камера заполняется на 70-80% по высоте, поток сырья с помощью переключающих кранов переводят в другую камеру. Заполненную коксом камеру продувают водяным паром для удаления жидких продуктов и паров. Удаляемые продукты вначале подают в колонну *К-1* и, после снижения т-ры кокса до 400-405°С, направляют в скруббер. Кокс охлаждают водяным паром до 200°С и после этого в камеру подают воду.

После охлаждения кокс из камер выгружают струями воды давлением 30 МПа. Над каждой камерой установлены буровые вышки высотой 40 м, предназначенные для подвешивания бурового оборудования. Центральное отверстие в слое кокса пробуривается с помощью гидродолота. Затем гидродолото заменяют гидрорезаком, оснащенным соплами, из к-рых подаются струи воды, направляемые к стенкам камеры. Гидрорезак перемещается в камере и полностью удаляет кокс. Далее кокс поступает в отделение внутриустановочной обработки, где осуществляется его дробление, рассев на фракции, транспортировка в склады и отгрузка потребителям.

Параметры режима:

Т-ра входа сырья в камеры, °С	490–510
Т-ра выхода паров из камеры, °С	440–460
Давление в коксовой камере, МПа	0,18–0,40
Коэффициент рециркуляции	1,2–1,6

Качество кокса. ***Содержание серы*** в коксе почти линейно зависит от содержания ее в сырье. Малосернистые коксы получают из остатков малосернистых нефтей или на основе продуктов, подвергнутых гидрооблагораживанию. Как правило, содержание серы в коксе всегда больше ее содержания в сырье.

Зольность кокса в основном зависит от зольности нефти и глубины ее обессоливания перед переработкой. Основная часть золы в сырье при коксовании переходит в кокс.

Содержание микроэлементов, определяющих эксплуатационные свойства нефтяного кокса (ванадия, железа, кремния, натрия, кальция) определяется содержанием их в сырье. И только содержание кремния и железа в определенной степени может увеличиваться вследствие коррозии оборудования или механических «заносов» кокса песком при открытом хранении.

Неоднородность качества кокса замедленного коксования. В отличие от непрерывных нефтехимических процессов, в камерах УЗК химические превращения осуществляются в нестационарном режиме с периодическими колебаниями параметров процесса, прежде всего т-ры и времени. Продолжительность термолиза в жидкой фазе изменяется от максимального значения с начала заполнения камеры до минимального к моменту переключения ее на подготовительный цикл. На характер изменения температурного режима по высоте и сечению камеры оказывает влияние эндотермичность суммарного процесса термолиза и величина потерь тепла в окружающую среду. Это обстоятельство обусловливает непостоянство качества продуктов коксования по времени и кокса по высоте камеры. Верхний недококсованный слой кокса характеризуется высокой пористостью, низкой механической прочностью и высоким содержанием летучих веществ. Наиболее прочный высококачественный кокс с низким содержанием летучих веществ находится в середине по высоте камеры. На некоторых УЗК для создания условий, гарантирующих получение электродного кокса стабильного качества, предусмотрен подвод дополнительной теплоты в коксовые камеры в виде теплоносителя – паров тяжелого газойля коксования. Для этой цели часть тяжелого газойля, отбираемого из *К-1*, после нагрева в специальных змеевиках печи до т-ры 520°С подают в камеры вместе со вторичным сырьем. Подача перегретого тяжелого газойля в камеры продолжается в течение 6 ч и после прекращения подачи сырья.

ЗАПАХ ПАРАФИНА. Наличие запаха у товарного глубоко обезмасленного высокоочищенного твёрдого парафина обусловлено нарушением технологии и примесями некоторых летучих пахучих веществ.

Определяют З.п. в соответствии с п. 3.3 ГОСТ 23683. Для этого с куска твёрдого парафина ножом снимают 5-10 г стружки, к-рая не должна иметь отчетливо выраженный запах. За рубежом для определения запаха применяют метод по ASTM D 1833–87R04, при этом 100 г стружек твёрдого парафина помещают в колбу с пробкой, выдерживают 1 ч и затем комиссия из пяти человек определяет интенсивность запаха: нет запаха, слабый, умеренный, сильный и очень сильный.

ЗАЩИТНАЯ АТМОСФЕРА ДЛЯ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ – атмосфера, искусственно создаваемая в замкнутом объеме для предотвращения коррозии (ГОСТ 9.103 ЕСЗКС).

Для создания З.а.п.з. используют инертные газы (инертная З.а.п.з.), пары *летучего ингибитора коррозии* (ингибированная З.а.п.з.), а также

осушку воздуха ниже точки росы путем принудительной его циркуляции через специальные осушительные установки или размещение внутри замкнутых объемов осушителей воздуха (силикагели).

ЗАЩИТНАЯ ПЛЕНКА – пленка, образующаяся на металле в естественных условиях при его взаимодействии с *коррозионной средой* или создаваемая искусственно путем химической или электрохимической обработки и затрудняющая протекание процесса *коррозии* (ГОСТ 5272).

ЗАЩИТНАЯ ПРИСАДКА – см. *Маслорастворимый ингибитор коррозии.*

ЗАЩИТНАЯ СПОСОБНОСТЬ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА – см. *Защитные свойства.* На З.с.д.т. влияет глубина гидроочистки топлива, так как в этом процессе помимо сернистых и ароматических соединений удаляются поверхностно-активные вещества, в результате чего способность топлива вытеснять влагу с поверхности металлов ухудшается:

Глубина гидроочистки (по содержанию серы), %	Коррозия металла (Ст.3), г/м²
0,5	4,2
0,2	9,9
0,1	10,9
0,05	11,3

Прямогонные дизельные топлива характеризуются лучшими защитными свойствами, чем гидроочищенные.

Защитные свойства мало зависят от фракционного состава. Зимнее и летнее топлива, полученные по одной и той же технологии, обладают примерно одинаковой защитной способностью. При квалификационных испытаниях защитная способность оценивается показателем «Коррозионная активность в условиях конденсации воды» (ГОСТ 18597).

ЗАЩИТНАЯ СПОСОБНОСТЬ СРЕДСТВА ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ – способность средства временной противокоррозионной защиты обеспечивать противокоррозионную защиту металлов и изделий, характеризуемая перечнем защищаемых металлов, *защитным эффектом средства противокоррозионной защиты* и *сроком временной противокоррозионной защиты* (ГОСТ 9.103 ЕСЗКС).

ЗАЩИТНАЯ ЭМУЛЬСИЯ – см. *Ингибированная защитная эмульсия.*

ЗАЩИТНОЕ ВОДОВЫТЕСНЯЮЩЕЕ СРЕДСТВО (ЗВВС-Комплекс, УНИСМА, CRC-5-56, WD-40) – *средство временной противокоррозионной защиты.* Представляет собой ПИНС группы «З-С-Т-h» с невысоким (20-25% масс.) содержанием активного вещества («сухого остатка»), основную часть которого составляют *ингибиторы коррозии.* Кроме того, в состав З.в.с. входят водовытесняющие и быстродействующие добавки, *противоизносные присадки*, воски, парафины, окисленные нефтепродукты. В качестве растворителя используют легкие и средние дистилляты нефти, маловязкие минеральные масла, галогенсодержащие растворители. Наряду с защитными свойствами, З.в.с. характеризуется повышенными водовытесняющими (см. *Водовытесняющее свойство средства временной противокоррозионной защиты*), проникающими (см. *Проникающее свойство средства противокоррозионной защиты*) и пропитывающими (см. *Пропитывающее свойство средства временной противокоррозионной защиты*) свойствами, благодаря чему они эффективно защищают различные соединения, сочленения от коррозионного поражения в условиях *щелевой* и *контактной коррозии.* Многие З.в.с обладают смазывающими свойствами, благодаря чему могут защищать поверхности трения (см. *Коррозия при трении, Фреттинг-коррозия*).

З.в.с. наносится на металлическую поверхность кистью или щеткой, погружением или распылением аэрозоли. Образует тонкую (5-15 мкм) маслянистую или восковую пленку, легко удаляемую, при необходимости, любым растворителем или щелочным раствором. Используют в случаях, когда надо быстро удалить воду с поверхности, при наличии труднодоступных мест в изделиях сложной конфигурации, а также при необходимости замедлить или остановить уже начавшуюся коррозию.

Основные области применения З.в.с.: *межоперационная противокоррозионная защита* деталей любых типов (в том числе обработанных с помощью жидкостей на водной основе, прошедших закаливание в водосмешиваемых закалочных жидкостях) в условиях хранения и транспортирования; обезвоживание злектроконтактов и защита подвижных частей техники в условиях эксплуатации, ремонта и транспортирования; облегчение разборки заржавевших и заклинивших соединений, защита сварных швов..

Широкое применение З.в.с находят при уходе за автомобилями. Из-за высоких поверхностных и защитных свойств З.в.с. используют в качестве первого слоя при многослойной защите, напр. днища автомобиля, а также для защиты от коррозии труднодоступных мест кузова автомобиля. Кроме защиты от коррозии, З.в.с. облегчают запуск отсыревших двигателей, так как эти составы вытесняют воду и устраняют утечку тока в системе зажигания двигателя. З.в.с. применяют для обработки замков багажника, рамок и тросов стеклоподъемников, дверей автомобилей.

ЗАЩИТНОЕ ПОКРЫТИЕ – слой на поверхности металла, искусственно создаваемый для предохранения его от *коррозии* (ГОСТ 5272).

В зависимости от применяемого материала З.п. делятся на металлические (никелевое, медное, серебряное, латунное и др.), неметаллические неорганические (окисное, фосфатное, хромированное, фторидное и др.) и неметаллические органические (лакокрасочное, эмалевое, консервационное покрытия: полимерное, пленкообразующее нефтяное, масляное на основе *консервационного масла*, смазочное на основе консервационной смазки и восковое на основе консервационного воска). Консервационное ингибированное пленкообразующее нефтяное покрытие – З.п. на основе *ПИНС*. Ингибированное полимерное покрытие (З.п. на основе *ингибированного полимерного состава*) может быть снимаемым (покрытие с низкой адгезией к металлу, снимаемое с защищаемой поверхности вручную с использованием механических средств – см. *Снимаемое защитное покрытие*), смываемым (покрытие с высокой адгезией к поверхности металла, удаляемое растворителем – см. *Смываемое защитное покрытие*) и неснимаемым.

З.п., в поры к-рого для улучшения защитных свойств введено какое-либо органическое или неорганическое вещество, называют наполненным. Если поры З.п. специально не обработаны, то такое З.п. называют ненаполненным.

ЗАЩИТНЫЕ ДЕРМАТОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА – применяются в соответствии с ГОСТ 12.4.068 «ССБТ. Средства защитные дерматологические. Классификация. Общие требования» для создания надёжного барьера между кожей и воздействующими на неё раздражителями. З.д.с. должны эффективно защищать кожу, легко наноситься, быстро высыхать, сохраняться на коже в течение половины рабочей смены и др. По назначению З.д.с. делятся на защитные, очистители кожи и репаративные (восстанавливающие). З.д.с. представляют собой пасту или водно-восковой состав, содержащие твёрдые парафины, вазелины, ланолин, глицерин и др.

ЗАЩИТНЫЕ ЖИДКОСТИ. Согласно международной классификации смазочных материалов, индустриальных масел и родственных продуктов класса L [ГОСТ 28549.8 (ИСО 6743-8–87)], защитные жидкости относятся к группе R, включающей только те продукты, основная функция к-рых – обеспечивать временную защиту; слово «временный» относится не к сроку службы продукта, а к способности к его удалению через определенное время (растворением, промывкой, механически). См. также *Средство временной противокоррозионной защиты*.

Предокол (ТУ 38.101132–78) – защитная жидкость, представляющая собой додецилбензольную фракцию 280-340°С, содержащую концентрат полиизобутилена молекулярной массы 10000, маслорастворимую сульфонатную присадку, натуральную олифу и антикоррозионные присадки. Предназначена для защиты от коррозии листового материала при предварительной вальцовке перед штамповкой и металлических деталей во время коротких периодов хранения в закрытых помещениях.

Герметик АГ-5И (ТУ 0258-014-00151911–97) – структурированная вязко-эластичная защитная жидкость светло-коричневого цвета на основе масляного раствора высокомолекулярного полиизобутилена с высокой адгезией к металлической поверхности. Не растворима в воде, не токсична. Предназначена для защиты от коррозии металлических баков-аккумуляторов (объемом от 20 до 20000 м^3), эксплуатируемых в системах горячего водоснабжения при т-ре воды до 110°С, а также предотвращения насыщения подпиточной горячей воды кислородом и углекислым газом атмосферы и ее испарения.

Обладая низкой плотностью и высокой газонепроницаемостью, создает на поверхности зеркала деаэрированной горячей воды постоянно плавающий слой, защищающий от аэрации, и образует на стенках бака самовосстанавливающийся противокоррозионный слой. На боковую поверхность бака наносится с его днища бака путем подъема и опускания уровня горячей воды с плавающим слоем защитной жидкости. При толщине плавающего слоя Герметика АГ-5И 15-20 мм скорость испарения горячей воды снижается в 20000-25000 раз, скорость коррозии стенок бака из углеродистой стали со слоем герметика 150 мкм снижается в 30-100 раз.

ЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА – эксплуатационные свойства, характеризующие способность ГСМ защищать металлы от коррозии, протекающей в присутствии агрессивной среды.

ЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК – см. *Консервационные (защитные от коррозии) свойства пластичных смазок*.

ЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА СРЕДСТВА ВРЕМЕННОЙ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ (*Ндп.* Предохранительные свойства) характеризуют его способность снижать или прекращать *электрохимическую коррозию* металла в присутствии электролита. В технической литературе встречается также термин «консервационные свойства». Этот термин можно использовать при характеристике только *консервационных материалов*. Предпочтительным является употребление термина «защитные свойства», особенно, если речь

идет о *рабочих* или *рабоче-консервационных горюче-смазочных материалах*.

З.с.с.в.п.з., в том числе ГСМ, обеспечиваются наличием в их составе *ингибиторов коррозии*.

В лабораторных условиях З.с.с.в.п.к. оценивают путем нанесения тонкого слоя *средства временной противокоррозионной защиты* на пластинки из черного или цветного металла, к-рые помещают в условия повышенной влажности и т-ры, погружают в электролит, подвергают воздействию др. агрессивных сред. При стендовых или натурных испытаниях З.с.с.в.п.к. оценивают путем нанесения исследуемого средства на металлические образцы, узлы, детали и готовые изделия и последующего хранения их в натурных условиях (на отапливаемых и неотапливаемых складах, в упаковке и без нее, на полигонах или открытых площадках). Также проводят испытания на двигателях при работе их на специальных режимах.

Основным стандартом, регламентирующим оценку З.с.с.в.п.к. (*смазочных масел*, *пластичных смазок* и *ПИНС*), применяемых для *консервации* изделий с целью защиты от *атмосферной коррозии*, является ГОСТ 9.054 ЕСЗКС. Стандарт устанавливает шесть методов ускоренных *коррозионных испытаний*:

1. При повышенных относительной влажности и т-ре воздуха, без конденсации (40±2°С, 95-100%), с периодической (40±2°С, 95-100%) или постоянной (49±2°С, 100%) конденсацией влаги. Испытания с периодической конденсацией влаги проводят циклами. Каждый цикл испытаний состоит из двух частей. В первой части (7 ч) образцы подвергают воздействию воздушной среды при повышенных т-ре и влажности; во второй части (17 ч) создают условия для конденсации влаги на образцах.

2. При повышенных относительной влажности (95±3%) и т-ре воздуха (40±2°С) и воздействии диоксида серы (концентрация 0,015% об.) с периодической конденсацией влаги. Испытания проводят циклами. Каждый цикл состоит из двух частей: в первой (7 ч) образцы подвергают воздействию диоксида серы при повышенных т-ре и влажности; во второй (17 ч) – создают условия для конденсации влаги на образцах.

3. При воздействии соляного тумана (концентрация хлорида натрия 5% масс.) при т-ре 35±2°С и относительной влажности 95±3%.

4. При постоянном погружении в электролит с pH=8,0–8,2. Электролит представляет собой раствор солей (хлориды магния, кальция и натрия, сернокислый натрий), взятых в регламентированном соотношении.

5. При воздействии 0,1%-ного раствора бромистоводородной кислоты.

6. При повышенных относительной влажности (95-100%) и т-ре (50±1°С), с постоянной конденсацией в первой части цикла в условиях контакта разнородных металлов (сталь и медь).

З.с.с.в.п.з. согласно ГОСТ 9.054 ЕСЗКС оценивают по площади коррозионного поражения, времени до появления первых очагов коррозии, изменению массы образца за время испытаний (определение коррозионных потерь), изменению цвета испытуемого образца. Допускается также применять десятибалльную шкалу оценки по ГОСТ 9.041 ЕСЗКС.

Кроме методов, указанных в ГОСТ 9.054 ЕСЗКС, существуют также квалификационные методы оценки защитных свойств консервационных, рабоче-консервационных масел и ПИНС (см. *Квалификационные испытания консервационных масел*, *Квалификационные испытания рабоче-консервационных масел для огнестрельного оружия*, *Квалификационные испытания ПИНС*), а также *Ускоренный метод оценки защитных свойств*, к-рый включен в *нормативную документацию* на многие ПИНС.

ЗАЩИТНЫЙ ВОСК ЗВ-ПФ (ТУ 38.401212–93) – композиция высокоплавкого твёрдого парафина с нефтяным церезином. Применяют при производстве резинотехнических изделий и шин для защиты их от озонного разрушения. По эффективности защитного действия и области применения аналогичен *защитному воску* ЗВП.

ЗАЩИТНЫЙ ВОСК ЗВП (ТУ 38.1011290–90) представляет собой фракцию *твёрдых углеводородов*, получаемую путём обезмасливания специально подобранной смеси *гача* и *петролатума*. Используется при производстве шин и др. резинотехнических изделий, является физическим *антиозонантом*.

ЗАЩИТНЫЙ ВОСК ПАРАЛАЙТ-17 (ТУ 38.1011042–85) – композиция нефтяного церезина 80 с твёрдым парафином. Предназначен для защиты резины от атмосферных воздействий, в частности от озонного разрушения, при эксплуатации в умеренном и тропическом климате.

ЗАЩИТНЫЙ ВОСКОВОЙ СОСТАВ ПЭВ-74 (ТУ 38.101103–77) – раствор нефтяного церезина в нефтяном растворителе. Предназначен для защиты от атмосферных воздействий лакокрасочных покрытий автомобилей при их транспортировании и безгаражном хранении.

ЗАЩИТНЫЙ ГОРЮЧЕ-СМАЗОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ – ГСМ, обладающий защитными свойствами и выполняющий функцию *средства временной противокоррозионной защиты* при *консервации* металлоизделий для защиты от *коррозии* и *коррозионно-механического изнашивания*. В составе З.г-с.м. обязательно присутствуют ингибиторы коррозии.

В технической литературе для обозначения З.г-с.м. употребляются также термины «защитный нефтяной смазочный материал», «защитный смазочный материал», «защитный материал (продукт)», «консервационный смазочный материал (продукт)». Следует принять возможность использования этих терминов, так как по своей сути они отражают основное функциональное назначение описываемого горюче-смазочного материала, применяемого для защиты металлоизделий от коррозии и коррозионно-механического изнашивания, уточняя при этом, что наряду с защитными свойствами это средство противокоррозионной защиты обладает определенными смазывающими свойствами.

ЗАЩИТНЫЙ КРЕМ – образует на поверхности рук, лица и тела тонкий, непроницаемый слой для предохранения кожи от вредного воздействия химических веществ и солнца. Содержит твёрдые парафины, нефтяные церезины, вазелины и различные жиры и масла. Составы кремов изменяют в зависимости от типа воздействующих веществ. Характерная особенность З.к. – легкая смываемость теплой водой. Часто в качестве З.к. используют медицинский крем.

ЗАЩИТНЫЙ МАТЕРИАЛ – см. *Защитный горюче-смазочный материал.*

ЗАЩИТНЫЙ НЕФТЯНОЙ СМАЗОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ – см. *Защитный горюче-смазочный материал.*

ЗАЩИТНЫЙ СМАЗОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ – см. *Защитный горюче-смазочный материал.*

ЗАЩИТНЫЙ СОСТАВ «МОВИТИН» (ТУ 38.401819–90) – состав для восстановления антикоррозионного покрытия днища кузова автомобиля, а также для дополнительного нанесения на соответствующие заводские покрытия.

ЗАЩИТНЫЙ ЭФФЕКТ СРЕДСТВА ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ – величина, равная отношению *скорости коррозии* незащищенных металлов и изделий к скорости коррозии металлов и изделий, защищенных *средством временной противокоррозионной защиты*, в одинаковых условиях (ГОСТ 9.103 ЕСЗКС).

ЗАЯВИТЕЛЬ – физическое или юридическое лицо, обязанное осуществить обязательное подтверждение соответствия путем оформления декларации или получения сертификата соответствия в порядке, установленном техническим регламентом. Заявителем может быть производитель или поставщик продукции.

ЗИМНИЕ МОТОРНЫЕ МАСЛА – см. *Сезонные моторные масла.*

ЗНАК ОБРАЩЕНИЯ НА РЫНКЕ – форма маркировки продукции, информирующая приобретателей о соответствии выпускаемой в обращение продукции требованиям безопасности, установленным в технических регламентах. Правила маркировки продукции знаком обращения устанавливаются в технических регламентах.

ЗНАК СООТВЕТСТВИЯ – форма маркировки продукции, прошедшей добровольную сертификацию, информирующая приобретателей о соответствии объекта сертификации требованиям системы добровольной сертификации. Требования систем добровольной сертификации обычно устанавливаются в национальных стандартах, стандартах организаций или технических условиях.

ЗОЛЬНОСТЬ – показатель, указывающий наличие в нефтепродукте несгораемых веществ, повышающих склонность нефтепродукта к нагарообразованию на деталях цилиндро-поршневой группы двигателей, а также вызывающих их абразивный износ (ГОСТ 26098).

Метод определения З. по ГОСТ 1461 распространяется на нефть и нефтепродукты кроме кокса, битума, отработанных масел, присадок и смазок, содержащих графит, дисульфид молибдена, металлическую пыль и элементарную серу. Сущность метода состоит в сжигании массы нефти или нефтепродукта в подготовленных тиглях с помещенными в них обеззоленными фильтрами и прокаливании в электропечи твердого остатка при температуре 775±25°С до постоянной массы.

З. испытуемого продукта X, %, определяют по формуле:

$$X=[(m_1-m_2)/m]100,$$

где m – масса испытуемого продукта, г; m_1 – масса золы, г; m_2 – масса золы двух бумажных фильтров, г.

За результат испытания принимают среднее арифметическое результатов двух последовательных определений. Записывают результат с точностью 0,001% для продукта с зольностью до 0,2% и с точностью 0,01% для продукта с зольностью более 0,2%.

З. испытуемого продукта до 0,002% включительно оценивается как ее отсутствие.

Сущность метода определения З. сланцевых масел по ГОСТ 14038 состоит в экстрагировании раствора смеси испытуемого масла и толуола через фильтр, высушивании фильтра, помещенного в бюксу в сушильном шкафу при 105-110°С в течение 1 ч, прокаливании и определении массовой доли механических примесей, прокаливании их и определении массовой доли золы X по формуле:

$$X=[(m_4-m_5)/m_3]100,$$

где m_4 – масса тигля с золой, г; m_5 – масса тигля без золы, г; m_3 – масса сухого масла, г.

За результат испытания принимают среднее арифметическое результатов параллельных определений.

Повторяемость результатов испытаний и воспроизводимость при 95%-ной доверительной вероятности не превышают значений, приведённых ниже:

Зольность, %	<0,1	0,1-1,0	>1,0
Повторяемость, %	0,005	0,01	0,2
Воспроизводимость, %	0,01	0,02	0,5

Содержание золы менее 0,005% оценивается как её отсутствие.

Метод определения З. нефти и нефтепродуктов по ИСО 6245 аналогичен методу определения по ГОСТ 1461.

Метод определения З. по АСТМ D 482 дистиллятных, остаточных, газотурбинных топлив, смазочных масел, нефтей, парафинов и других нефтепродуктов, в к-рых зола – нежелательная примесь и отсутствуют присадки, образующие золу, включая некоторые фосфорные соединения, позволяет определять З., равную 0,001-0,180%. Проводится аналогично определению по ГОСТ 1461.

Метод определения сульфатной золы по ГОСТ 12417 распространяется на смазочные масла и присадки, содержащие металлы, с массовой долей сульфатной золы не менее 0,005% массе., а также на масла с беззольными присадками и массовой долей сульфатной золы ниже 0,02%.

Сульфатная зола – остаток после карбонизации испытуемого продукта, обработанный серной кислотой и прокаленный до постоянной массы.

Сущность метода состоит в сжигании испытуемого продукта в выпарительной чашке, обработке остатка концентрированной серной кислотой до окисления углерода, прокаливании в электропечи твердого остатка при 775±25°С, повторной обработке остатка концентрированной серной кислотой и прокаливании его в электропечи при тех же условиях до постоянной массы.

Массовую долю сульфатной золы испытуемого продукта X, %, определяют по формуле:

$$X=(m_2/m_1)\cdot 100,$$

где m_1 – масса испытуемого продукта, г; m_2 – масса золы, г.

Результат выражают для образцов с массовой долей сульфатной золы ниже 0,02% с точностью 0,0001%, для образцов с большей массовой долей с точностью до 0,01%.

ЗОЛЬНОСТЬ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА – показатель, характеризующий содержание в топливе несгораемых примесей: чем ниже зольность, тем меньше неорганических примесей в нагаре. Увеличение массы золы в нагаре ведет к повышению его абразивных свойств. Определяется по ГОСТ 1461 (зарубежные методы – ASTM D 482, EN ISO 6245). Сущность метода заключается в сжигании навески испытуемого топлива и прокаливании твердого остатка до постоянной массы. Отечественные и зарубежные стандарты на дизельное топливо ограничивают его зольность не более 0,01%.

ЗОЛЬНОСТЬ (*зола*) **КОКСА**– содержание негорючих веществ, остающихся после полного сгорания кокса. Значительную долю зольности составляют элементы V, Ni, Al, Fe, Ca, Si, S, Na и примеси в виде K, P, N, Ti, Cr, Cu, Mn и др. Количество и состав золы в коксе определяется качеством сырья и способом коксования, коррозионной стойкостью оборудования, качеством воды, используемой для удаления кокса из реакторов, условиями хранения и др.

При одинаковом сырье З.к. *термоконтактного коксования в псевдоожиженном слое нефтяного порошкообразного кокса* выше З.к. *замедленного коксования* вследствие сжигания части кокса в нагревателе и концентрирования золы в оставшемся коксе. З.к. зависит от гранулометрического состава: она выше в мелких (особенно менее 1 мм) фракциях, что связано с концентрированием в них примесей, в основном железа и кремния, в процессе внутриустановочной обработки, транспортирования и хранения. Источником загрязнения кремнием является песок, железо – продукты коррозии металлического оборудования.

При использовании нефтяного кокса в различных отраслях промышленности определяют:

- общую зольность;
- содержание различных элементов.

Общую зольность кокса определяют по ГОСТ 22692. Сущность метода заключается в сжигании навески кокса, приготовленной по ГОСТ 16799 (размер частиц менее 0,25 мм), в атмосферном воздухе при (850±20)°С до полного озоления в течение не менее 1,5 ч. Озоление осуществляется в муфельной электрической печи с естественной вентиляцией и автоматическим терморегулятором, обеспечивающим нагрев до температуры (850±20)°С. Масса навески кокса в зависимости от его зольности:

Зольность, %	0,01-0,1	0,1-1,0	>1,0
Масса навески, г	5	2	1

Зольность $З$, %, вычисляют по формуле:

$$З=(m/m_1)\cdot 100,$$

где m – масса зольного остатка; m_1 – масса навески.

В расчете на сухой материал зольность $З_1$ (%):

$$З_1=100\cdot З/(100-W^a),$$

где W^a – содержание влаги в испытуемом материале, определенное по ГОСТ 27589.

За результат принимают среднее арифметическое значение двух параллельных определе-

ний, допускаемое расхождение между к-рыми не должно превышать значений, указанных в **табл. 3-1.**

3-1. Максимально допускаемое расхождение (%) результатов

Зольность, %	Сходимость	Воспроизводимость
До 0,05	0,003	0,005
Св. 0,05 до 0,10	0,006	0,01
Св. 0,10 до 0,50	0,02	0,03
Св. 0,50 до 1,00	0,06	0,1
Св. 1,00 до 5,00	0,1	0,2
Св. 5,00	0,2	0,5

Содержание различных элементов золы определяют различными методами: фотоколориметрическим, спектральным эмиссионным и др. (см. *Массовая доля кремния, ванадия и железа в коксе*).

ЗОЛЬНОСТЬ ОКСИДНАЯ – остаток, полученный после атмосферного сжигания нефтепродукта (ISO/OKMC 1998/2).

ЗОЛЬНОСТЬ ОСТАТОЧНЫХ ТОПЛИВ – показатель *склонности топлива к образованию отложений*, характеризующий наличие в топливе солей металлов. С утяжелением фракционного состава, как правило, зольность топлив увеличивается. Наибольшей зольностью характеризуются топочные мазуты, т.к. при перегонке нефти основная часть зольных элементов концентрируется в остатках. Зола топлив состоит из солей, перешедших из нефти, и примесей – катализаторной пыли и продуктов коррозии аппаратуры и оборудования, образующихся при производстве, хранении и транспортировании топлив (**табл. 3-2**). З.о.т. повышается при добавлении в процессах переработки нефти щелочи и соды.

3-2. Состав золы остаточных топлив

Топливо	Содержание в топливе, %			Состав золы, %						
	S	V	золы	Na	Ca	Fe	Ni	Mg	Al	Si
Мазут марки 40	2,72	0,008	0,096	14	3,5	3,8	8,5	1,0	1,2	3,0
Мазут марки 100	2,80	0,012	0,14	15	6,2	1,4	1,3	1,3	0,45	0,63
Мазут марки Ф-5	2,0	0,0073	0,05	16	2,5	10	5	0,7	1,8	1,0
Топливо ДТ	1,5	0,0002	0,03	16	6,8	1,9	1,5	1,8	1,5	4,3

Зола, образующаяся при сжигании топлива, отлагается на поверхности нагрева котлов, проточной части газовых турбин, ухудшая теплоотдачу, повышая т-ру отходящих газов, снижая КПД. Зольность товарных нефтяных топлив регламентируется стандартами, метод определения – ГОСТ 1461, ASTM D 482, ISO 6245.

При подготовке нефтей на ЭЛОУ зольность нефтей и нефтепродуктов значительно снижается, однако **содержание ванадия** остается практически неизменным. Все ванадиевые соединения нефти сосредоточены преимущественно в ее асфальто-смолистой части и главным образом в асфальтеновой. Значительное содержание ванадия в топливе и образование при сгорании топлива окислов ванадия, вызывает коррозию поверхности котлов, поэтому его содержание регламентируется. Метод определения содержания ванадия по ГОСТ 10364 основан на колориметрировании эталонного раствора и раствора фосфорно-вольфрамово-ванадиевого комплекса, образовавшегося после озоления испытуемого топлива и обработки золы соляной и фосфорной кислотами и вольфраматом натрия. Для судовых топлив (ТУ 38.401-58-302–2001) метод определения содержания ванадия регламентирован ISO 14597.

ЗОЛЬНОСТЬ СУЛЬФАТНАЯ – зольность масла или другого смазочного материала, определяемая путем обработки остатка серной кислотой с последующим выпариванием до полного высыхания. Выражается в % масс.

ЗОЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ образуются на днище поршня, тюльпанах клапанов, свечах зажигания, головке цилиндров со стороны камеры сгорания. Иногда они переходят на огневую *перемычку* поршня (над верхним компрессионнным кольцом). З.о. состоят почти целиком из неорганических продуктов сгорания масла, содержащего маслорастворимые металлоорганические вещества (*моющие* и *антиокислительные присадки*, *модификаторы трения*). Для предотвращения образования З.о. ограничивают сульфатную зольность масел и их расход на угар, а также используют присадки с такими сочетаниями металлов, к-рые менее склонны к образованию З.о., неблагоприятно влияющих на работоспособность свечей зажигания, выпускных клапанов и вызывающих преждевременное воспламенение горючей смеси в бензиновых и газовых двигателях. Склонность к образованию З.о. взаимосвязана с т-рой плавления оксидов и солей металлов, содержащихся в присадках, и их соотношением. В современных моторных маслах обычно содержатся Ca, Mg, Na, Zn, Mo. Влияние З.о. на преждевременное воспламенение горючей смеси оценивают моторными испытаниями (методы ВАЗ-2106-03, FIAT 132, GEC L-34-T-82). С целью предотвращения образования больших количеств З.о. сульфатная зольность масел для автотракторных двигателей согласно ГОСТ Р 51634 ограничена 1,5% (масла для бензиновых двигателей), 1,8% (дизельные маспа для легковых автомобилей), 2% (дизельные масла для грузовых автомобилей и внедорожной техники).

ИГОЛЬЧАТЫЙ НЕФТЯНОЙ КОКС (кокс анизотропной, волокнистой структуры, за рубежом – кокс премиальный) получают с использованием *замедленного коксования*. И.н.к. имеет выраженную анизотропную структуру, низкое содержание гетеропримесей, высокую плотность и хорошую графитируемость, низкий коэффициент термического расширения и высокую электропроводимость, что позволяет использовать его для изготовления специальных электродов для мощных печей электросталеплавильной промышленности. Электроды на основе И.н.к. применяют в электросталеплавильных печах при высоких удельных токовых нагрузках (30-35 А/см^2), за счет чего мощность этих печей увеличивается более чем в 2 раза.

Для производства И.н.к. используют малосернистые ароматизированные дистиллятные остатки термического крекинга, газойли каталитического крекинга, экстракты масляного производства, тяжелые смолы пиролиза углеводородов. Дистиллятные крекинг-остатки из сернистых гудронов для производства И.н.к. можно получить путем термического крекирования гудрона, вакуумной перегонки крекинг-остатка с последующей гидроочисткой тяжелого крекингового вакуумного газойля. Для этой цели можно использовать также процесс деасфальтизации остатков, в частности, процесс «Добен»: полученный деасфальтизат подвергать гидроочистке и термическому крекингу.

Температурный режим коксования при производстве И.н.к. приблизительно такой же, как при получении нефтяного электродного кокса (490-510°С). Давление в камерах несколько выше для обеспечения большего времени удержания высокоароматизованных дистиллятов в коксующейся массе. Кратность рециркуляции также выше до 1,8 и более. Типичная схема получения И.н.к. – термокрекинг ароматизированных остатков под повышенным давлением (6-8 МПа) с целью ароматизации и повышения коксуемости остатка. Аппаратурное оформление установки коксования для получения И.н.к. такое же, как на обычных УЗК для производства нефтяного электродного кокса (см. *также Замедленное коксование*).

Качество И.н.к. определяется по методам испытаний нефтяных коксов (см. *Нефтяной кокс*), кроме показателя «массовая доля обмасливающего агента».

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПРОДУКЦИИ – установление тождественности характеристик продукции её существенным признакам. Последние обычно излагаются в виде технических требований в стандартах или технических условиях. Можно устанавливать их и в договорах (контрактах) на поставку продукции. Для нефтепродуктов идентификация применяется при отсутствии технической документации на нефтепродукт либо при возникновении сомнений в подлинности документации.

ИЗБИРАТЕЛЬНАЯ КОРРОЗИЯ – см. *Структурная коррозия.*

ИЗВЕСТНОЕ ЗНАЧЕНИЕ – действительное количественное значение величины, установленное процедурой приготовления (ГОСТ Р 8.580). И.з. существует не всегда. Оно не может быть определено для эмпирических условных величин (напр., т-ры вспышки, индукционного периода) и др.

ИЗДЕЛИЯ ДЕКОРАТИВНОЙ КОСМЕТИКИ – смеси, изготовленные на основе твёрдых парафинов и нефтяных церезинов, в к-рые вводят *пчелиный, карнаубский* и *канделильский воски*, озокерит, гидрированные касторовое, хлопковое и др. масла, *ланолин*, эфиры жирных кислот и многоатомных спиртов, а также *пигменты*. Благодаря наличию твёрдых парафинов и нефтяных церезинов И.д.к. приобретают способность сохранять свою форму, повышается стойкость к механическому воздействию.

ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ПЛАСТИЧНОЙ СМАЗКИ ВСЛЕДСТВИЕ ПОПАДАНИЯ ВОДЫ часто имеет решающее значение при оценке водостойкости. Попавшая вода полностью или частично может быть замешана в смазку. В зависимости от состава смазки могут поглощать от 5 до 45% воды. Иногда способность связывать воду улучшает эксплуатационные свойства смазки при контакте с ней. Водорастворимые Na-смазки, связывая некоторое количество воды, лучше защищают узлы трения от коррозии. Некоторые неорганические смазки, например загущенные гидрофобизированной глиной, не растворяются в воде, тем не менее, они плохо защищают металлические поверхности от коррозии.

После введения даже 20% воды в Li-, Ca-, Ba-, Al-, Si-смазки их вязкость и предел прочности при положительных т-рах лишь незначительно снижаются и несколько увеличивается вязкость при –15°С. Большее влияние оказывает присутствие воды на свойства кСа-смазок. Обводненные смазки этого типа твердеют и теряют эксплуатационные качества. Замешивание воды в кСа-смазки ухудшает их механическую стабильность. Однако, регулируя состав кСа-смазок, можно существенно улучшить их водостойкость. Попадание воды в Na- и Na-Ca-смазки резко изменяет их характеристики. Небольшое количество воды (до 5%) разупрочняет Na-Ca-смазку 1-13. При увеличении же концентрации воды до 20% предел прочности смазок при 20°С и вязкость при –15°С сильно возрастают. Однако дальнейшее введение воды или увеличение т-ры приводит к необрати-

мому распаду обводненных Na- и Na-Ca-смазок. Изменение свойств смазок при введении в них воды определяют, помещая смазку в воду, влажную среду или замешивая в нее воду. Иногда смазку обводняют непосредственно в датчике измерительного прибора. Об изменении свойств смазки после замешивания в нее воды целесообразнее всего судить по изменению предела прочности, коррозионных и противоизносных свойств.

ИЗМЕРЕНИЕ – совокупность операций, выполняемых для определения значения физической величины. Операции могут выполняться автоматически. Согласно РМГ 29 измерение физической величины – совокупность операций по применению технического средства, хранящего единицу физической величины, обеспечивающих нахождение соотношения (в явном или неявном виде) измеряемой величины с её единицей и получение значения этой величины.

ИЗНАШИВАНИЕ – процесс отделения материала с поверхности твердого тела и (или) увеличение его остаточной деформации при трении, проявляющийся в постепенном изменении размеров и (или) формы тела (ГОСТ 27674).

ИЗНОС – результат *изнашивания*, заключающийся в изменении размеров или формы тел трения. Значение износа может выражаться в единицах длины, объема, массы и др. (ГОСТ 27674).

ИЗНОС ДЕТАЛЕЙ МЕХАНИЗМА ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ. Детали механизма газораспределения (кулачки распределительного вала, толкатели, коромысла) работают в условиях *трения скольжения или качения* (в зависимости от конструкции) при высоких контактных давлениях. Эти детали работают в условиях *эласто-гидродинамической смазки* при толщине масляной пленки менее 1 мкм. Механизм газораспределения относится к узлам, *износостойкость* к-рых может ограничивать ресурс поршневого двигателя до ремонта. *Противоизносные свойства моторных масел* оказывают значительное влияние на И.д.м.г. Только масла с эффективными *противоизносными присадками* обеспечивают требуемую *износостойкость* пар трения кулачок–толкатель, кулачок–коромысло. Типичные виды износа этих пар это *усталостное выкрашивание* (питтинг), задир, истирание наиболее нагруженных участков поверхности кулачка. Противоизносные свойства масел контролируют на безмоторных стендах кулачок–толкатель (СКТ-НАМИ), а также многими методами моторных испытаний в бензиновых двигателях (PSA TU метод CEC L-38-A-94, Sequence III, IV, V) и в дизелях Cummins M11, OM-602A (метод CEC L-5I-T-95, OM-616 метод CEC L-17-A-78). Противоизносные свойства масел в механизме газораспределения проявляются различно при низкой и высокой т-ре. Это обстоятельство обязательно учитывают при испытаниях новых масел.

ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ – способность материалов или узлов механизмов противодействовать изнашиванию.

ИЗНОС ПОРШНЕВЫХ КОЛЕЦ. Процесс *изнашивания* компрессионных и маслосъемных *поршневых колец* зависит от многих факторов, но в первую очередь от качества топлива, наличия абразивных частиц в засасываемом воздухе, соответствия вязкости масла температурным условиям в зоне поршневых колец и его щелочного числа содержанию кислот в *продуктах сгорания*. В большинстве автотракторных двигателей летом велика роль изнашивания от действия абразивных частиц, зимой – при пуске и в результате коррозионных процессов. По длине хода поршня режим *смазки поршневых колец* различен, т.к. различна скорость скольжения колец по стенке цилиндра (от 0 до 12-15 м/с), а т-ра последней существенно изменяется по высоте от верхней (ВМТ) до нижней (НМТ) мертвой точки. Вблизи ВМТ имеет место *граничная смазка*, а на большей части хода поршня *гидродинамическая смазка*. В стационарных и судовых дизелях И.п.к. не зависит от времени года. На него наибольшее влияние оказывает *содержание серы* в применяемом топливе и соответствие ему *щелочности масла*. В *крейцкопфных дизелях* имели место катастрофические И.п.к. при работе на высокощелочных *цилиндровых маслах* и топливах с малым содержанием серы. Маслосъемные *поршневые кольца* весьма чувствительны к абразивным частицам в масле. На их износ влияют, в частности, абразивные неорганические продукты срабатывания металлосодержащих присадок, не задерживаемые масляными фильтрами. Проблемы И.п.к. приобретают особую остроту в связи с новыми экологическими требованиями к двигателям, в частности, из-за введения систем *рециркуляции отработавших газов* и применения составных поршней со стальной головкой и малой высотой огневой перемычки, у которых т-ра в зоне поршневых колец существенно выше, чем у поршней из легких сплавов.

ИЗНОС ЦИЛИНДРОВ ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ в основном обусловлен трением *поршневых колец* по зеркалу цилиндров. Оно проявляется в большей мере, когда на поршнях образуется твердый *нагар*, контактирующий с цилиндром и вызывающий «*полировку цилиндра*». Для И.ц. характерна очень большая неравномерность. Максимальный *износ*, превышающий его среднее значение во много раз, имеет место у ВМТ, где устанавливается первое компрессионное кольцо. Здесь режим смазки граничный, масляная пленка имеет минимальную толщину, а т-ра стенки цилиндра близка

к максимальной. Форма *эпюры износа цилиндра* в ВМТ первого компрессионного кольца часто отклоняется от окружности, особенно у дизелей с разделенной камерой сгорания. Характерна эллиптическая эпюра износа, совпадающая с полем т-ры стенки цилиндра в этой зоне. При преобладании *абразивного изнашивания* его неравномерность становится меньше вследствие увеличения износа по всей длине хода поршня. В двухтактных двигателях часто наблюдается повышенный *износ* или *натиры* в зоне продувочных и выпускных окон из-за нарушения окнами *целостности масляной пленки*. Наибольшее влияние на износ цилиндров оказывают *вязкостно-температурные, нейтрализующие* и *моюще-диспергирующие свойства масла*. Малая вязкость при низкой т-ре обеспечивает быстрое поступление масла в зону ВМТ после *холодного пуска*. Достаточная вязкость (3-4 мПа·с) при т-ре зеркала цилиндра в режиме максимальной мощности обеспечивает надежное *смазывание* в экстремальных условиях. Нейтрализующая способность масла, соответствующая качеству применяемого топлива, препятствует *коррозионно-механическому изнашиванию* цилиндров. Высокие моюще-диспергирующие свойства предотвращают образование нагара, вызывающего «полировку цилиндра», и уменьшают вредное воздействие абразивных частиц на износ, способствуя их разрушению.

ИЗОБУТИЛЕН – углеводород алифатического ряда с одной двойной связью. Используется для получения бутилена, алкилфенола и в различных нефтехимических процессах.

ИЗОМЕР – соединение, имеющее одинаковый состав и молекулярную массу с др. соединением, но отличающееся от него природой или последовательностью связей между их атомами в пространстве. Правила номенклатуры IUPAC позволяют выявить две основные группы И., отличающиеся по строению и по расположению их атомов в пространстве. И., отличающиеся по строению, называют И. строения или структурными И. (бутан [$CH_3CH_2CH_2CH_3$] и 2-метилпропан [$CH_3CH(CH_3)_2$]; диметиловый эфир [CH_3OCH_3] и этанол [CH_3CH_2OH]; 1-бутен [$CH_3CH_2CH{=}CH_2$] и 2-бутен [$CH_3CH{=}CHCH_3$] и т.д.), а отличающиеся расположением атомов в пространстве – стереомерами (D- и L-глицериновый альдегид, *цис*-бутен-2 и *транс*-бутен-2, а также атропоизомерные бифенилы (R)- и (S)-).

ИЗОМЕРИЗАТ – техническое название смеси насыщенных алифатических углеводородов изостроения, в основном 2-метилбутана (65% масс. и более), а также изогексанов. Получают *изомеризацией н-парафиновых углеводородов* C_5, C_6 (фр. НК–70°С) с последующей ректификацией товарного продукта. Характеристики И.: ОЧи≥80, т-ра начала кипения не ниже 34°С, т-ра конца кипения не выше 67°С, давление насыщенного пара 79,0-98,5 кПа, содержание серы – не более 1 мг/кг. И.– высокооктановый компонент, добавляемый в количестве 10-15% к автомобильным бензинам.

ИЗОМЕРИЗАЦИЯ – реакция превращения одного изомера в другой. Широко используется в химической технологии и препаративной органической химии, причём наибольшее значение имеет И. парафиновых, олефиновых, нафтеновых и ароматических углеводородов. На основе И. углеводородов реализованы крупнотоннажные процессы получения высококачественных топлив, масел, смазок, полупродуктов синтетической химии. В научной литературе выделяют следующие виды И. углеводородов:

1) И. углеродного скелета (напр. превращения *н*- и изобутанов, а также 1,2- и 1,4-диметилбензолов);

2) кольчато-цепная И. – частный случай И. углеродного скелета, приводящая к появлению циклической структуры или к изменению её формы (напр. превращение пропилена в циклопропан или пятичленного нафтена в шестичленный);

3) миграция двойной или тройной связи (напр. переход бутена-1 в *цис*-бутен-2);

4) геометрическая или *цис- транс*-И. (превращение *цис*-бутена-2 в *транс*-бутен-2 или превращение *цис*-1,2-диметилциклогексана в *транс*-1,2-диметилциклогексан). Геометрическая И. может привести к образованию стерео- и оптических изомеров, имеющих в молекуле асимметричный атом углерода и по разному вращающих плоскость поляризованного света;

5) И. ароматических ядер (напр. антрацена и фенантрена).

Эта классификация справедлива для физически разделяемых структур и не рассматривает конформационные состояния углеводородов. Каждый из приведённых видов И. допускает дальнейшую детализацию. Так, в реакциях И. углеродного скелета можно выделить получение моно- и диметилзамещённых, миграцию алкильного заместителя по цепи и т.д.

В нефтепереработке распространение получила скелетная И. нормальных *н*-парафинов C_4-C_{20}, взаимный переход пяти- и шестичленных нафтенов, изменение структуры и взаимного расположения заместителей в алкилбензолах, а также миграция двойной связи.

ИЗОМЕРИЗАЦИЯ КСИЛОЛОВ и ЭТИЛБЕНЗОЛА. Процесс заключается в каталитической изомеризации метаксилола и этилбензола в более ценные продукты пара- и ортоксилол. Выход параксило-

ла из промышленных ксилольных фракций риформинга не превышает 12-13% масс. на сырьё. Для увеличения выхода параксилола разработаны процессы изомеризации ксилольных фракций; в результате удалось довести выход этого изомера до 80-85%, а суммарный выход пара- и ортоксилола до 90-95%. Реакция изомеризации ароматических углеводородов является обратимой и позволяет получать из любого изомера близкую к термодинамически равновесной смесь пара-, мета-, ортоксилолов и этилбензола. Равновесный состав изомеров ксилола мало зависит от т-ры, поэтому добиться более благоприятного соотношения изомеров, меняя лишь интервал рабочих температур, невозможно.

Основные реакции: изомеризация метаксилола с образованием параксилола и изомеризация метаксилола с образованием орто- и параксилола одновременно.

Этилбензол на ряде катализаторов может подвергаться изомеризации в ксилолы. При этом образуются и другие ароматические углеводороды, напр. просто бензол и диэтилбензол.

Одновременно с каталитической изомеризацией ароматических углеводородов C_8 может происходить диспропорционирование метильных групп. Так, диметилбензолы способны превращаться в толуол и триметилбензол; из толуола могут получаться бензол и диметилбензолы, из триметилбензолов – диметилбензолы и тетраметилбензолы и т.д. В результате реакций гидродеалкилирования метаксилол образует толуол с выделением газообразных углеводородов, а этилбензол – бензол и этан. Эти реакции ведут к снижению выхода целевых продуктов.

Повышение давления и проведение процесса в среде водорода не влияет на термодинамически равновесный состав продуктов изомеризации и диспропорционирования. Так как помимо основной реакции изомеризации могут параллельно идти реакции диспропорпорционирования и деалкилирования ароматических углеводородов, а также гидрокрекинг насыщенных углеводородов, то для повышения селективности процесса необходимы катализаторы, в присутствии к-рых побочные реакции протекали бы с минимальными скоростями.

Промышленная эксплуатация процесса началась в 1960 г. (в Великобритании и Японии). Процесс изомеризации ксилолов может осуществляться в жидкой фазе или газовой фазе в присутствии гомогенного катализатора (BF_3+HF) или твердых катализаторов, не содержащих благородных металлов (аморфных и кристаллических алюмосиликатов, в т.ч. промотированных добавками оксидов кобальта и молибдена), и содержащих благородные металлы (Pt, Pd) на кислотном носителе.

Жидкофазная изомеризация на гомогенном катализаторе BF_3+HF. В этом процессе используют BF_3+HF как катализатор и как экстрагент метаксилола. Система BF_3+HF при мольном соотношении компонентов 1:10 экстрагирует метаксилол. Если извлечённый таким образом метаксилол изомеризовать на этом же катализаторе (соотношение компонентов примерно 1:1), можно, используя рециркуляцию, почти полностью превратить метаксилол в более ценные орто- и параизомеры. Изомеризацию проводят в параллельных или противоточных потоках жидкого катализатора и метаксилола при мольном соотношении «BF_3: HF : ксилолы», равном 1:1:2, т-ре 100°С, давлении 3 МПа и времени контакта 0,5 ч. В результате получают смесь C_8, близкую к термодинамически равновесному составу. Катализат после изомеризации отделяют от кислотной фазы и направляют в блок экстракции, где отделяют метаксилол от смеси орто- и параксилола, этилбензола.

Экстракцию проводят при 40-60°С, давлении 3 МПа и мольном соотношении «BF_3: HF : ксилолы», равном 1:10:1. В экстракте содержится метаксилол, растворённый в смеси BF_3+HF. Для изомеризации часть этого раствора выводят в колонну выделения HF; поток циркулирует между этой колонной и экстрактором. Из рафинатной фазы удаляют катализатор (испарением), затем выделяют этилбензол и ортоксилол (ректификацией), а из оставшейся смеси параксипопа и неэкстрагированного метаксилола выделяется (кристаллизацией) параксилол; метаксилол возвращается в блок экстракции или изомеризации. Фтористый водород и трёхфтористый бор в присутствии влаги являются чрезвычайно агрессивными агентами, вызывающими интенсивную коррозию аппаратуры. Поэтому сырьё, поступающее на изомеризацию, необходимо тщательно осушать.

Разработчиком данного процесса является японская фирма Japan Gas Chemical Co (Процесс JGCC).

Однако, как и другие жидкофазные процессы изомеризации, этот процесс не получил широкого распространения из-за токсичности катализатора, его агрессивности (при попадании влаги в систему) и довольно большом расходе.

Изомеризация на твёрдых катализаторах. Модифицированные аморфные и кристаллические алюмосиликаты без благородных металлов являются активными и стабильными катализаторами изомеризации ксилолов. Изомеризация диметилбензолов на алюмосиликатных катализаторах сопровождается реакциями диспропорционирования метильных групп, расщепления углеводородов, приводящих к образованию углеводородов, и реакциями конденсации (коксообразова-

ния). Этилбензол на алюмосиликатных катализаторах почти не изомеризуется; он подвергается реакциям диспропорционирования и крекинга. Поэтому при значительном содержании этилбензола в сырье увеличивается выход побочных продуктов и сокращается срок межрегенерационного цикла работы катализатора. Это заставляет ограничивать содержание этилбензола в сырье, подвергаемом изомеризации, или вводить в технологическую схему блок выделения его ректификацией. При изомеризации ароматических углеводородов C_8 алюмосиликатный катализатор постепенно закоксовывается, вследствие чего активность его уменьшается. По мере дезактивации катализатора т-ру в реакторах повышают для поддержания постоянной степени изомеризации сырья. Для увеличения продолжительности работы катализатора между регенерациями и подавления крекинга изомеризацию углеводородов C_8 в некоторых процессах проводят с введением водорода. Под действием хлорорганических соединений, хлористого водорода и паров воды изомеризующая активность алюмосиликатного катализатора увеличивается. В присутствии алюмосиликатного катализатора процесс проводят при 380-480°С, регенерацию катализатора при 550-600°С. Цеолиты типа X и Y в редкоземельной форме, Н-морденит обладают изомеризующими и диспропорционирующими свойствами при более низких т-рах, чем аморфные алюмосиликаты.

При изомеризации диметилбензолов на оксидных катализаторах под давлением водорода высокую изомеризующую активность проявляют алюмосиликатхромовый и алюмосиликатвольфраммолибденовый катализаторы. Катализатор с оксидом хрома нестабилен и поэтому не применяется в промышленности. Катализатор на основе широкопористого алюмосиликата (60% SiO_2 и Al_2O_3), содержащего по 7,5% WO_3 и MO_3 от массы алюмосиликата нашёл промышленное применение (процесс Leuna-Werke). Этот катализатор не изомеризует этилбензол, поэтому его можно использовать только для реакционной смеси с содержанием этилбензола не выше 10% (желательно до 5%). При более высоком содержании этилбензола его необходимо выделять. Наилучшие условия для изомеризации ксилолов на этом катализаторе следующие: 390-410°С, 4 МПа, соотношение водорода и углеводородов 1000 м³ на 1 м³ сырья, объёмная скорость подачи сырья 1 $ч^{-1}$.

При изомеризации ароматических углеводородов C_8 под давлением водорода на платиновых катализаторах одновременно протекают реакции гидрирования ароматических углеводородов, деструкции и дегидрирования нафтеновых углеводородов, деалкилирования и диспропорционирования ароматических углеводородов, коксообразования. Удельный вес каждой из этих реакций зависит от типа применяемого катализатора, условий проведения процесса и состава исходного сырья. Изомеризация метаксилола на катализаторе Pt на Al_2O_3, Pt на фторированном или галогенированном оксиде алюминия не имеет преимуществ перед алюмосиликатами. Эти катализаторы не активируют изомеризацию этилбензола. Алюмосиликатплатиновый катализатор проявляет высокую активность и селективность при изомеризации диметилбензолов. Особенностью алюмосиликата, содержащего платину, является то, что он активирует не только миграцию метильных групп, но и изменение структуры алкильных заместителей. В процессе изомеризации ароматических углеводородов C_8, содержащих этилбензол, можно получить близкую к термодинамически равновесной смесь диметилбензолов при высокой селективности процесса, при глубине превращения этилбензола ≈25%. Изомеризацию диметилбензолов целесообразно осуществлять при более низком парциальном давлении водорода, при к-ром ароматические углеводороды будут гидрироваться в минимальной степени. В этом случае процесс будет протекать с более высокой селективностью.

Катализаторы Pt-цеолит активны при более низких температурах, чем аморфные алюмосиликаты, содержащие и не содержащие платину. С ростом соотношения SiO_2:Al_2O_3 до определённого значения активность цеолитов в изомеризации увеличивается. При изомеризации ароматических углеводородов нанесение благородного металла на СВК-цеолит позволяет проводить процесс при 300-400°С и давлении водорода 3,5-6 МПа, причём для ксилолов состав продуктов приблизительно такой же, как на других алюмосиликатных катализаторах, содержащих платину. Промотирование платины проводят теми же металлами, что при платформинге или изомеризации насыщенных углеводородов: рением, иттрием, оловом, железом, кобальтом или никелем.

Низкотемпературный процесс изомеризации ксилолов в жидкой фазе на твёрдом катализаторе. Процесс изомеризации ксилолов осуществляется в присутствии цеолитного катализатора при 200-260°С, давлении 2-2,2 МПа и объёмной скорости подачи сырья 3 $ч^{-1}$. Поскольку этилбензол на этом катализаторе не превращается в ксилолы, большую его часть удаляют при разгонке сырья, а на изомеризацию подают ксилольную фракцию, очищенную от этилбензола. В реактор поступает сырьё, предварительно пропущенное через сепаратор, предназначенный для выдепе-

ния параксилола, и поэтому обеднённое этим изомером. В начале в реакторе поддерживается т-ра 200°С, а затем по мере увеличения продолжительности пробега катализатора её постепенно поднимают до 260°С для поддержания его активности. После достижения этой т-ры катализатор регенерируют.

Чтобы предотвратить потери ксилолов, обусловленные реакцией диспропорционирования, и сохранить глубину конверсии, близкую к равновесной, в исходную смесь перед подачей в реактор добавляют 10-20% толуола. Введение толуола не только подавляет нежелательные побочные превращения ксилолов, но и увеличивает их выход, так как толуол на том же катализаторе частично диспропорционирует, образуя бензол и ксилолы. Из продуктов изомеризации выделяют бензол и рециркулирующий толуол, а смесь ксилолов направляется в блок разделения. Степень конверсии метаксилола за проход превышает 30%, расход толуола составляет 1-2% от его загрузки, суммарное количество побочных продуктов (C_6+C_9) около 2% (Процесс LTI разработан фирмой Mobil Chemical Co, США).

Процессы изомеризации ксилолов в газовой фазе на твёрдых катализаторах. Наибольшее распространение в промышленности получили газофазные процессы с твёрдыми катализаторами. Различные модификации процессов отличаются составом используемого катализатора, методами выделения параксилола (кристаллизация, адсорбция). В большинстве процессов используют неподвижный слой катализатора, но есть процессы с движущимся слоем катализатора.

Процесс с движущимся слоем катализатора. Схема процесса изомеризации с движущимся слоем шарикового алюмосиликатного катализатора такая же, как и для каталитического крекинга. Поскольку в процессах с непрерывной циркуляцией катализатора через реактор активность его поддерживают на высоком уровне, изомеризация проходит при относительно низких для газофазного процесса т-рах (380-400°С) и атмосферном давлении. Катализатор после реактора направляют в регенератор, на выходе из которого т-ра зёрен алюмосиликата достигает 500-550°С, что позволяет использовать теплоту регенерации для подогрева сырья. Исходным сырьём служит технический ксилол, полученный в процессе диспропорционирования и характеризующийся почти полным отсутствием этилбензола, к-рый в присутствии алюмосиликатных катализаторов не изомеризуется, а подвергается только крекингу и диспропорционированию. Большие капиталовложения и эксплуатационные затраты на сооружение установки с движущимся слоем оправдывают себя лишь при её очень высокой производительности. (Процесс ARCO фирмы Atlantic Richfield Co– США).

Процессы с неподвижным слоем катализатора.

Процесс компании ICI (Великобритания). Изомеризацию ксилолов проводят на цеолитном катализаторе при относительно низкой т-ре; высокое давление водорода обеспечивает стабильную длительную работу катализатора, к-рый частично изомеризует этилбензол в ксилолы. Параксилол выделяют двухстадийной кристаллизацией, позволяющей получать такой же отбор, как и при адсорбции (≈90%). Суспензию с первой стадии кристаллизации (при т-ре –40...–50°С, охлаждение при помощи этиленовых установок) разделяют на центрифуге. Кристаллическую фазу направляют на вторую стадию кристаллизации (при –20°С, охлаждение при помощи пропановой установки). Фильтрат возвращают на первую стадию, а кристаллы промывают толуолом, расплавляют и разделяют параксилол и толуол ректификацией.

Процесс изоформинг (Esso Research and Engineering Co, США). Изомеризацию ксилолов проводят под давлением водорода в присутствии цеолитного катализатора, содержащего молибден и хром. Условия процесса следующие: давление 1,4-3,5 МПа; т-ра 370-455°С; объемная скорость подачи сырья 0,5-3,0 $ч^{-1}$; мольное отношение «водород : сырьё» 3-8 : 1, концентрация водорода в циркулирующем газе не менее 85% об. Этилбензол в процессе изоформинга не изомеризуется , а подвергается реакции диспропорционирования с образованием бензола и диэтилбензола. В процессе изоформинг этилбензол выделяют или из исходного сырья, или из циркулирующего газа. Активность катализатора сохраняется постоянной около года, после чего требуется окислительная регенерация.

Процесс изомар (Universal Oil Products Co. – США). Изомеризацию ксилолов проводят на платиновом катализаторе при давлении около 3 МПа, т-ре 400-480°С, объемной скорости подачи сырья 1,0-1,5 $ч^{-1}$ и циркуляции водорода. В процессе используют адсорбционное выделение параксилола, что уменьшает циркулирующий поток. Специфика катализатора позволяет проводить изомеризацию в присутствии нафтенов, которые могут служить дополнительным источником водорода. Использование платинового катализатора в смеси с нафтеновыми углеводородами в условиях, близких к условиям термодинамического равновесия (по реакции гидрирования), позволяет осуществлять глубокую изомеризацию этилбензола. В процессе изомар можно перерабатывать сырьё с содержанием до 40% этилбен-

зола и селективностью по целевым ксилолам выше 90% даже при частичной рециркуляции ортоксилола. Без рециркуляции ортоксилола получают примерно равные количества пара- и ортоксилола с селективностью около 95%.

Процесс октафайнинг (Adiantie Refining Co Engelhard Inc. – США) (**рис. И-1**). Процесс проводят на платиносодержащем катализаторе при давлении 1,0-1,5 МПа, т-ре 375-425°С, объёмной скорости подачи сырья 2-4 $ч^{-1}$ и мольном соотношении «водород : сырьё» от 5:1 до 10:1. Содержание этилбензола в сырье не нормируется – в процессе 60-80% его превращается в ксилолы. Однако при повышенной концентрации этилбензола в сырье увеличивается расход водорода и степень закоксовывания катализатора. При низком (5%) содержании этилбензола селективность процесса по сумме целевых пара- и ортоксилола составляет почти 95%, а при высоком (31%) – всего 87%. При рециркуляции ортоксилола, получают параксилол с селективностью 80%.

Исходное сырьё – смесь ароматических углеводородов C_8 вместе со стабильным продуктом изомеризации поступает на установку выделения ортоксилола *8* и далее параксилола *1*. Маточный раствор, полученный после низкотемпературного выделения параксилола в смеси с циркулирующим ВСГ, нагревается в печи *2* и поступает в реактор изомеризации *4*. Продукты реакции после охлаждения в холодильнике *5* разделяются на жидкую и газовую фазы в газосепараторе *6*. Газовая фаза – циркулирующий ВСГ – компрессором *3* вновь подается в реакционную зону, а жидкая фаза поступает на стабилизацию в колонну *7*. С верха колонны отводят продукты деструкции (парафиновые углеводороды C_1-C_5, а в виде бокового погона – ароматические углеводороды C_5, C_7 и продукты гидрирования ароматических углеводородов. Продукты диспропорционирования – ароматические углеводороды C_{9+} – выводят на установку выделения ортоксилола. Процесс октафайнинг является в мировой практике наиболее распространённым.

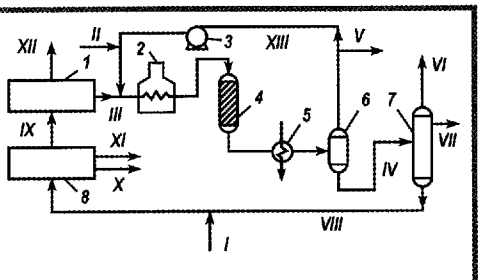


Рис. И-1. Принципиальная технологическая схема комплекса установок получения пара- и ортоксилола с использованием процесса октафайнинг:

1 – установка выделения параксилола методом низкотемпературной кристаллизации; *2* – трубчатая печь; *3* – компрессор для циркуляции ВСГ; *4* – реактор; *5* – холодильник; *6* – газосепаратор высокого давления; *7* – стабилизационная колонна; *8* – установка выделения ортоксилола.

Потоки: *I* – исходное сырьё; *II* – свежий ВСГ; *III* – маточный раствор; *IV* – жидкие продукты изомеризации; *V* – ВСГ (сброс); *VI* – парафиновые углеводороды C_1-C_5; *VII* – парафиновые и нафтеновые углеводороды C_{6+}, бензол, толуол; *VIII* – стабильный продукт изомеризации; *IX* – поток, поступающий на выделение параксилола; *X* – ароматические углеводороды C_{9+}; *XI* – ортоксилол; *XII* – параксилол; *XIII* – циркулирующий ВСГ

ИЗОМЕРИЗАЦИЯ н-ПАРАФИНОВЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ C_4-C_6 – каталитический процесс, предназначенный для повышения октанового числа пентан-гексановых фракций, выкипающих до 70°С, и получения индивидуальных изопарафиновых углеводородов – изобутана и изопентана – из *н*-бутана и *н*-пентана для увеличения ресурсов сырья при синтезе изопренового каучука. Кроме того, изобутан используется для алкилирования и для получения изобутилена при синтезе МТБЭ, изопентаны и изогексаны – как компоненты автомобильного бензина.

Теоретические основы. Процесс И.н-п.у. C_4-C_6 относится к процессам избирательного катализа, характеризующимся протеканием реакции с перестройкой молекулы, но без изменения в ней числа атомов. Реакции изомеризации парафинов являются равновесными, происходят без изменения объёма, поэтому термодинамическое равновесие зависит только от т-ры: низкие т-ры благоприятствуют образованию более разветвлённых изомеров. Изомеризация протекает с небольшим выделением теплоты (от 2 до 20 кДж/моль); теплота мало изменяется с температурой. Кинетика и механизм реакции зависят от типа катализатора и условий проведения процесса.

На бифункциональных катализаторах, обладающих дегидро-гидрирующей и кислотной активностями, вначале происходит дегидрирование *н*-парафина на металлических центрах. Образовавшийся олефин на кислотном центре превращается в карбений-ион, к-рый легко изомеризуется. Изомерные карбений-ионы, возвращая протон кислотному центру катализатора, превращаются в соответствующие олефины, к-рые затем гидрируются на металлических центрах катализаторов.

Активные центры как металлические, так и кислотные в отсутствие водорода быстро отравляются в результате закоксовывания катализатора. Изомеризация *н*-парафиновых углеводородов

сопровождается побочными реакциями крекинга и диспропорционирования. Для подавления этих реакций и поддержания активности катализатора на постоянном уровне процесс проводится при давлении водорода 2-4 МПа и в присутствии водородсодержащего газа (ВСГ).

Катализаторы. Промышленные катализаторы И.н-п.у. C_4-C_6 являются каталитическими бифункциональными системами «металл-носитель». В качестве металлического компонента используют платину или палладий, в качестве носителя – фторированный или хлорированный оксид алюминия, аморфные или кристаллические алюмосиликаты (декатионированные формы фожазита типа Y, содержащие редкоземельные элементы, и морденит в декатионированной форме), внесённые в матрицу оксида алюминия, а также (с конца 90-х гг XX века) сульфатированные оксиды металлов (ZrO_2, TiO_2 и др.). Механизм действия и условия работы катализатора зависят от природы носителя и способа его промотирования. Алюмоплатиновые фторированные катализаторы позволяют осуществлять процесс изомеризации при 340-420°С и называются **высокотемпературными.** Металл-цеолитные катализаторы используют при 230-340°С (в зависимости от типа цеолита) и называют **среднетемпературными.** Цеолитные катализаторы обладают повышенной устойчивостью к воздействию серы, воды, азота и легко восстанавливаются после проведения регенерации. Алюмоплатиновые катализаторы, промотированные хлором, применяют при 100-220°С и называют **низкотемпературными.** Платиновые сульфатированные оксиды металлов также относятся к низкотемпературным катализаторам (т-рный диапазон работы 120-180°С). Последние отличаются высокой устойчивостью к действию микропримесей серы, азота и влаги в отличие от хлорированных катализаторов. Для ограничения примесей достаточно традиционной гидроочистки, а возможные проскоки не приводят к безвозвратной дезактивации катализаторов.

Технологии процесса. Существует несколько технологий, различия обусловлены свойствами применяемых катализаторов, условиями ведения процесса, принятой технологической схемой («за проход» или с рециклом непроконвертированных *н*-парафиновых углеводородов).

Изомеризация н-бутана. Сырьём служат н-бутан или нефтяные бутаны (смесь изомеров с установки ГФУ). Бутаны не должны содержать олефинов, т.к. они дезактивируют катализатор. Низкотемпературная изомеризация н-бутана проводится в газовой фазе при давлении водорода на неподвижном слое алюмоплатинового хлорированного катализатора при 150–220°С. Выход изобутана за проход составляет свыше 50%. Высокая селективность катализатора сводит побочные реакции до минимума: выход продуктов реакции, содержащих бутаны, достигает 97%, соответственно низок расход водорода. Отсутствие побочных реакций обеспечивает малое коксообразование, допускает поддержание низкого мольного отношения «водород : сырьё» без отрицательного влияния на продолжительность работы катализатора.

Изомеризация с рециркуляцией непрореагировавшего *н*-бутана осуществляется по следующей схеме: сырье и продукты реакции после стабилизации поступает в колонну деизобутанизации *1* (**рис. И-2**), где выделяется продукт нужной степени чистоты. *н*-Бутан смешивается с циркулирующим ВСГ, нагревается в печи до т-ры реакции и поступает в реактор *3*. Продукты реакции охлаждаются и направляются в сепаратор высокого давления *6*, откуда газ вместе с небольшими количествами свежего водорода возвращается в реактор *3*. Жидкие продукты реакции направляются из сепаратора в стабилизационную колонну *2*, откуда сверху небольшое количество газообразных продуктов (водород, этан и пропан) поступает в топливную сеть, а кубовый продукт – в изобутановую колонну *1*. К сырью, поступающему в реактор, добавляются небольшие количества хлорорганического соединения для поддержания активности катализатора на постоянном уровне и возмещения потерь хлороводорода с головной фракцией колонны стабилизации. Основная часть оборудования выполнена из углеродистой стали.

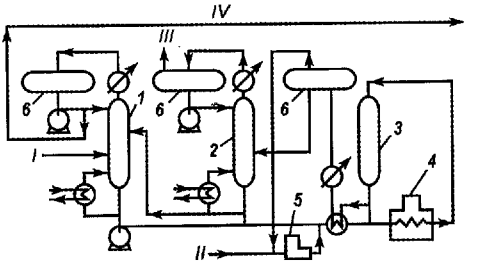


Рис. И-2. Принципиальная схема установки изомеризации *н*-бутана:

1 – колонна деизобутанизации; *2* – колонна стабилизации; *3* – реактор; *4* – печь; *5* – циркуляционный компрессор; *6* – газожидкостные сепараторы.

Потоки: *I* – сырьё; *II* – водород; *III* – газ в топливную сеть; *IV* – изобутан

Изомеризация *н*-бутана без циркуляции водорода – высокоэффективная технология получения изобутана, не требующая применения сепаратора или циркуляционного компрессора. Процесс (Butamer) разработан фирмой UOP (США). В схеме предусмотрено два реактора, соединённых последовательно (**рис. И-3**): один реактор находится в рабочем режиме, а в другом может происходить замена катализатора. В стабилизационной колонне целевой продукт реакции освобождается от лёгких газов. Стабилизат близок к термодинамически равновесной смеси изобутана и *н*-бутана с небольшим количеством более тяжёлых фракций. В данном процессе крекируется менее 1% бутанового сырья.

Установку Butamer часто совмещают с установкой алкилирования. В этом случае на установку Butamer подают боковую фракцию (в основном *н*-бутан) из колонны отгонки изобутана, а стабилизированный продукт изомеризации направляют в эту колонну. Непревращённый *н*-бутан, вместе с *н*-бутаном из свежего сырья и *н*-бутаном из процесса алкилирования, направляют на установку Butamer. Можно получить практически полное превращение *н*-бутана в изобутан.

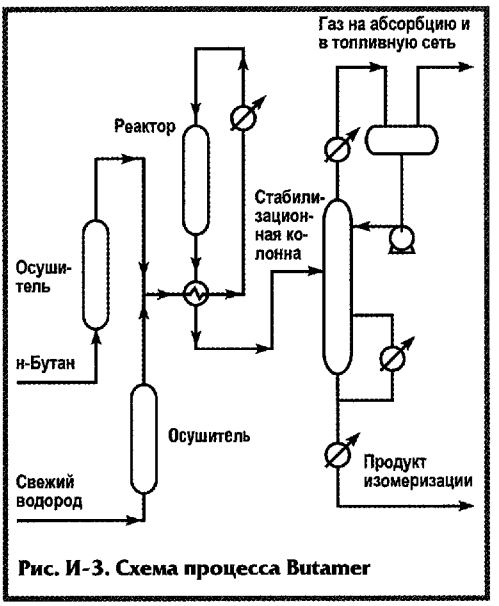


Рис. И-3. Схема процесса Butamer

Изомеризация C_5, C_6-парафиновых углеводородов. Из-за возрастающих требований к качеству автомобильных бензинов этот процесс находит всё большее распространение на отечественных предприятиях нефтепереработки.

Сырьём установок изомеризации, на к-рых получают высокооктановые компоненты автобензинов, служит узкая прямогонная фракция НК–70°С (пентан-гексановая), а также фракции лёгкого бензина гидрокрекинга, рафината после экстракции ароматических углеводородов и лёгкого бензина из газового конденсата. В продуктах реакции изомеризации содержится 2-3% газообразных углеводородов. В зависимости от количества рециркулята ОЧи *изомеризата* меняется от 80 до 91, при этом чем больше энергетические затраты (фракционирование, рециркуляция непроконвертированных *н*-парафинов), тем больше ОЧи.

Основные реакции (в скобках приведенны ОЧи углеводородов).

Изомеризация парафиновых углеводородов:

н-пентан (61,7) ↔ изопентан (92,3);

н-гексан (24,8) ↔ 2-метилпентан (73,4) или 3-метилпентан (74,5) ↔ 2,2-диметилбутан (91,8) или 2,3-диметилбутан (101,7).

Превращения нафтеновых углеводородов:

циклогексан (84) ↔ метилциклопентан (96) ↔ гексан ↔ 2-метил- или 3-метилпентан ↔ 2,2- или 2,3-диметилбутан.

Превращения ароматических углеводородов:

бензол (120) ↔ циклогексан (84) ↔ метилциклопентан (96) ↔ гексан ↔ 2- или 3-метилпентан ↔ 2,2- или 2,3-диметилбутан.

Гидрокрекинг парафиновых углеводородов:

пропан + пропан

□

гексан → бутан + этан

↓

пентан + метан.

Для оценки ожидаемых результатов изомеризации необходимо учитывать равновесный характер реакций и зависимость равновесия от т-ры процесса. Реакции изомеризации обратимы, и более низкие т-ры в реакторе способствуют образованию высокооктановых изомеров разветвлённого строения.

Известны технологии низко-, средне- и высокотемпературной изомеризации лёгких бензиновых фракций (**табл. И-1**).

Высокотемпературный процесс изомеризации – весьма энергоёмок и характеризуется низкими технико-экономическими показателями. С начала XXI века в России введены в эксплуатацию установки среднетемпературной изомеризации на базе цеолитных катализаторов и низкотемпературной – с использованием хлорированных, а в последствии и на основе сульфатированного диоксида циркония.

Изомеризация на хлорированном катализаторе.

Давление – 3-3,5 МПа, т-ра – 120-150°С, катализатор – фирменный алюмоплатиновый IS 614 A, промотированный хлором. В отличие от других хлорированных катализаторов IS 614 A

И-1. Сравнительная характеристика процессов изомеризации

Показатели	Изомеризация			
	низкотемпературная (120-180°С)		среднетемпературная (250-300°С)	высокотемпературная (340-380°С)
Тип носителя в катализаторе	Хлорированный оксид алюминия	Сульфатированный диоксид циркония	Цеолиты типа морденит, бета	Фторированный оксид алюминия
Содержание платины в катализаторе, % масс.	0,3	0,3-0,4	0,3-0,4	0,3-0,4
Содержание воды в сырье и циркуляционном ВСГ, мг/кг, не более	1	30 (100)*	50 (200)*	1
Содержание в сырье, мг/кг, не более:				
серы	1,0	5,0 (100)*	10,0 (100)*	1,0
азота	0,1	1,0	2,0	0,1
ОЧи изомеризата "за проход"	80-83	82-84	77-80	73-76

* краткоеременно

способен к двум-трем регенерациям. Процесс отличается низкой энергоёмкостью, высокими эффективностью и рентабельностью.

В состав установки (**рис. И-4**) входят блоки подготовки сырья и изомеризации. Сырьём блока изомеризации является фракция 30-70°С, к-рая выделяется из фракции, выкипающей до 85°С (НК–85°С), поступающей с установки гидроочистки бензина. Для получения целевой фракции предусмотрен блок подготовки сырья, включающий ректификационную колонну *1*. Сверху колонны отбирается газ C_3, C_4, направляемый в топливную сеть завода. Целевая фракция 30-70°С (боковой погон) поступает в сырьевую ёмкость блока изомеризации. Нижний продукт – фракция 70-85°С – выводится с установки в парк. Влага и соединения серы – сильные яды для катализатора, поэтому сырьё проходит очистку от серы на специальном адсорбенте в реакторе *2*. Влага из сырья и ВСГ перед подачей их в реакторы удаляются на молекулярных ситах соответственно в адсорберах *3* и *4*. Адсорберы работают последовательно. Периодически по показанию влагомера один из двух (из каждой пары) выводится на регенерацию. Регенерация осушителей (на схеме не приведена) осуществляется парами товарного изомеризата, полученными в испарителе и перегретыми в электроподогревателе. Выходящие из адсорбера пары конденсируются в воздушном конденсаторе-холодильнике и выводятся в линию товарного изомеризата.

Осушенное сырьё и ВСГ смешиваются с рециркулятом и последовательно проходят через два реактора изомеризации *6*. Подача ВСГ регулируется в зависимости от расхода сырья. В поток смеси сырья и ВСГ дозировочным насосом подаётся также тетрахлорэтилен для восполнения хлорида в составе катализатора. Изомеризат поступает в колонну стабилизации *7* для удаления лёгких фракций. Тепло в низ этой колонны подводится через термосильфонный испаритель. В качестве греющего агента используется водяной пар с избыточным давлением 1 МПа. Подача пара в рибойлер регулируется по т-ре.

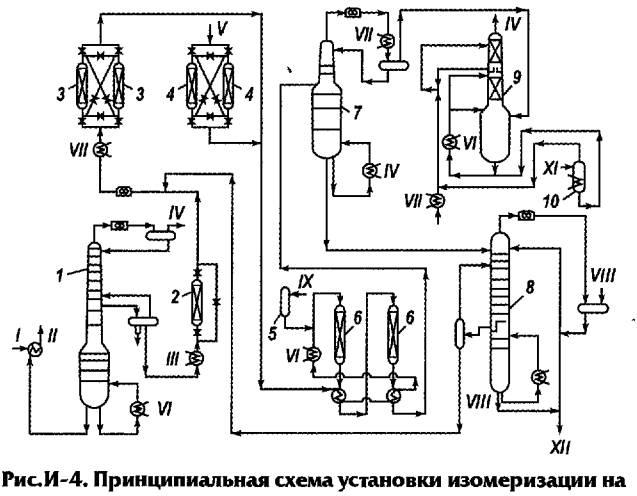


Рис.И-4. Принципиальная схема установки изомеризации на хлорированном катализаторе:

1 – ректификационная колонна; *2* – реактор гидроочистки; *3* – адсорбер осушки сырья; *4* – адсорбер осушки водорода; *5* – емкость для тетрахлорэтилена; *6* – реактор изомеризации; *7* – стабилизационная колонна; *8* – деизогексанизатор; *9* – скруббер; *10* – емкость шелочи.

Потоки: *I* – фракция НК–85°С; *II* – фракция 70-85°С; *III* – фракция 30-70°С; *IV* – топливный газ; *V* – водородсодержащий газ; *VI* – водяной пар; *VII* – оборотная вода; *VIII* – азот; *IX* – тетрахлорэтилен; *X* – конденсат водяного пара; *XI* – щелочь; *XII* – изомеризат; *XIII* – рециркулят

Стабилизат поступает в колонну *8* деизогексанизации, в к-рой отделяются низкооктановые метилпентаны и непрореагировавший *н*-гексан, последние возвращаются в реакторы изомеризации *6*, что позволяет получить изомеризат с ОЧи более 88. Газ, выходящий сверху колонны стабилизации *7*, содержит хлористый водород. Для его нейтрализации установлен насадочный скруббер *9*, орошаемый 10%-ным раствором щелочи. Очищенный газ промывается водой и сбрасывается в топливную сеть завода. Скруббер состоит из двух насадочных секций для промывки щелочью и водой. Обе секции заполнены кольцами Рашига. Циркуляция щелочи ведётся через теплообменник, предназначенный для поддержания т-ры газа во избежание конденсации углеводородов. Т-ра на выходе поддерживается регулированием подачи пара. Отработанный раствор щелочи (содержание NaOH 2-4% масс.) периодически обновляется свежим. Газ сверху скруббера направляется в топливную сеть завода или на факел.

Изомеризация на цеолитных и цирконийсодержащих катализаторах. К преимуществам (по сравнению с использованием хлорированных катализаторов) относятся простота технологии, отсутствие постоянных сбросов в атмосферу и сточных вод, отсутствие в реакционной среде коррозионно-активных веществ.

На отечественных установках изомеризации широко используются импортные цеолитные катализаторы HYSOPAR (компания Sud-Chemie), IP-632 – (компания Axens), а так же отечественный цеолитный катализатор ИПМ-02 (ОАО «ВНИИНефтехим»). Цеолитный катализатор представляет собой платину, нанесённую на цеолит (морденит). Он не требует галогена или промотора, работает при 250-270°С и давлении 1,8-3,5 МПа (избыт.). На цеолитных катализаторах продукт получается с более низким ОЧи (см. табл. И-1), чем на хлорированном. Однако они обладают повышенной устойчивостью к воздействию серы, воды, азота и легко восстанавливаются после проведения регенерации. Продолжительность межрегенерационного периода – 2-3 года.

В 1996 г. в США (компания UOP – процесс Пар-Изом) был разработан новый тип катализатора на основе сульфатированного диоксида циркония марки LPI-100, а в 2003 г. – марки PI-242. Катализатор работает в той же области температур, что и хлорированный, полностью восстанавливается при использовании окислительной регенерации, аналогично той, к-рая существует для цеолитных катализаторов.

Отечественным аналогом цирконийсодержащего катализатора является катализатор СИ-2, разработанный ОАО НПП «Нефтехим». Цирконийсодержащий катализатор может быть использован на действующих установках изомеризации, предназначенных для работы на цеолитных катализаторах.

Режим процесса: давление – 2-3 МПа, т-ра – 120-160°С, объёмная скорость подачи сырья – 2-4 $ч^{-1}$, кратность циркуляции – 500-600 $нм^3/м^3$. Катализатор СИ-2 имеет низкую коксуемость и высокую стабильность, межрегенерационный период 2-3 года, общий срок службы 8-10 лет. Отличается уникальной сероустойчивостью, что позволяет проводить процесс без предварительной гидроочистки сырья. В этом случае ОЧи изомеризата снижается примерно на 2 пункта, но межрегенерационный период составляет не менее 12 мес. Экономически целесообразны варианты с рециркуляцией низкооктановых изомеров и получением изомеризата с ОЧи=89...91. Технология «Изомалк-2» (**рис. И-5**) с использованием катализатора СИ-2 обеспечивает прирост ОЧи (по отношению к сырью) «за проход» на 11-14 пунктов, с рециркуляцией *н*-пентана – на 12-16 пунктов, с деизогексанизацией и рециркуляцией гексанов – на 17-20 пунктов, с рециркуляцией гексанов и *н*-пентана – на 18-24 пункта. Для разделения нормальных и изопарафиновых углеводородов используется чёткое фракционирование.

В российских нефтяных компаниях становится также популярным процесс Пар-Изом (компании UOP). За рубежом распространение получили процессы среднетемпературной и низкотемпературной изомеризации. Модификации процесса различаются: 1) схемами водородного контура, т.е. схемы с циркуляцией ВСГ и схемы подачи ВСГ «на проток»; 2) по глубине изомеризации: схемы

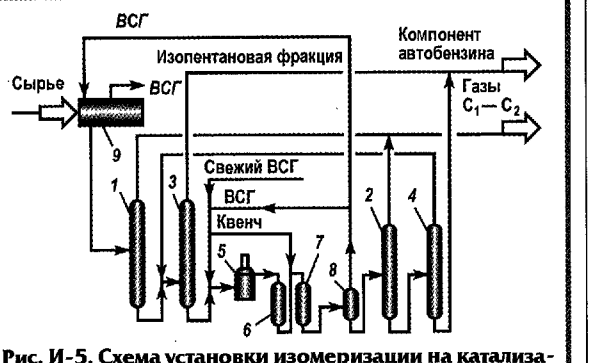


Рис. И-5. Схема установки изомеризации на катализаторе СИ-2 с рециркуляцией н-пентана:

1 – отпарная колонна; *2* – стабилизационная колонна; *3* – деизопентанизатор; *4* – гексановая колонна; *5* – печь; *6*, *7* – реакторы; *8* – сепаратор, *9* – блок гидроочистки

без рециркуляции непрореагировавших парафиновых углеводородов C_5, C_6 и схемы с блоками разделения углеводородов *н*-C_5, *изо*-C_5, *изо*-C_6 и рециркуляцией *н*-C_5 и/или *н*-C_6. Для разделения нормальных и изопарафиновых углеводородов C_5, C_6 чаще всего используется чёткое фракционирование или разделение на молекулярных ситах.

Процесс Penex (ПЕНЕКС) – разработан компанией UOP. Технология изомеризации C_5, C_6-алканов. В процессе Penex можно перерабатывать сырьё с высоким содержанием циклических углеводородов C_6 и компонентов C_7. Можно также перерабатывать сырьё с заметным содержанием бензола без включения в схему узла гидрирования.

Новый вариант процесса Penex – высокоэффективная технология без циркуляции водорода и применения сепаратора или циркуляционного компрессора. Процесс предусматривает осушку ВСГ, осушку и гидроочистку сырья. Применяются специально приготовленные платиновые катализаторы, поставляемые в активированном состоянии. Процесс относится к низкотемпературным: т-ра в зоне реакции 120-205°С, давление в реакторе – 2,1-7,0 МПа и объёмная скорость подачи сырья – 2,0 $ч^{-1}$. Обычно в схеме два реактора, соединённых последовательно. При замене катализатора в одном реакторе, другой работает; это позволяет продлить пробег установки. Вместе с сырьём в реактор подаётся промотор – хлорорганическое соединение в количестве десятитысячных долей процента. Из-за отсутствия влаги в реакционной системе коррозии установки не наблюдается, что позволяет изготавливать оборудование из углеродистой стали.

ОЧи типичной бензиновой фракции C_5, C_6 может быть увеличено до 82–86 ед. при проведении процесса без рециркуляции низкооктановых парафиновых углеводородов. Если процесс проводить с возвратом непревращённых *н*-пентана, *н*-гексана и /или метилпентанов, то ОЧи можно увеличить до 87–93. UOP предлагает несколько систем разделения компонентов для циркуляции: адсорбция в паровой фазе (процесс IsoSiv), адсорбция в жидкой фазе (процесс Molex), разгонка в деизогексанизаторе или комбинация разгонки и селективной адсорбции. Комбинацию процессов изомеризации фирмы UOP и разделение изо- и нормальных алканов (процессом IsoSiv) называют процессом TIP (ТИП) – Total Isomeration Process.

Процесс Par-Isom (Пар-Изом) – разработанная компанией UOP технология изомеризации C_5, C_6-алканов на алюминий-оксидном катализаторе PI-242, не содержащем хлора и по активности приближающимся к алюмохлоридному катализатору. При использовании данного катализатора не требуется вместе с сырьём вводить органические хлориды, а в схему установки включать узел щелочной промывки. Катализатор регенерируется, он менее чувствителен к присутствию в сырье влаги и соединений серы. Активность восстанавливается после того, как проскок серы прекратится, поэтому в реакторе не нужен слой, защищающий от серы. Типичное сырьё процесса – гидроочищенный лёгкий прямогонный бензин, лёгкий газовый бензин или конденсат и лёгкий рафинат с установки экстракции бензола.

В схеме процесса предусмотрена циркуляция ВСГ и в зависимости от конкретных условий используется один или два реактора. На установке с деизогексанизатором можно вырабатывать изомеризат, ОЧи к-рого составляет 87. Под процесс Par-Isom могут быть использованы установки риформинга после их реконструкции.

Процесс Ipsorb Isom / Hexorb Isom – разработанная компанией Axens технология изомеризации C_5, C_6-алканов. Процесс Ipsorb Isom проводят с возвратом *н*-алканов в процесс изомеризации для их полного превращения и для существенного повышения ОЧ, процесс Hexorb Isom – с полным превращением *н*-алканов и со значительным превращением низкооктанового (ОЧ=75) метилпентана в изомеры для достижения максимального прироста ОЧ.

В процессе Ipsorb Isom применяют деизопентанизатор для выделения изопентана из сырья до подачи его в реактор. Вместе с сырьём в реактор вводят небольшое количество водорода. Реакцию изомеризации проводят при умеренных т-рах в присутствии алюмохлоридного катализатора ATIS2L (совместная разработка фирм Akzo Nobel и Axens). Катализатор имеет длительный срок службы. Продукт из реактора разделяют в блоке Ipsorb посредством молекулярных сит на фракции нормальных и изопарафиновых углеводородов. Технология разделения представляет собой вариант парофазной короткоцикловой адсорбции. Применение разделения на молекулярных ситах позволяет получать готовый продукт, состоящий целиком из разветвлённых углеводородов.

Процесс Hexorb Isom использует дополнительную колонну деизогексанизации, в к-рой от изомеризата, выходящего с секции молекулярных сит, отделяют диметилбутаны и низкооктановые метилпентаны.

Процессы Ipsorb и Hexorb могут являться частями постадийного проекта: сначала строится однопроходная установка изомеризации, затем последовательно к ней добавляются колонна деизопентанизации, молекулярные сита для обеспечения рециркуляции по схеме Ipsorb, затем – колонна деизогексанизации. ОЧи продукта изомеризации составляет 84–92.

ИЗОМЕРИЗАЦИЯ ОЛЕФИНОВ (C_4, C_5) широко используется в процессах нефтепереработки и нефтехимии. Миграцию двойной связи (структурная изомеризация) из α-положения в β- или γ- осуществляют в процессах получения мономеров для синтетических каучуков, при разделении смесей низших олефинов. Регулирование структурной изомеризации позволяет получать необходимые для различных синтезов олефины из спиртов. Не меньшее значение имеет такое регулирование в различных процессах переработки олефинов (сульфирование, алкилирование, гидроформилирование, гидрирование и др.). Скелетная И.о. используется в различных технических процессах – для повышения октанового числа бензина каталитического крекинга, для производства изобутена, изопентенов. Изобутен широко применяется для производства ди- и триизобутена, бутилкаучука, изопрена, синтетических моющих средств, присадок, антиокислителей и др. Практическое применение И.о. в нефтепереработке получила в процессах подготовки сырья алкилирования (структурная изомеризация – миграция двойной связи) и производства изобутена и изопентенов (скелетная изомеризация).

И.о. протекает с небольшим тепловым эффектом.

Обычно реакции И.о. разделяют на три группы: *цис-транс*-изомеризацию, структурную и скелетную. При *цис-транс*-изомеризации и скелетной изомеризации выделяется теплота. Структурная изомеризация, приводящая к *цис*-алкену-2 или *транс*-алкену-2 из алкена-1, протекает с выделением теплоты, причём во втором случае теплота процесса несколько больше. Миграция же двойной связи из β- в γ-положение без изменения пространственной конфигурации молекулы алкена протекает практически без выделения или поглощения теплоты.

Катализаторы. В присутствии гетерогенных катализаторов протекают все возможные реакции И.о.: миграция двойной связи, *цис-транс*-изомеризация, изомеризация скелета. Щелочные катализаторы (твёрдые KOH, NaOH, Na на Na_2CO_3, Na на SiO_2 или Al_2O_3, амиды металлов K, Ca и др.) являются активными катализаторами структурной изомеризации. Скелетная изомеризация протекает при более высоких т-рах и в присутствии главным образом катализаторов с сильными кислотными центрами.

Изомеризация бутена-1 в бутены-2 в присутствии оксидных кислотных катализаторов протекает при повышенных т-рах и недостаточно селективно, так как сопровождается крекингом, полимеризацией и др. Использование щелочных катализаторов позволяет проводить этот процесс селективно и при более низких т-рах, напр. при 0-100°C и давлении 0,1-7 МПа в жидкой фазе. Щелочные катализаторы готовят, нанося соединения Na или K на γ-Al_2O_3 в количестве 2-30% масс. Технический бутен-1 (98,6%-ный) изомеризуют в присутствии щелочных катализаторов (Na или K на γ-Al_2O_3) при 25-60°C, давлении 2 МПа и объёмной скорости подачи сырья 1-17 $ч^{-1}$. При объёмной скорости подачи сырья 2 $ч^{-1}$ выход бутенов-2 составляет 96,6%, при повышении её до 16 $ч^{-1}$ он снижается до 78,6%.

Более эффективным является смешанный катализатор Na+K на γ-Al_2O_3. Дезактивация катализатора может быть существенно понижена при введении в систему водорода (0,01-10 моль H_2 на 1 моль олефина) вместе с олефиновым сырьём.

Высокоселективный и стабильный щелочной катализатор изомеризации можно получить при нагревании щелочного или щёлочноземельного металла (Li, K, Na, Ru, Ce) и оксида алюминия выше т-ры плавления металла (200-500°C). Металл в количестве 2-16% масс. нагревают вместе с оксидом алюминия в атмосфере инертного газа (азот, гелий, аргон). Полученный катализатор затем активируют воздухом. И.о. проводят в жидкой фазе (при изомеризации *н*-бутенов т-ра не превышает 30°C) при давлении 0,7-2,1 МПа. Используемый щелочной катализатор стабилен на воздухе и не дезактивируется в присутствии влаги. Выход бутенов при 30°C и давлении 2,1 МПа спустя 5 мин после начала реакции составляет 93,3%, а отношение *цис*-бутена-2 к *транс*-бутену-2 – 1,07.

Изомеризация бутена-1 в бутены-2 высокоселективно протекает в присутствии оксидов металлов III–VIII групп, нанесённых в количестве 8-15% масс. на твёрдом носителе (Al_2O_3). Готовый катализатор активируют воздухом при 540°C, а затем водородом в течение 30 мин. Изомеризацию проводят в жидкой или паровой фазе при 25-100°C, давлении 0,1-5 МПа и объёмных скоростях подачи сырья 0,5-10 $ч^{-1}$. Наиболее эффективным является катализатор 2% Pd и 10% MoO_3. На нём выход бутенов-2 наибольший (93,9%), и процесс протекает при низкой т-ре (50°C).

Обычно при изомеризации бутена-1 в бутен-2 преобладают *транс*-изомеры. В ряде случаев, напр. для получения стереорегулярного каучука на основе бутадиена-1,3, необходимы *цис*-изомеры. Преобладание *цис*-бутена-2 наблюдается при изомеризации бутена-1 в присутствии цеолита 10Х (размер пор 0,8 нм). При этом процесс проводят в жидкой фазе при комнатной т-ре, давлении 2,1 МПа и объёмной скорости подачи сырья 5-15 $ч^{-1}$. Селективность его изомеризации в *цис*-бутен-2 равна 95,7%.

Для скелетной И.о. используются те же кислотные катализаторы, что и при изомеризации н-парафиновых углеводородов C_4-C_6 (оксид алюминия, модифицированный HF или HCl, металлы VIII группы на оксиде алюминия, цеолиты и др.).

Процессы И.о. (C_4, C_5).

Процесс Isom Plus (компании CDTECH и Lyondell Chemical Co.) – изомеризация углеродного скелета олефинов на специально разработанном цеолитном катализаторе (**рис. И-6**). Проводят изомеризацию *н*-бутенов в изобутен или *н*-пентенов в изопентены с почти равновесной степенью превращения, высокой селективностью и длительным циклом работы катализатора. Углеводородное бутеновое или пентеновое сырьё, напр. рафинат C_4 или C_5 (после установки МТБЭ, ТАМЭ), можно перерабатывать без разбавления паром или другими разбавителями и без введения добавок, промотирующих катализатор. Степень превращения *н*-бутенов достигает 44%, что близко к равновесию, селективность превращения в изобутен превышает 90%. Степень превращения *н*-пентенов составляет 72%, что близко к равновесию, селективность превращения в изопентены примерно 95%. После того как катализатор потерял активность, поток сырья переводят в слой активного катализатора. Закоксованный катализатор регенерируют, окисляя кокс азотно-воздушной смесью. Тяжёлые побочные продукты процесса, выход к-рых невелик, могут быть легко утилизированы в качестве компонента бензина.

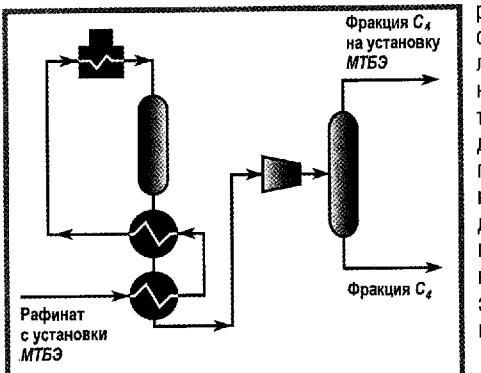


Рис. И-6. Типичная схема процесса Isom Plus

Процессы Hydrisom (фирма ConocoPhillips), Alkyfining (Axens) (**рис. И-7**) – изомеризация с перемещением двойной связи в углеводородной цепи. При этом повышается качество сырья алкилирования, что позволяет получить алкилат с повышенным октановым числом. Процесс селективного гидрирования диенов в сочетании с избирательной изомеризацией бутена-1 в бутен-2; 3-метилбутена-1 в 2-метилбутен-1 и 2-метилбутен-2 протекает в жидкой фазе в реакторе с неподвижным слоем катализатора. Процесс Hydrisom можно также приспособить для переработки сырья, в к-ром содержится до 50% и более диеновых олефинов, напр. фракции C_4 продуктов пиролиза углеводородов в присутствии водяного пара; при этом получают сырьё с высоким содержанием олефинов, пригодное для алкилирования, получения простых эфиров и для других химических производств.

Процесс проводят в проточном реакторе; для работы на потоках с обычной установки ККФ не требуется циркуляция или охлаждение. В поток олефинового сырья вводят водород, и смесь подогревается теплообменом с кубовым продуктом ректификационной колонны и/или паром низкого давления, после чего она проходит сверху вниз через неподвижный слой катализатора в реакторе. Давление в реакторе выбирают с таким расчётом, чтобы углеводороды оставались в жидкой фазе. Степень изомеризации бутен-1 составляет 70% масс. Включение установки изомеризации олефинов в схему перед установкой получения простых эфиров и/или алкилирования может обеспечить очень быструю окупаемость капиталовложений за счёт улучшения работы установки этерификации, росту выработки простых эфиров, увеличению ОЧ алкилата (увеличение ОЧи на 2 ед., а ОЧм на 1 ед.), росту выхода алкилата. Ниже приведена схема процесса Hydrisom. Схемы процессов Hydrisom и Alkyfining аналогичны.

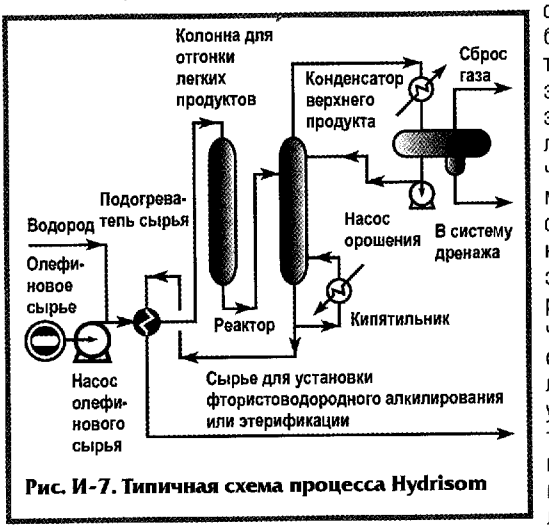


Рис. И-7. Типичная схема процесса Hydrisom

ИЗОМЕРИЗАЦИЯ ЭТИЛБЕНЗОЛА – см. *Изомеризация ксилолов и этилбензола.*

ИЗОМЕРИЯ – существование соединений (*изомеров*) одинакового состава и молекулярной массы, но различающихся строением и физико-химическими показателями.

ИЗОМОРФИЗМ – способность атомов, ионов или молекул замещать друг друга в кристаллических структурах с образованием соединений переменного состава, т.н. смешанных кристаллов или твердых растворов.

ИМИДАЗОЛИНЫ (дигидроимидазолы) – циклические амедины. Являются сильными основаниями.

ИНГИБИРОВАНИЕ – *противокоррозионная защита*, осуществляемая введением *ингибиторов коррозии* (ГОСТ 5272).

ИНГИБИРОВАННАЯ БУМАГА – бумага, содержащая *ингибитор коррозии* и применяемая для защиты металла от *атмосферной коррозии* (ГОСТ 5272, ГОСТ 9.103 ЕСЗКС).

ИНГИБИРОВАННАЯ ЗАЩИТНАЯ ЭМУЛЬСИЯ – технологическая эмульсия, содержащая *ингибитор коррозии* и используемая как *средство временной противокоррозионной защиты* при изготовлении изделий (ГОСТ 9.103 ЕСЗКС). И.з.э. называют также «защитной эмульсией».

ИНГИБИРОВАННЫЙ ПОЛИМЕРНЫЙ СОСТАВ – *средство временной противокоррозионной защиты* на основе полимеров с добавками *ингибиторов коррозии* (ГОСТ 9.103 ЕСЗКС). И.п.с. используют при *консервации* мелких металлоизделий, изделий с точно обработанными поверхностями и изделий сложной конфигурации. На защищаемую металлическую поверхность И.п.с. наносят окунанием, распылением или намазыванием кистью, если И.п.с. содержит растворитель, или окунанием в расплав И.п.с. При использовании И.п.с., содержащих органический растворитель, не допускается их попадание на неметаллические материалы и лакокрасочные покрытия. В зависимости от рецептуры применяемого И.п.с. при нанесении его на металлическую поверхность образуются твердые, мягкие, эластичные, матовые, прозрачные и полупрозрачные пленки снимаемого или не снимаемого защитного покрытия. *Снимаемое защитное покрытие* перед вводом изделий в эксплуатацию удаляют с поверхности механически.

ИНГИБИРОВАННЫЙ СМАЗОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ – смазочный материал, содержащий в своем составе *ингибиторы*.

ИНГИБИТОР – вещество, снижающее скорость химических реакций. Согласно ISO 1998/1 И. называют вещество, содержащееся в нефтепродуктах или добавляемое к ним, присутствие к-рого в малых количествах замедляет или препятствует развитию некоторых нежелательных явлений, таких как окисление и/или *коррозия*. Последние приводят к изменению цвета нефтепродуктов, образованию смол, коррозии металлических деталей и т.д. Различают *ингибиторы окисления (антиокислительные присадки)* и *ингибиторы коррозии*.

ИНГИБИТОР АТМОСФЕРНОЙ КОРРОЗИИ – *ингибитор*, снижающий *скорость коррозии металлов* в атмосферных условиях (ГОСТ 5272).

И.а.к. используются для защиты металлических изделий от *атмосферной коррозии* в процессе их изготовления, транспортирования и хранения на складах. Разнообразие объектов защиты, условий хранения и транспортирования вызывает необходимость применения различных видов И.а.к., обладающих рядом специфических свойств. Так, для изделий из черных металлов достаточно, чтобы И.а.к. защищал от коррозии только один металл. Для изделий, в составе которых имеется несколько металлов, И.а.к. должен тормозить процесс коррозии ряда металлов. В таких случаях используют *универсальные ингибиторы коррозии*. Для изделий простой конфигурации и небольших размеров применяют *контактные ингибиторы коррозии*. Для приборов и изделий сложной конфигурации, имеющих щели и зазоры, лучшее средство защиты – *летучие ингибиторы коррозии*.

И.а.к. применяют как самостоятельные средства временной противокоррозионной защиты и как компоненты (добавки), повышающие защитные свойства других средств защиты (масел, смазок, лаков, красок, полимерных материалов, ингибированных защитных эмульсий и составов).

ИНГИБИТОР КИСЛОТНОЙ КОРРОЗИИ – ингибитор, снижающий *скорость коррозии* металла в кислой среде (ГОСТ 5272).

ИНГИБИТОР КОРРОЗИИ – химическое вещество, влияющее на химические и (или) физико-химические взаимодействия между металлом и средой и способное предотвращать, уменьшать или приостанавливать *коррозию* (ISO 8044:1999).

Классификация И.к. В качестве И.к. используют неорганические (5% от общего количества) и органические (95%) химические соединения, являющиеся ПАВ.

По происхождению И.к. разделяют на естественные (природные) и искусственные (синтетические). Естественные И.к. содержатся в сырой нефти и продуктах ее переработки (азотистые основания, нафтеновые кислоты, смолы и пр.), в продуктах переработки угля, торфа, горючих сланцев, растительного и животного сырья. Искусственные И.к. получают, в основном, на базе нефтяного и синтетического сырья с использованием окисления, сульфирования, нитрования, восстановления, алкилирования, оксиэтилирования и оксипропилирования, этерификации и др. химических и нефтехимических процессов. В мире их производится и расходуется до 3 млн т/год.

По растворимости в жидких средах И.к. разделяют на *водорастворимые, водомаслорастворимые* и *маслорастворимые ингибиторы коррозии.*

По механизму защитного действия И.к. по ГОСТ 5272 разделяют на *анодные, катодные* и *анодно-катодные ингибиторы коррозии.*

Ю.Н.Шехтер на основании изучения объемных и поверхностных свойств маслорастворимых ПАВ предложил классифицировать маслорастворимые И.к. не по признаку замедления ими анодной или катодной электрохимической реакции, а по адсорбционно-хемосорбционному признаку. Согласно этим представлениям различают *маслорастворимые ингибиторы коррозии хемосорбционного типа* и *маслорастворимые ингибиторы коррозии экранирующего (адсорбционного) действия.* Первые разделяют на *маслорастворимые ингибиторы коррозии донорного* (см. также *Анодный ингибитор коррозии*) и *акцепторного* (см. также *Катодный ингибитор коррозии*) *действия.*

По способу и области применения различают *контактные, летучие, универсальные ингибиторы коррозии, ингибиторы атмосферной, кислотной, щелочной коррозии* и *ингибиторы коррозии в нейтральных средах.*

И.к. являются самым распространенным *средством противокоррозионной защиты* и применяются в различных отраслях промышленности. Так, длительное хранение техники, дальние морские и железнодорожные перевозки изделий из металла невозможны без использования ингибиторов атмосферной коррозии и ингибированных смазочных материалов. В металлообрабатывающей промышленности для ингибирования *СОТС* широко используют водо- и водомаслорастворимые И.к. Применение летучих И.к. позволяет осуществить временную противокоррозионную защиту сложных приборов и оборудования, крупногабаритных изделий из различных металлов и неметаллических материалов. Ингибиторы кислотной коррозии применяют при химической очистке различных металлоизделий от технической окалины (травление металлов), химической очистке оборудования, в нефтегазодобывающей промышленности при добыче, подготовке, хранении и транспортировании сероводородсодержащих природного газа и нефти, при кислотной обработке скважин и т.д. В промышленных системах водоснабжения, при перекачке сточных вод широко используются И.к. в нейтральных средах.

В практике применения И.к. для улучшения *защитных свойств нефтепродуктов* специалисты часто используют термины *ингибитор ржавления* и/или *антиржавийная* (*противоржавийная*) *присадка* (в литературе также встречается термин *антиржавеющая присадка*). Следует отметить, что эти термины являются устаревшими и их не рекомендуется применять.

ИНГИБИТОР КОРРОЗИИ В НЕЙТРАЛЬНЫХ СРЕДАХ – ингибитор, снижающий *скорость коррозии* металла в нейтральных средах (ГОСТ 5272).

ИНГИБИТОР ОКИСЛЕНИЯ – см. *Антиокислительные присадки к маслам.*

ИНГИБИТОР РЖАВЛЕНИЯ – *ингибитор коррозии*, к-рый при введении в топливо или смазочное масло замедляет или устраняет *электрохимическую коррозию* черных металлов (стальных и чугунных поверхностей механизмов) в присутствии влаги. Термин И.р. устарел и имеет ограниченное использование.

ИНГИБИТОР ЩЕЛОЧНОЙ КОРРОЗИИ – ингибитор, снижающий *скорость коррозии* металла в щелочной среде (ГОСТ 5272).

ИНДЕКС ВЯЗКОСТИ – безразмерная величина, рассчитываемая по кинематической вязкости масла при 40 и 100°С.

ИНДЕКС ЗАДИРА ПЛАСТИЧНОЙ СМАЗКИ – см. *Противозадирные свойства пластичных смазок.*

ИНДЕКС ПАРОВОЙ ПРОБКИ – показатель летучести, учитывающий два фактора: фракционный состав ($И_{70}$) – объем испарившегося при 70°С бензина, %; ДНП, кПа. Рассчитывается по формуле:

$$ИПП=10ДНП+7И_{70}.$$

Тесная связь этого показателя с ходовыми качествами современных автомобилей статистически определена по данным проведения специальной программы дорожных испытаний. Предельные значения зависят от класса испаряемости и регулируются европейскими нормами EN-228 и отечественными стандартами на автомобильные бензины: ГОСТ 51105, ГОСТ 51866 и др.

ИНДЕКС ПЕНЕТРАЦИИ (ИП) – характеристика степени коллоидности нефтяных битумов или отклонение его от состояния чисто вязкостного. Определяют по эмпирической формуле:

$$ИП=30/1+50A-10,$$

где $A=2{,}9031-\lg П_{25}/T_Р-25$ (здесь $П$ – глубина проникания иглы при 25°С; $T_Р$ – т-ра размягчения по методу КиШ).

По этой формуле составлена номограмма (ГОСТ 22245, прил. 2), по к-рой можно быстро определить ИП при известных значениях $П_{25}$ и $T_Р$. По ИП нефтяные битумы делят на три группы:

1. ИП менее –2. Такие битумы не имеют дисперсной фазы или содержат сильно пептизированные асфальтены. Эластичность этих битумов очень мала;

2. ИП от –2 до +2 (остаточные и малоокисленные битумы);

3. ИП более +2. Битумы имеют высокую эластичность и резко выраженные свойства гелей.

В Европейские нормы на нефтяные битумы ИП не включен прямо, а лишь косвенно – через требования к *пенетрации* и *т-ре размягчения нефтяного битума*. Сам по себе ИП не гарантирует качество битума, в то время как нормативы пенетрации и т-ры размягчения установлены таким образом, что они ограничивают термочувствительность битума. В этой связи Европейским стандартом EN 12591 ИП исключен из числа показателей обязательных для определения.

ИНДЕКС ПЕРЕГОНКИ – расчетный показатель *испаряемости бензина*, характеризующий влияние фракционного состава (контрольных точек фракционной разгонки) и наличия спиртов в автомобильном бензине на ездовые (ходовые) качества и выброс несгоревших углеводородов:

$ИП = 1{,}5T_{10} + 3T_{50} + T_{90} + 11O_2$,

где T_{10}, T_{50}, T_{90} — т-ры перегонки 10, 50, 90% об. бензина, °С; O_2 – содержание спиртов в пересчете на кислород, % масс.

ИНДУКЦИОННЫЙ ПЕРИОД – показатель для оценки относительной стабильности автомобильных бензинов при хранении. Характеризует склонность бензинов к окислению и смолообразованию. Сущность метода определения заключается в измерении времени, в течение к-рого бензин, находящийся в герметичной бомбе (из коррозионностойкой стали) в среде кислорода при давлении ≈1 МПа и т-ре 100°С, не подвергается заметному окислению, т.е. до момента начала интенсивного поглощения кислорода (ГОСТ 4039, ASTM D 525, IP 40, DIN 51780, ISO 7536). Норма И.п. для автобензинов по ГОСТ Р 51105 – не менее 360 мин., для бензинов, предназначенных для длительного хранения, – не менее 1200 мин.

ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ МАСЛА – группа смазочных масел, предназначенных для обеспечения работоспособности машин и механизмов в различных отраслях промышленности.

И.м. должны:

• обеспечивать снижение трения и износа трущихся частей металлорежущих станков, прессов, бумагоделательных машин, ткацких станков и веретен, прокатных и волочильных станов, перфораторов, сепараторов, машин и оборудования, в которых используются различные редукторы и подшипники;

• отводить теплоту от узла трения, защищать детали от коррозии, очищать поверхности трения от загрязнения, быть уплотняющим средством, не допускать образования пены при контакте с воздухом, предотвращать образование стойкой эмульсии с водой или быть способными эмульгировать, хорошо фильтроваться через фильтрующие элементы, быть нетоксичными, не обладать неприятным запахом и др.

И.м., применяемые в ответственных узлах трения, могут рассматриваться как своего рода конструкционный материал, из к-рого изготовлены смазываемые детали.

При эксплуатации И.м. подвергаются воздействию высоких т-тур и давлений, контактируют с воздухом, водой, различными металлами и агрессивными средами. В результате они окисляются – повышается вязкость, кислотное число, коррозионная активность; засоряются продуктами износа – усиливается абразивное изнашивание, ухудшается фильтрование; появляются продукты деструкции – понижается вязкость, т-ра вспышки, появляется вода и др.

И.м. работают в условиях гидродинамической и граничной смазки. Смазочное действие масел определяется их физическими, химическими и поверхностными свойствами. Если при гидродинамической смазке единственным показателем, определяющим их смазывающие свойства, является вязкость, то при граничной главную роль играют смазывающие свойства, а при воздействии высоких температур и давления – антиокислительные, вязкостно-температурные и пьезовязкостные свойства.

В связи с ужесточением условий работы современного отечественного и импортного оборудования, технологическим прогрессом в машиностроении значительно повысились требования к качеству И.м. Улучшение эксплуатационных свойств И.м. для промышленного оборудования возможно путем применения легированных масел (с присадками), отличающихся высокой антиокислительной стабильностью, требуемым уровнем смазывающих, антикоррозионных, противопенных, противоскачковых и др. свойств. Срок их службы в 2-4 раза больше, чем масел без присадок.

Состав И.м. Современные И.м. состоят, в основном, из дистиллятных и остаточных нефтяных и синтетических компонентов. Для улучшения функциональных свойств вводят присадки.

Классификация И.м. Системы классификации и обозначений И.м. устанавливаются международными и отечественными стандартами. Наиболее полно разработана международная *классификация индустриальных масел по ИСО 6743-0–81* «Смазочные материалы, индустриальные масла и родственные продукты класса L. Классификация групп», построенная по принципу применения.

На основе зарубежного и отечественного опыта разработана отечественная *классификация индустриальных масел по ГОСТ 17479.4* «Масла индустриальные. Классификация и обозначения».

При разработке классификации индустриальных масел по ГОСТ 17479.4 были использованы:

• международная классификация по вязкости по ISO 3448–75 «Смазочные материалы индустриальные. Классификация вязкости»;

• международная классификация индустриальных масел по области применения по ISO 3498–79;

• отечественная классификация по ГОСТ 17479.0 «Масла нефтяные. Классификация и обозначение».

Классификация индустриальных масел по ГОСТ 17479.4 информирует о назначении, рекомендуемых областях применения, составе присадок, классе по кинематической вязкости И.м.

В соответствии с классификацией индустриальных масел по ГОСТ 17479.4 И.м. по области применения разделяют на следующие группы:

• индустриальные масла для легко нагруженных узлов (шпиндели, подшипники и сопряжённые с ними соединения);

• индустриальные масла для гидравлических систем;

• индустриальные масла для направляющих скольжения;

• индустриальные масла для тяжело нагруженных узлов (зубчатые передачи).

В зависимости от назначения И.м. можно условно разделить на:

• индустриальные масла общего назначения (без присадок и с присадками);

• индустриальные масла специального назначения.

Свойства И.м. Свойства И.м., характеризующие их качество, оцениваются показателями, приведенными в ГОСТ 4.24.

ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ МАСЛА ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ – масла, применяемые в качестве рабочей жидкости в гидравлических системах автоматических линий, металлорежущих станков, прессового и другого промышленного оборудования. Самым распространенным типом рабочих жидкостей являются масла на нефтяной основе.

Свойства И.м.г.с. Основные требования к эксплуатационным свойствам И.м.г.с. предъявляются по вязкости, индексу вязкости, стабильности против окисления, противоизносным, защитным, противопенным, деэмульгирующим и деаэрационным свойствам, фильтруемости, классу чистоты, совместимости с материалами, коллоидной стабильности.

Вязкость И.м.г.с. в значительной степени определяет работоспособность гидросистемы. Рекомендуется (особенно при эксплуатации вне помещений) указывать три значения вязкости гидравлического масла: максимальное при самой низкой т-ре, при которой должен быть обеспечен запуск системы; оптимальное при рабочей т-ре; минимальное при максимальной т-ре.

Оптимальную вязкость И.м.г.с. для обычной рабочей т-ры 40-60°С выбирают такой, при которой гидросистема работает с наибольшей эффективностью, КПД и сроком службы. Изменение вязкости И.м.г.с. выше или ниже оптимального диапазона отрицательно влияет на работу гидросистемы. Необходимый уровень вязкости масла при рабочих т-рах достигается путём установки холодильников для охлаждения при высокой окружающей т-ре, а также применением летних, зимних и всесезонных сортов И.м.г.с..

Применение всесезонных И.м.г.с. – наиболее перспективное направление в эксплуатации гидравлического оборудования на открытом воздухе в условиях резких колебаний т-ры.

Индекс вязкости – изменение вязкости нефтяных смазочных масел в зависимости от т-ры. Чем меньше меняется вязкость смазочного масла с изменением т-ры, тем выше его индекс вязкости и соответственно качество. Индекс вязкости зависит от группового углеводородного состава нефтепродукта и от структуры углеводородов. Наибольшим индексом вязкости обладают парафиновые углеводороды, наименьшим – полициклические ароматические с короткими боковыми цепями.

Стабильность – способность И.м.г.с. сохранять свои свойства в условиях эксплуатации и хранения. В зависимости от действия различных факторов (условия эксплуатации гидросистемы и окружающая среда) И.м.г.с. может претерпевать изменения, в результате которых снижается антиокислительная, термическая и коллоидная стабильность, гидролитическая устойчивость, стабильность вязкости.

На стабильность И.м.г.с. существенно влияют кислород воздуха, технологические параметры гидросистемы, присутствие в ней воды, катализаторов и загрязнений. Интенсивность окисления И.м.г.с. (как скорость химической реакции) с повышением т-ры на 10°С практически удваивается, поэтому стабильности против окисления И.м.г.с., эксплуатируемых в высокотемпературных системах, придается большое значение, особенно для И.м.г.с., применяемых в гидросистемах с прецизионным оборудованием, так как даже минимальные отложения продуктов окисления и термического разложения могут приводить к заклиниванию золотниковых устройств и плунжерных пар, забивке дросселирующих отверстий органов регулирования гидросистем.

Противоизносные свойства. Поверхности трения большинства элементов гидросистем смазы-

ваются в условиях гидродинамического режима, при к-ром износ незначителен. Однако для снижения массы и размеров современных гидросистем увеличивают рабочие давления, что способствует повышению удельных нагрузок в узлах трения, их частоты вращения и рабочей т-ры И.м.г.с. Режим смазки становится граничным. При этом повышается износ пар трения, в результате увеличиваются зазоры между ними, люфты, снижается КПД, возникают различные нарушения в работе гидросистемы. Для предотвращения этого явления в И.м.г.с. добавляются противозадирные и противоизносные присадки, к-рые обеспечивают им необходимые смазывающие свойства.

Защитные свойства характеризуют способность И.м.г.с. защищать гидросистему от действия влаги, к-рая в присутствии кислорода может вызвать коррозию металла. Металл в любой гидравлической системе представлен в широком ассортименте (сталь, чугун, бронза, медь, алюминий, латунь и т.д.). Продукты коррозии (ржавчина) ухудшают качество И.м.г.с. и затрудняют работу гидросистемы (фильтров, клапанов, дросселей и пр.).

Совместимость с материалами характеризует способность И.м.г.с. быть инертным по отношению к различным материалам гидросистем. Считается, что изменение объёма испытуемого уплотнительного материала при 100°С в течение 70 ч не должно превышать 5% отн. Для улучшения этого свойства в И.м.г.с. добавляют присадки. Например, для ингибирования набухания резины вводят 0,2-2,5% масс. маслорастворимых щелочноземельных солей осерненных алкилфенолов, моноэфиры ненасыщенных жирных кислот и блоксополимеров полиоксипропилена.

Фильтруемость И.м.г.с. характеризуется коэффициентом фильтруемости. При работе гидросистемы фильтрование в значительной степени предопределяет эксплуатационные свойства И.м.г.с., а также надежность гидрооборудования. Около 80% всех неисправностей в работе гидравлических устройств возникает в результате загрязнения жидкости. Наиболее опасны мелкие частицы загрязнений (неорганического происхождения), поскольку они способны проникать в рабочие зазоры гидроагрегатов. Твёрдые частицы загрязнений разрывают масляную пленку, ухудшая режим смазки, закупоривают щели дросселей и других каналов малого сечения. Загрязнения приводят к заклиниванию движущихся деталей гидрооборудования, вызывая скачкообразное движение привода, ухудшают работу золотниковых распределителей следящих систем. В настоящее время применяются гидравлические машины с минимальными зазорами около 1 мкм, что повышает требование к тонкости фильтрования И.м.г.с. Повышение тонкости фильтрования И.м.г.с. в гидросистеме с 20-25 мкм до 5 мкм увеличивает срок службы насосов в 10 раз, гидроаппаратуры в 5-7 раз.

Класс чистоты тесно связан с показателем «коэффициент фильтруемости» Класс чистоты (ГОСТ 17216 или ISO 4406) масла зависит от числа частиц загрязнителя, определяемого подсчётом с использованием микроскопа либо автоматическими счётчиками. В современных гидросистемах, оснащенных фильтрами тонкой очистки, требуются И.м.г.с. высокого класса чистоты.

Дезмульгирующие свойства. Влага попадает в гидравлическую систему из воздуха вместе с загрязнениями или при конденсации. Присутствие воды в И.м.г.с., заполняющей гидросистему, крайне нежелательно. Вода вызывает коррозию металлов, способна взаимодействовать с жидкостью с образованием осадков и других вредных веществ. В результате попадания воды в жидкость и интенсивного перемешивания в рабочих элементах системы образуется эмульсия, концентрирующая загрязнения. При этом ухудшается работа клапанов, увеличиваются трение и изнашивание, ускоряются процессы окисления и коррозии. Для улучшения отделения воды из эмульсии в И.м.г.с. добавляют деэмульгирующие присадки.

Противопенные и деаэрационные свойства. Воздух, попадающий в гидросистему, может находиться в И.м.г.с. либо в его объёме (растворенный или диспергированный), либо на поверхности в виде пены. В нормальных условиях И.м.г.с. может содержать 9,0-14,0% об. воздуха в растворенном состоянии.

Большое отрицательное действие на работу гидросистем и на изменение свойств И.м.г.с. оказывает диспергированный воздух. Он снижает жёсткость гидросистем, приводит к прерывистому движению выходных звеньев, ухудшает динамические характеристики следящих систем. В гидросистеме могут образовываться воздушные пробки, снижается подача насосов, повышается шум, интенсифицируется кавитация.

Диспергированный в масле воздух вызывает нежелательные изменения физико-химических и эксплуатационных характеристик И.м.г.с. таких, как сжимаемость, плотность, вязкость, антиокислительная стабильность, противоизносные свойства.

Показателем, характеризующим дисперсную систему масло–воздух, является склонность нефтяных масел к пенообразованию. Чем меньше склонность масел к пенообразованию, тем лучше его противопенные свойства. В соответствии с

современными требованиями И.м.г.с. объём пены, образующейся при определенных условиях, не должен превышать 50 см³. Улучшение противопенных свойств достигается введением в И.м.г.с. противопенных присадок.

Способность И.м.г.с. выделять диспергированный воздух характеризуется деаэрационными свойствами. Оценочным показателем деаэрационных свойств И.м.г.с. является время (мин), в течение к-рого удаляется воздух. Медленно выделяющийся из масла воздух в большей степени отрицательно влияет на работоспособность гидросистем, чем поверхностная пена. Показатель деаэрационных свойств современных И.м.г.с. в зависимости от их вязкости должен быть на уровне 5-10 мин. Для оценки деаэрационных свойств масел наиболее распространен метод DIN 51381. Он прост в аппаратурном оформлении и достаточно точен.

Деаэрационные и противопенные свойства масел зависят от физических (вязкость, плотность, поверхностное натяжение, т-ра) и химических (способ и глубина очистки базовых масел, старение, присадки) факторов.

Коллоидная стабильность. При хранении И.м.г.с. нек-рые присадки или их компоненты могут выпадать в осадок или отделяться от базового масла. Это приводит к ухудшению ряда эксплуатационных свойств И.м.г.с. и особенно их фильтруемости. В соответствии с современными представлениями и основными положениями коллоидной химии следует отметить, что нек-рые присадки в нефтяных маслах могут находиться либо в виде коллоидных систем, либо в дисперсном состоянии. Равновесие такой дисперсной системы (коллоидной стабильности) может нарушаться при изменении т-ры, влажности и давления воздуха, при старении масел, изменении гравитационных сил и др. факторов. В результате возможно расслоение, помутнение или выпадение в осадок отдельных компонентов или присадок товарного масла.

Классификация И.м.г.с. – см. *Классификация индустриальных масел по ГОСТ 17479.4.*

Пример обозначения:

И-Г-С-32, где И – индустриальное масло, Г – для гидравлических систем, С – применяется в оборудовании с повышенными требованиями к антиокислительным, антикоррозионным и противоизносным свойствам масел, 32 – класс вязкости при 40°С.

ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ МАСЛА ДЛЯ ЛЕГКО НАГРУЖЕННЫХ УЗЛОВ предназначены для смазывания высокоскоростных механизмов металлорежущих станков, текстильных машин, сепараторов, центрифуг, шпинделей, подшипников и сопряжённых с ними соединений. Это дистиллятные масла из малосернистых и сернистых нефтей селективной очистки с присадками и без них, вязкостью при 50°С от 2,2 до 15,5 мм²/с.

Для обозначения И.м.л.у. используют, в частности, *классификацию индустриальных масел по ГОСТ 17479.4.*

И-Л-С-... – серия дистиллятных, остаточных масел или смесей дистиллятных и остаточных масел, получаемых из малосернистых и сернистых нефтей. Кинематическая вязкость при 40°С 3,0-24,0 мм²/с. В масла входят антиокислительная, противоизносная, антикоррозионная и антипенная присадки, что обеспечивает универсальность их применения. Разработаны и используются вместо масел серии ИГП аналогичного класса вязкости. Высокоиндексные базовые масла селективной очистки из сернистых нефтей серии ВИ (ТУ 38.101308–97 с изм. 1) предназначены для применения в качестве основ при изготовлении индустриальных масел И-Л-С с присадками.

И-Л-С-3 (ТУ 38.401196–99) – масло для смазывания шпиндельных узлов с подшипниками скольжения и качения, работающих при частоте вращения 30-60 тыс. мин⁻¹, для охлаждения абразивного инструмента и смывания шлама при механической обработке деталей, для охлаждения инструмента и смывания стружки при точении, резании, сверлении на многопозиционных автоматах. Изготовляется на основе маловязкой СОЖ, полученной по технологии с применением гидрокаталитических процессов.

И-Л-С-5 (ТУ 38.4011191–97) – масло для смазывания наиболее широко распространенных легконагруженных высокоскоростных узлов и механизмов: подшипников и втулок веретён прядильных и крутильных машин, подшипников шпинделей шлифовальных кругов металлорежущих и др. станков, работающих при частоте вращения 15-35 тыс. мин⁻¹. Используют также для смазывания контрольно-измерительных приборов и др. легконагруженных узлов, а также в качестве СОЖ на станках–автоматах при обработке цветных металлов и их сплавов. Изготовляется на основе маловязкой фракции, полученной по технологии гидрокаталитической переработки.

И-Л-С-10 (ТУ 38.4011191–97) – масло для смазывания втулок, подшипников веретён ровничных и др. машин, шпинделей металлорежущих станков, работающих с частотой вращения 5-15 тыс. мин⁻¹, подшипников маломощных электродвигателей с циркуляционной смазочной системой, контрольно-измерительных приборов, а также используется в качестве рабочей жидкости для гидравлических систем различных строительных и сельскохозяйственных машин.

И-Л-С-22 (ТУ 38.4011191–97) – масло для смазывания втулок, подшипников веретён ровничных и др. машин, шпинделей металлорежущих станков, работающих с частотой вращения до 5 тыс. мин$^{-1}$, направляющих бабок фильерно-расточных, фильерно-полировочных и др. станков, подшипников электродвигателей с циркуляционной смазочной системой. Применяют в качестве рабочей жидкости в гидравлической системе станков, автоматических линий, прессов при рабочих давлениях до 16 МПа, а также в качестве рабочей жидкости для гидравлических систем различных строительных и сельскохозяйственных машин.

ИМП-5 (ТУ 38.10112–93 с изм. 1, 2) – масло многоцелевого назначения:

• для смазывания высокоскоростных легконагруженных механизмов, работающих при частоте вращения 12-35 тыс. мин$^{-1}$, в том числе шпиндельных узлов с подшипниками скольжения и качения металлорежущих станков отечественного и зарубежного производства, в токарных двухшпиндельных и шлифовальных станках;

• для охлаждения абразивного инструмента и смывания шлама при механической обработке деталей подшипников в станках для шлифования дорожек качения наружных и внутренних колец;

• для охлаждения режущего инструмента, смывания стружки при точении, резании, сверлении и продувке заготовок из латунной проволоки при производстве наконечников с шариком для пишущих узлов на отечественных станках СПМ-18, СПМ-20, СПМ-20/71 фирмы «Альбе» и ПАС-16 фирмы «Протекма»;

• для смазывания и охлаждения легконагруженных вращающихся механизмов, кулачковых систем, в процессе работы которых за счёт распыления, разбрызгивания и испарения масла на участке производства постоянно присутствует масляный аэрозоль.

Масло представляет собой смесь, состоящую из основы рабочей жидкости РЖ-8, антиокислительной и многофункциональной присадок с добавлением высокомолекулярного полимера.

Характеризуется низкой вязкостью и плотностью при высокой т-ре вспышки и малой испаряемости, что создаёт условия хорошей прокачиваемости. Практическое отсутствие серы и ароматических углеводородов в основе обеспечивает требуемые санитарно-гигиенические условия труда обслуживающего персонала в условиях масляного тумана.

Основными потребителями масла ИМП-5 являются предприятия автомобильной, шарикоподшипниковой, приборостроительной промышленностей.

ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ МАСЛА ДЛЯ НАПРАВЛЯЮЩИХ СКОЛЬЖЕНИЯ – масла для смазывания горизонтальных и вертикальных направляющих скольжения и качения металлорежущих станков, где требуется равномерность медленных перемещений, точность и чувствительность установочных перемещений столов, суппортов, ползунов и других узлов, а также где необходимо снизить коэффициент трения в статических и кинетических условиях.

Направляющими называется совокупность поверхностей скольжения двух сопрягаемых корпусных деталей (станины и стола), обеспечивающая возможность их относительного прямолинейного или вращательного движения. Одним из важнейших требований, предъявляемых к направляющим при работе станков, является равномерность их движения. Однако даже совершенные конструкции направляющих скольжения склонны к неравномерности движения при включении привода, движение сопровождается скачками. Один из путей уменьшения или предотвращения скачков – применение специальных масел с противоскачковыми присадками.

И.м.н.с. состоят из базовой основы (дистиллятных, остаточных и смеси дистиллятных и остаточных нефтяных масел) вязкостью при 50°С 20-120 мм^2/с (при 40°С 32-220 мм^2/с) с пакетом присадок, содержащим противоскачковую присадку. Они обладают высокими противоизносными, противозадирными, противоскачковыми и антипенными свойствами. Универсальные масла для гидросистем и направляющих скольжения дополнительно имеют высокую стабильность против окисления.

Противоскачковый эффект оценивается стандартным методом ASTM D 2877–70 на стенде «Лабеко». Оценочным показателем является "индекс неравномерности" отношения статического и кинетического коэффициентов трения: $f_{ст}/f_{кин.}$. Значение этого показателя ≤0,85 соответствует отличным противоскачковым свойствам, в интервале 0,85-0,95 – умеренным и > 0,95 – неудовлетворительным.

ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ МАСЛА ДЛЯ ТЯЖЕЛО НАГРУЖЕННЫХ УЗЛОВ – масла для смазывания всех видов зубчатых, червячных и винтовых передач, а также подшипников различного промышленного оборудования: металлорежущих и деревообрабатывающих станков, молотов, прессов, литейных и формовочных машин, лебедок, прокатных станов, мостовых кранов, конвейеров, лифтов, подъемников, вращающихся цементных печей, каландров бумагоделательных машин и др. К ним относятся:

• *редукторные масла;*

• масла для ПЖТ прокатных станов;

• масла универсальные для редукторов и подшипников;

• цилиндровые масла;

• масла для станов холодной прокатки алюминия;

• масла для холодной обработки металлов давлением;

• масла для подшипников скольжения валкового оборудования.

ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ МАСЛА ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ применяются в механизмах, работающих в условиях невысоких нагрузок и т-ры, при отсутствии особых требований. Это масла для передаточных механизмов станков, текстильных машин, строительно-дорожного, подъёмно-транспортного, металлургического, горного и другого оборудования, применяемого в тяжёлой, легкой и пищевой промышленности, а также в некоторых узлах сельскохозяйственных машин.

В группу И.м.о.н. входят масла без присадок и с присадками.

И.м.о.н., выпускаемые по ГОСТ 20799, представляют собой очищенные дистиллятные масла или смесь дистиллятных и остаточных масел без присадок. Применяют в машинах и механизмах промышленного оборудования, условия работы которых не предъявляют особых требований к антиокислительным и антикоррозионным свойствам и эксплуатационные свойства масел без присадок обеспечиваются их естественной нефтяной природой.

Основные параметры И.м.о.н. приведены в **табл. И-2.**

И-2. Характеристика индустриальных масел общего назначения и методы оценки

Показатели	Методы оценки
Кинематическая вязкость при 40°С	ГОСТ 33
Кислотное число	ГОСТ 5985
Зольность	ГОСТ 1461
Массовая доля серы в маслах из сернистых нефтей	ГОСТ 1437
Содержание механических примесей	ГОСТ 6370
Содержание воды	ГОСТ 2477
Плотность при 20°С	ГОСТ 3900
Т-ра застывания	ГОСТ 20287
Т-ра вспышки в открытом тигле	ГОСТ 4333
Цвет, ед. ЦНТ	ГОСТ 20284
Содержание растворителей в маслах селективной очистки	ГОСТ 1057 или ГОСТ 1520
Стабильность против окисления:	
приращение кислотного числа окисленного масла	ГОСТ 18136
приращение смол	ГОСТ 15886
Индекс вязкости	ГОСТ 25371

И-5А, И-8А – дистиллятные масла из малосернистых и сернистых нефтей селективной очистки. Применяют в различных отраслях промышленности для смазывания наиболее широко распространённых легко нагруженных, высокоскоростных узлов и механизмов, замасливания волокон и в производстве масел, смазок и резин. Кроме того, их применяют для жирования кож, изготовления паст, мастик, оконной замазки и др. Ряд отраслей используют эти масла в качестве рабочей жидкости для гидравлических систем различных строительных машин.

И-12А, И-12А$_1$ – дистиллятные масла из сернистых нефтей селективной очистки. Служат для смазывания втулок, подшипников веретён ровничных и других машин, узлов коттонных и кеттельных машин, шпинделей металлорежущих станков, работающих с частотой вращения до 5 тыс. мин$^{-1}$, для направляющих бабок фильерно-расточных, фильерно-полировочных и других станков, для подшипников маломощных электродвигателей с кольцевой смазочной системой, в качестве рабочих жидкостей в объёмных гидроприводах, работающих в закрытом помещении и на открытом воздухе, для поршневой группы аммиачных компрессоров и для многих других видов оборудования. Используют также для изготовления масел с присадками, пластичных антифрикционных и консервационных смазок, эмульгирующих составов, технологических смазок и жидкостей. В зависимости от требований их можно заменить смесью одного из масел И-20А или И-30А с маловязкими маслами И-5А или И-8А.

И-20А, И-30А, И-40А, И-50А – дистиллятные масла или смесь дистиллятного с остаточным маслом из сернистых и малосернистых нефтей селективной очистки. Их используют в качестве рабочих жидкостей в гидравлических системах станочного оборудования, автоматических линий, прессов, для смазывания легко- и среднегруженных зубчатых передач, направляющих качения и скольжения станков, где не требуются специальные масла, и др. механизмов. Наиболее широко применяют масло И-20А в гидравлических системах промышленного оборудования, для строительных, дорожных и других машин, работающих на открытом воздухе. Применение указанных масел в тех или иных механизмах зависит от их вязкости: по мере её увеличения масла используют в более нагруженных и менее быстроходных механизмах. Указанные масла можно заменить легированными маслами ИГП-18, ИГП-30, ИГП-38 и ИГП-49 (ТУ 38.101413–97).

ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ МАСЛА СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ – нефтяные и синтетические масла с присадками, предназначенные для использова-

ния в узких областях или специфических условиях. К И.м.с.н. относятся:

- *масла для текстильного оборудования;*
- *масла для дефектоскопии;*
- *вакцинные масла;*
- *бытовые частично синтетические и синтетические масла;*
- *защитные жидкости;*
- *формовочные жидкости.*

ИНТЕРВАЛ ПЛАСТИЧНОСТИ ДОРОЖНОГО БИТУМА – один из показателей качества, не включенный в нормативные документы, но имеющий практическое значение. Представляет собой разность *т-ры размягчения нефтяного битума* и *т-ры хрупкости нефтяного битума*. Битумы, характеризующиеся широким интервалом пластичности, обладают более высокой деформационной способностью, стойкостью к образованию трещин при низких т-рах и устойчивостью против сдвига при повышенных. Существует связь между интервалом пластичности и *индексом пенетрации*, выражающаяся формулой $T_р–T_{хр.}=7(10–ИП)$. По т-ре размягчения и индексу пенетрации можно определить *т-ру хрупкости нефтяного битума*. Для битумов дорожных марок, применяемых в дорожном строительстве в условиях мягкого климата, достаточен интервал пластичности 55-60°С, для умеренного климата – 65-70°С, для районов с суровым климатом он должен быть еще шире.

ИОННО-КООРДИНАЦИОННАЯ СИСТЕМА – каталитическая комплексная система, образованная из алкилметаллов (триэтилалюминий) и галогенидов металлов переходной валентности (титантетрахлорид) за счет координационных связей. *И-к.с.* обеспечивает, как правило, более однородное строение олигомеров по сравнению с катализаторами катионного типа.

ИПС – см. *Спирт изопропиловый.*

ИСПАРЯЕМОСТЬ БЕНЗИНА – эксплуатационное свойство, характеризующее процесс образования смеси паров бензина с воздухом в *двигателе с искровым зажиганием*. Зависит от *фракционного состава* и *летучести бензина*. Автомобильные бензины используются в широком диапазоне климатических условий, что определяет различие требований к его испаряемости. По показателям испаряемости ГОСТ Р 51105 предусмотрено пять классов бензинов (I–V), а в ГОСТ Р 51866 и ТУ 38.401-58-350 – 10 классов (**табл. И-3, И-4**). Существует также классификация по испаряемости *Всемирной Топливной Хартии*.

И-3. Показатели испаряемости бензинов, выпускаемых по ГОСТ 51105, для автомобилей класса *Евро-2*

Показатели	Класс испаряемости				
	I	II	III	IV	V
Давление насыщенных паров, кПа	35-70	45-80	55-90	60-95	80-100
Фракционный состав: начало кипения, °С, не ниже	35	35	-	-	-
Перегоняется при т-ре, °С, не выше:					
10%	75	70	65	60	55
50%	120	115	110	105	100
90%	190	185	180	170	160
конец кипения, °С, не выше	215	215	215	215	215
остаток в колбе, % об.	2	2	2	2	2
остаток и потери, % об.	4	4	4	4	4
Фракционный состав, объем испарившегося бензина, %, при:					
70°С	10-45	15-45	15-47	15-50	15-50
100°С	35-65	40-70	40-70	40-70	40-70
180°С, не менее	85	85	85	85	85
конец кипения,°С, не выше	215	215	215	215	215
остаток в колбе, % об., не более	2	2	2	2	2
Индекс испаряемости, не более	900	1000	1100	1200	1300

И-4. Показатели испаряемости бензинов, выпускаемых по ТУ 38.401-58-350–2005, для автомобилей класса *Евро-4*

Показатели	Класс					
	A	B	C; C1	D; D1	E; E1	F; F1
Давление насыщенных паров бензина, кПа	45-60	45-70	50-80	60-90	65-95	70-100
Фракционный состав, объем испарившегося бензина, %, при:						
70°С	20-48	22-50	22-50	22-50	22-50	22-50
100°С	46-71	46-71	46-71	46-71	46-71	46-71
150°С, не менее	75	75	75	75	75	75
90% перегоняется при т-ре, °С, не выше	190	190	190	190	190	190
конец кипения, °С, не выше	210	210	210	210	210	210
остаток в колбе,% об., не более	2	2	2	2	2	2
Индекс паровой пробки, макс.	-	-	C1 1050	D1 1150	E1 1200	F1 1250

Примечание. Для бензинов классов A, B, C, D, E и F индекс паровой пробки не нормируется

ИСПАРЯЕМОСТЬ МОТОРНЫХ МАСЕЛ – важный показатель эксплуатационных и экологических свойств преимущественно зимних и всесезонных моторных масел. Испаряемость минеральных масел зависит в основном от содержания в их сос-

таве легких фракций. При равной вязкости масла узкого фракционного состава обладают меньшей испаряемостью. Синтетические базовые компоненты, за исключением *алкилбензолов*, при сопоставимой вязкости менее летучи, чем минеральные масла. Испаряемость существенно влияет на расход масла в двигателях, а также на загустевание масла в процессе работы из-за селективного испарения маловязких летучих фракций из масляной пленки на стенках цилиндров. При большем расходе масла скорее загрязняется, и отравляется *катализатор нейтрализации отработавших газов*, а в составе последних повышается содержание углеводородов. Современные требования к моторным маслам по испаряемости обычно ограничивают верхним пределом 12-15% потери массы за 1 ч при т-ре 250°С (метод Noack, CEC L-40-A-93). Косвенным показателем испаряемости является *т-ра вспышки масла*.

ИСПАРЯЕМОСТЬ НЕФТЕПРОДУКТА (ГОСТ 26098) – эксплуатационное свойство, характеризующее способность нефтепродукта переходить из жидкого в газообразное состояние.

ИСПАРЯЕМОСТЬ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК. Потеря дисперсионной среды (масла) из-за ее испаряемости приводит к относительному повышению содержания дисперсной фазы (загустителя) в смазке и, следовательно, к увеличению ее предела прочности, вязкости, уменьшению пенетрации, отпрессовываемости масла и к изменению других эксплуатационных свойств смазок. И.п.с. ограничивает их верхнюю температурную границу применения. Она является особенно важной характеристикой для низкотемпературных и приборных смазок, приготовляемых на легких маловязких нефтяных и некоторых синтетических маслах (полиалкитленгликолях, фторуглеродах). И.п.с. недопустима при их применении в механизмах ядерных реакторов, так как пары масла, попадая в активную зону, наводят на них радиоактивность. «Высохшая» (испарившаяся) смазка растрескивается и ухудшает защиту покрытых ею металлических поверхностей от коррозии. И.п.с. определяется исключительно летучестью дисперсионной среды, а другие рецептурные и технологические факторы практического значения не имеют.

И.п.с. оценивают по ГОСТ 9566. Определяют потерю массы смазки, нанесенной слоем толщиной 1 мм в чашечки-испарители и выдержанной в течение 1 ч в термостате при заданной т-ре.

В США, во многих европейских и других странах для оценки И.п.с. используют методы, предусмотренные ASTM D 972, FTMS 351, IP 183, к-рые рассчитаны на оценку И.п.с. при т-ре не выше 150°С. Для испытания при более высоких т-рах используют метод ASTM D 2595, позволяющий проводить испытание в интервале температур 95-315°С, а также метод FTMS 350, рассчитанный на оценку И.п.с. от 100 до 540°С. Существует также метод измерения скорости испарения смазочных материалов в вакууме – ASTM D 2715. Испаряемость смазок также определяют по методу «Фиат 50511», по аналогичному с ним BS 1133 и др.

ИСПАРЯЕМОСТЬ ПРИБОРНЫХ МАСЕЛ. Потери масла из узла трения в процессе эксплуатации могут происходить за счет вытекания и испарения при рабочей т-ре, к-рая достигает 150-250°С. Сохранение приборного масла в узле трения осуществляется как с помощью конструктивных решений (использование защитных шайб, барьерных покрытий), так и путем подбора основы масла, не вытекающей из узла трения и обладающей минимальной испаряемостью (летучестью) при рабочей т-ре. Для характеристики работоспособности приборных масел оценка его испаряемости в тонком слое имеет первостепенное значение. Метод по ГОСТ 7934.1 позволяет оценивать испаряемость масляной пленки с поверхности металлического испарителя. Однако, указанные в ГОСТ 7934.1 условия испытания (т-ра 50°С, продолжительность 4 ч) не отвечают условиям эксплуатации современных приборных масел. Поэтому испытания приборных масел на испаряемость проводят при максимальной рабочей т-ре в течение не менее 100 ч.

ИСПАРЯЕМОСТЬ РЕАКТИВНОГО ТОПЛИВА – эксплуатационное свойство, характеризуемое его *ДНП* при заданной т-ре. И.р.т. влияет на пределы устойчивого горения топлива, полноту сгорания, нагарообразование в камере сгорания двигателя, бесперебойную работу топливных насосов и склонность к образованию паровых пробок в топливной системе летательного аппарата. От испаряемости топлива зависит запуск двигателя и потери топлива.

Снижение степени влияния И.р.т. на работу двигателя достигается конструктивными мероприятиями, что позволяет применять в реактивных двигателях топлива, различные по испаряемости. При этом т-ра начала кипения топлива характеризует прежде всего его склонность к образованию паровых пробок в топливной системе и в некоторой мере – пусковые свойства, т-ра выкипания 10% об. – пусковые свойства, а 98% об. – полноту испарения, влияющую на полноту сгорания топлива.

При сверхзвуковых полетах топливо в баках самолета подвергается аэродинамическому нагреву. Чтобы избежать негативного влияния возрастающей при этом испаряемости топлива на

работоспособность насосов силовой установки, на сверхзвуковых самолетах применяется наддув топливных баков. Кроме того, как правило, используется топливо с более высокой т-рой начала кипения и, следовательно, меньшим давлением насыщенных паров.

ИСПАРЯЕМОСТЬ СОТС характеризуется скоростью перехода продукта из жидкости в пар. На практике различают два вида испаряемости – статическую и динамическую. Испаряемость с поверхности жидкости, находящейся в покое и в неподвижном воздухе, называют статической. Динамической называют испаряемость, когда жидкость и/или воздух находятся в движении.

При эксплуатации СОТС имеют место оба вида испаряемости. Как статическое, так и динамическое испарение зависит от многих факторов: т-ры жидкости и воздуха, поверхности испарения, условий подачи в зону резания СОТС и их свойств.

Масляные СОТС при хранении и в рабочих условиях испаряются, что приводит к повышению пожароопасности производственных помещений и загрязнению окружающей среды. Поэтому при создании новых СОТС их испаряемость стремятся понизить до минимума путем подбора нефтяного масла с узким фракционным составом и высокой т-рой вспышки.

Нефтяные масла одинаковой вязкости могут испаряться по-разному, что объясняется их углеводородным составом. Масла с высоким содержанием ароматических соединений испаряются быстрее, чем нафтеновые, а последние, в свою очередь, испаряются быстрее парафиновых. Высокоиндексные масла характеризуются низкими потерями от испарения. Кроме того, И. СОТС зависит от фракционного состава ее нефтяной основы. Предпочтительно, чтобы пределы выкипания базового масла для СОТС составляли 50-60°С, что обеспечивает снижение потерь жидкости от испарения, повышение пожаро- и взрывобезопасности. Кроме того снижается дымо- и туманообразование.

Фракционный состав масляных СОТС может быть определен вакуумной разгонкой по методам ГОСТ 11011, DIN 51356 или ASTM D 1160. Однако указанные методы трудоемки и практически не используются при разработке или оценке качества СОТС.

Узкие фракции высокоочищенных нефтяных масел, к-рые обеспечивают СОТС высокую т-ру вспышки и низкую испаряемость при необходимой вязкости, весьма дефицитны. Для улучшения характеристик И. СОТС к вязкому высокоочищенному маслу иногда добавляют низковязкое синтетическое масло с очень низкими потерями от испаряемости. Синтетическое масло при этом служит компонентом, снижающим вязкость нефтяной основы СОТС до требуемого уровня.

В настоящее время имеется ряд товарных синтетических масел с необходимыми испаряемостью и вязкостью, напр. эфиры дикарбоновых кислот. Однако, несмотря на указанные преимущества (включая биоразлагаемость до 85%), синтетическим маслам пока трудно конкурировать по цене с нефтяными. Следует заметить, что с учетом структуры углеводородов, фракционного состава и степени очистки среди нефтяных масел одинаковой вязкости всегда можно обнаружить масло, к-рое имеет несколько меньшие потери от испаряемости по сравнению с другими маслами.

Для количественной оценки И. СОТС используют методы, основанные на измерении потери массы образца жидкости, к-рый выдерживают в стандартных условиях в течение определенного времени при заданной т-ре. Выражается И. СОТС в % масс.

Потери смазочных масел от испаряемости в динамических условиях определяют по ГОСТ 10306.

Способность СОЖ испаряться и подвергаться термическому разложению в зоне резания и при соприкосновении с нагретой стружкой зависит от вязкости, т-ры вспышки, молекулярной массы, а следовательно, и от фракционного состава базового масла. С утяжелением фракционного состава масел снижается испаряемость и повышается термостабильность. Свойства масла в большой мере зависят от методов и глубины очистки. На термическую стабильность и испаряемость масляных СОТС могут оказывать влияние различные присадки, добавляемые для повышения противоизносных, противозадирных, антиокислительных и других свойств.

ИСПРАВЛЕНИЕ (ВОССТАНОВЛЕНИЕ) КАЧЕСТВА НЕФТЕПРОДУКТА – доведение показателя(ей) качества некондиционного нефтепродукта до требований нормативного документа за счет смешения его с той же маркой кондиционного нефтепродукта, имеющего соответствующий запас качества.

ИСПЫТАНИЕ НА КОРРОЗИОННУЮ АГРЕССИВНОСТЬ (ISO 1998/2) – определение в стандартизованных условиях коррозионного действия нефтепродуктов на металл или металлы.

ИСПЫТАНИЕ НА КОРРОЗИЮ – определение коррозирующего действия нефтепродуктов на один или несколько металлов в стандартных условиях (ISO 1998/1). При проведении И.к. оценивают *коррозионное свойство нефтепродукта.*

ИСПЫТАНИЕ НА МЕДНОЙ ПЛАСТИНКЕ – метод, косвенно указывающий на наличие активных соединений серы (меркаптанов, сероводорода и

др.). Характеризует *совместимость с конструкционными материалами*. Оценивают по изменению цвета пластинки за время испытаний по методу ГОСТ 6321, (зарубежные методы – EN ISO 2160 и ASTM D 130 «Коррозия медной пластинки»). Оценку производят визуально или в единицах эталонной шкалы балльных классов.

ИСПЫТАНИЕ НА ТИКСОТРОПНОСТЬ проводят при исследовании вязких, тиксотропных *ПИНС* группы МЛ-2, таких как Оремин, НГМ-МЛ. При проведении И.т. продукт наносят после перемешивания при комнатной т-ре на одну сторону стальной пластинки размером 50х50х5 мм с использованием специального трафарета. Сразу после нанесения по всей ширине пластины ватным тампоном, смоченным в растворителе, снимают полоску продукта на расстоянии 1 см от нижнего края пластинки. Пластинку с нанесенным продуктом 2 мин выдерживают в горизонтальном положении, после чего с помощью крючков ее подвешивают вертикально на штатив. Продукт считается выдержавшим И.т., если по истечении 2 мин отсутствует стекание в зону, из которой продукт был удален растворителем.

ИСПЫТАНИЯ – техническая операция, заключающаяся в определении одной или нескольких характеристик данной продукции, процесса или услуги в соответствии с установленной процедурой (ГОСТ Р 1.12). Испытания являются процессом получения информации о характеристиках объекта испытаний, и получают её разными способами – путём выполнения измерений, анализов, диагностическими, органолептическими, экспертными и другими методами.

ИСПЫТАНИЯ МОТОРНЫХ МАСЕЛ НА БЕЗМОТОРНЫХ СТЕНДАХ – испытания в отдельных узлах или агрегатах двигателей с приводом от электромотора.

ИСПЫТАНИЯ ТРАНСМИССИОННЫХ МАСЕЛ в зависимости от цели их проведения разделяют на лабораторные, квалификационные и приемочные.

Лабораторные испытания проводят при исследовании и разработке новых композиций трансмиссионных масел, а также при контроле идентичности различных партий масла в процессе его производства, транспортирования и хранения. При этом по стандартным методам, к-рые составляют основу ГОСТов и технических условий на масла оценивают физико-химические свойства масла: плотность, кинематическую вязкость, индекс вязкости, цвет, т-ру вспышки и застывания, содержание воды, механических примесей и активных элементов, кислотное число, зольность и др.

Квалификационные испытания проводят при организации производства товарных масел на заводах-дублерах или при изменении качества сырья, технологии производства базовых компонентов или незначительной корректировке состава пакета присадок. При этом оценивают эксплуатационные свойства трансмиссионных масел. Эти методы в той или иной степени моделируют работу реального узла, благодаря чему достигается достоверность получаемых результатов.

Приемочные испытания проводят при организации производства трансмиссионных масел новых марок или товарных масел с новой композицией присадок. Приемочные испытания опытных образцов трансмиссионных масел включают следующие этапы:

1) квалификационные (лабораторно-стендовые) испытания для оценки компонентного состава масла, подтверждения соответствия качества масла требованиям нормативной документации (ГОСТ, ТУ и др.) и комплекса методов квалификационной оценки; при отсутствии норм комплекса эксплуатационные характеристики опытного образца должны сравниваться с товарным аналогом и не должны ему уступать;

2) стендовые испытания для оценки надежности и срока службы агрегатов трансмиссии на опытном масле;

3) полигонные испытания для оценки работы автотранспортного средства на опытном масле в заданных условиях эксплуатации;

4) эксплуатационные испытания или эксплуатация под наблюдением для проверки особенностей работы техники с применением данного масла в ожидаемых условиях эксплуатации.

ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ – структурное подразделение организации (предприятия), на к-рое руководством организации (предприятия) возложена обязанность проведения испытаний.

Испытательные лаборатории нефти (нефтепродуктов) создают для получения достоверной информации о показателях качества (составе и свойствах) нефти (нефтепродуктов), необходимой для оценки соответствия продукции требованиям технических условий, проверки соответствия технологическим регламентам, а также при разрешении споров по качеству продукции (ГОСТ Р 8.580).

Испытательная лаборатория осуществляет деятельность в соответствии с Положением о лаборатории. Положение разрабатывается в соответствии с правилами и требованиями, установленным в ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025. Компетентность лаборатории заключается в выполнении технических требований, обеспечивающих испытания нефти и нефтепродуктов, и требований к управлению, обеспечивающих стабильность функционирования лаборатории в рамках возложенных на неё задач. Каждая лаборатория должна иметь

собственную систему качества испытаний нефти и нефтепродуктов. Основная задача системы качества – создание необходимых условий испытаний, стабильное воспроизведение результатов испытаний для получения достоверной информации о значениях показателей качества нефти и нефтепродуктов, регламентированными методами испытаний с целью оценки соответствия этих показателей установленным техническим требованиям. Основной элемент системы качества – документ «Руководство по качеству», в к-ром должны быть изложены конкретные методы и процедуры, позволяющие лаборатории выполнять возложенные задачи в области испытаний нефти и нефтепродуктов.

Необходимые требования обеспечения и управления качеством испытаний включают: проверку наличия условий для проведения испытаний (контролируют сроки *поверки средств измерений* и *аттестации испытательного оборудования*, условия и сроки хранения реактивов, растворов, проб нефти и нефтепродуктов, сроки годности стандартных образцов, соответствие экспериментальных данных, полученных при построении градуировочной характеристики, выбранному виду зависимости, контроль стабильности градуировочной характеристики, правила отбора проб нефти и нефтепродуктов и их доставки, регистрации, маркировки, подготовки контрольных проб к испытаниям), проверяют соблюдение требований нормативной документации на методы испытаний.

ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ – средство испытаний, представляющее собой техническое устройство для воспроизведения условий испытаний (ГОСТ Р 8.568 с изм. №1). Классификация И.О. (аппаратов, установок и стендов), обеспечивающего условия испытания нефти и нефтепродуктов, установленного соответствующими стандартами на методы испытаний, не имеющего самостоятельных метрологических характеристик, приводится в Рекомендациях МИ 2418–97. Установки и стенды для испытаний моделируют реальные условия эксплуатации нефтепродуктов.

И.О. подлежит испытаниям в соответствии с ГОСТ 15.001. Оборудование, в том числе и приобретенное по импорту, подлежит аттестации в соответствии с ГОСТ Р 8.568. Новое или модифицированное испытательное оборудование, применяемое в сфере государственного надзора, должно пройти процедуру допуска к использованию его для контроля качества продукции путём межлабораторных испытаний. При положительных результатах метрологической аттестации аппараты допускаются к использованию для контроля качества товарной продукции решением ТК по стандартизации, за к-рым закреплен стандарт на метод испытаний, или выдаётся заключение о полном соответствии аттестованного аппарата требованиям стандарта на метод испытания в части аппаратурного оформления и получения на аттестованных аппаратах результатов с точностью не хуже указанной в документе на метод испытания.

Автоматизированная аппаратура подлежит аттестации с использованием специальных средств (стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов или аттестованных смесей) по возможности с проведением сравнительных испытаний на ручном оборудовании. Методика аттестации может быть изложена в инструкции по эксплуатации или в отдельном документе, к-рый утверждает руководство предприятия, эксплуатирующего оборудование или проводящее аттестацию. Техническое состояние испытательного оборудования, в том числе автоматизированного, периодически проверяют. Периодичность проверки устанавливают в нормативной документации на применение И.о. или в соответствующих нормативных документах на методы испытаний нефти и нефтепродуктов. Контроль за соблюдением периодичности и правильности проверки технического состояния И.о. осуществляет метрологическая служба предприятия.

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЕ ОКТАНОВОЕ ЧИСЛО – см. *Октановое число*.

ИСТИННОЕ ЗНАЧЕНИЕ – значение, к к-рому стремится среднее значение единичных результатов испытаний, полученных в n лабораториях при условии, что n неограниченно возрастает (стремится к бесконечности). Истинное значение зависит от применяемого метода испытаний (ГОСТ Р 8.580). В методах испытаний нефти и нефтепродуктов понятие «истинное значение» совпадает с понятием «*принятое опорное значение*» и установлено для случаев отсутствия необходимых эталонов (стандартных образцов), известных значений контролируемых показателей.

ИСТИРАЕМОСТЬ КОКСА (сырого) определяют в соответствии ГОСТ 22898, п. 4.5. Испытание проводят в металлическом барабане с внутренним диаметром (500,00±0,80) мм и шириной (210±0,29) мм, имеющем щели шириной (4,00±0,15) мм, образованные металлическими трубками (стержнями) в количестве 81 шт. Барабан имеет дверцы для загрузки и выгрузки кокса и приводится во вращение электродвигателем с частотой вращения (0,366±0,016) $с^{-1}$. Для испытаний используют пробу кокса с кусками размером 50-100 мм массой не менее 32 кг. Пробу перемешивают и доводят квартованием приблизительно до 16 кг, снова квартуют и каждую четвертую часть взвешивают с погрешностью не более 0,01 кг [при массовой доле об-

щей влаги более 3% пробу кокса перед взвешиванием подсушивают при комнатной т-ре не менее 4 ч или в сушильном шкафу при (110±10)°С в течение 60 мин]. Каждую пробу поочередно загружают в барабан, к-рый вращают в течение 2 мин (44 оборота), выгружают из барабана и взвешивают с погрешностью не более 0,01 кг. И. кокса, %, вычисляют по формуле:

$И=[(m-m_1)/m]\cdot 100$,

где m – масса кокса, загружаемого в барабан; m_1 – масса кокса после испытания.

За результат испытания принимают среднее арифметическое трех наиболее близких определений, допускаемые расхождения между к-рыми не должны превышать 10% от среднего результата.

Показатель истираемости предназначен для оценки механической прочности сырого кубового кокса. И. зависит от содержания в нем летучих веществ и от формы и размера поверхности испытуемых образцов. Чем выше выход летучих веществ, тем выше истираемость кокса. Куски с острыми углами и выступами разрушаются в большей степени, чем куски окатанной формы. И. в значительной степени определяется природой сырья коксования. И. пиролизного кокса из высокоароматизированного сырья выше, чем у кокса из крекинг-остатка. Чем более плотная структура кокса, тем показатель истираемости ниже. После прокаливания И. кокса становится равной 2,5-3,0% и практически одинакова для всех сортов кокса.

ЙОДНОЕ ЧИСЛО – показатель, косвенно оценивающий содержание в топливе непредельных углеводородов. Й.ч. светлых дистиллятов определяется галогенированием по ГОСТ 2070. Сущность метода заключается в том, что навеску топлива обрабатывают спиртовым раствором йода, определяют количество йода, вступившего в реакцию (гJ_2/100г – йодное число), и по Й.ч., средней мольной массе нефтепродукта находят количество непредельных углеводородов.

Согласно ГОСТ 305 йодное число дизельных топлив не должно превышать 6 г J_2/100 г топлива.

КАВИТАЦИОННОЕ ИЗНАШИВАНИЕ – механическое изнашивание при движении твердого тела относительно жидкости, при к-ром пузырьки газа захлопываются вблизи поверхности, что создает местное высокое ударное давление или высокую т-ру (ISO 4378/2-1983).

КАВИТАЦИЯ – образование полостей (пузырьков) в потоке жидкости, перемещающейся с большой скоростью около препятствия, или при протекании потока жидкости через узкое отверстие. При разрушении кавитационных полостей в жидкости возникают ударные волны. Разрыв этих полостей сопровождается шумом и вибрацией машин.

КАЛИБРОВКА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ – совокупность операций, выполняемых для определения и подтверждения действительных значений метрологических характеристик и/или пригодности к применению средства измерений, не подлежащего государственному метрологическому контролю и надзору.

КАМНЕВЫЕ ОПОРЫ – опоры, в к-рых один из элементов изготовлен из минералов или их заменителей. Основными материалами пар трения являются сталь–искусственный рубин, сталь–лейкосапфир и др.

КАНАТНЫЕ ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ разделяют на смазки общего назначения для стальных канатов всех видов [Канатная 39у, Канатная БОЗ-1, Торсиол-35 (Б, Э), Ваерол, Ваерол-Э, Канатная экскаваторная СКЭ-2, КФ-10, Канатол, Торсиол-55]; для канатов, используемых в подъемных механизмах с фрикционными шкивами (ВНИИНП-265, -278) и пропитки Е-1 и Е-9, Е-86, ЛЗ-Е-91 соответственно для органических и неорганических сердечников стальных канатов.

В настоящее время реально вырабатывают канатные смазки общего назначения – Канатную 39у, Торсиол-35, БОЗ-1, а также смазку Е-1. Остальные канатные смазки готовят в ограниченном количестве. При эксплуатации в случае отсутствия специальных сортов канатных смазок временно можно использовать обычные антифрикционные и консервационные смазки, например, Солидол С или пушечную.

КАНДЕЛИЛЬСКИЙ ВОСК – *модификатор* композиций на основе твердых углеводородов, состоящий из сложных эфиров, углеводородов и др. соединений. Получают из некоторых кактусов, произрастающих в Мексике и США. Имеет т-ру каплепадения 65-80°С. Повышает прочность, пластичность и т-ру плавления композиций.

КАНЦЕРОГЕННОЕ ДЕЙСТВИЕ СОТС – определяется содержанием канцерогенных веществ, увеличивающих вероятность возникновения злокачественных опухолей. Все нефтяные масла оказывают К.д., если предварительно они не подвержены высокой степени селективной очистки или гидроочистки. Причем, главной причиной К.д. масел является наличие в них полициклических ароматических углеводородов с короткими алкильными заместителями.

Вредное воздействие масляных СОТС на человека существенно снижается благодаря использованию в их составах нефтяных масел и присадок высокой степени очистки, к-рые практически не содержат смол и полициклических ароматических углеводородов, вызывающих раковые заболевания. Особое внимание уделяют 1,2-бенз(α)пирену, обладающему высокой канцерогенной активностью и очень часто присутствующему в составах различных продуктов, встречающихся на производстве и в быту. Однако канцерогенностью характеризуются многие ароматические углеводороды с конденсированными кольцами, напр. 9,10-диметил-1,2-бензантрацен, хризен, перилен, их метильные производные и др. Ограничение содержания канцерогенных и онкогенных веществ в СОТС и в воздухе металлообрабатывающих цехов, где оно используется, является обязательным требованием правил техники безопасности. Определение индивидуальных полициклических углеводородов в маслах проводят методом хромато-масс-спектрометрии.

К-1. Суммарное содержание (% масс.) основных типов канцерогенных соединений в некоторых СОТС

Типы соединений (молекулярные массы)	Сульфофрезол	МР-99 (100%)	МР-1у	МР-7	Мобилмет Гамма	М-20А
Бенз(α)пирены, перилен, бензфлуорантены (252)	0,045	0,058	0,032	0,012	Отсутствие	0,014
Метилбензилпирены, метилперилен, метилбензфлуорантены, дибензфлуорены (266)	0,021	0,022	Отсутствие			
Диметилбензпирены, деметилперилен, диметилбензфлуорантены, метилдибензфлуорены (280)	0,005	0,008	Отсутствие			
Итого	0,071	0,088	0,032	0,012	Отсутствие	0,014

Содержание ароматических соединений с тремя и более конденсированными кольцами, концентрация к-рых составляет от 1 до 20% определяют экстракционными методами, используя в качестве экстрагента диметилсульфоксид. Потенциальные канцерогенные вещества в масляных СОТС с высокой точностью и информативностью можно определить сочетанием методов жидкостной хроматографии и масс-спектрометрии. Суммарное содержание основных типов канцерогенных соединений в некоторых масляных СОТС приведены в **табл. К-1.**

КАРБАМИД (мочевина $(NH_2)_2CO$) – кристаллическое вещество с т-рой плавления 132,7°С. Используют в процессах карбамидной депарафинизации. Получают синтезом из аммиака (NH_3) и диоксида углерода (CO_2).

КАРБАМИДНАЯ ДЕПАРАФИНИЗАЦИЯ МАСЛЯНЫХ ФРАКЦИЙ – процесс основан на способности карбамида (NH_2–CO–NH_2) образовывать кристаллические комплексы с нормальными и слаборазветвленными парафиновыми углеводородами, а также с циклическими углеводородами, содержащими длинные неразветвленные боковые цепи. К.д. позволяет без глубокого охлаждения получать низкозастывающие маловязкие масла.

Сырье процесса – маловязкие масляные фракции, выкипающие при т-ре не выше 400°С. Повышение температурных пределов выкипания влечет значительное снижение степени извлечения карбамидом твердых углеводородов, повышает энергоемкость и трудоемкость процесса.

Продукция процесса – низкозастывающие маловязкие масла (гидравлические, трансформаторные), мягкие парафины, преимущественно нормального строения.

Реагенты – кристаллический карбамид, его водный или спиртовой раствор; **растворители** – хлористый метилен, изопропан и др.

Схема процесса. Сырье (парафиновые дистилляты), растворитель и насыщенный водный раствор карбамида перемешиваются в реакторе. Соотношение «сырье : растворитель : раствор карбамида» зависит от содержания парафина в сырье и требуемой т-ры застывания получаемого масла. Твердый комплекс карбамида и парафина поступает на фильтр, отделяется от масла и промывается растворителем. Растворитель отгоняется на блоке регенерации растворителя из депарафинированного масла. Гранулированный комплекс, оставшийся на фильтре, разлагается на водный раствор карбамида и парафин при помощи горячей воды и нагрева. Раствор карбамида насыщается при 70°С в вакуумном концентраторе и возвращается на смешение с сырьем.

КАРБЕНЫ – см. *Смолисто-асфальтеновые вещества.*

КАРБОИДЫ – см. *Смолисто-асфальтеновые вещества.*

КАРБОКСИЛИРОВАНИЕ – непосредственное введение карбоксильной группы в органическое соединение. Особенно легко карбоксилируются металлоорганические соединения. Большое практическое значение имеет способ получения ароматических оксикислот карбоксилированием фенолятов натрия: так, в частности, получают алкилсалициловую кислоту.

КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ – органические кислоты, имеющие в своем химическом составе карбоксильные группы: одну у монокарбоновых кислот, две у дикарбоновых кислот.

КАРНАУБСКИЙ ВОСК – *модификатор* композиций на основе твердых углеводородов, состоящий из сложных эфиров, углеводородов и др. соединений. Представляет собой выделения листьев пальмы, произрастающей в Бразилии. Имеет т-ру плавления 80-85°С. Повышает прочность и т-ру плавления композиций.

КАРТЕР – неподвижная корпусная часть машин или механизмов (двигателей, редукторов, насосов и др.), обычно коробчатой формы, служащая опорой для рабочих деталей и защищающая их от загрязнения. Нижняя часть К. (поддон) используется как резервуар для смазочного материала.

КАРТЕР «МОКРЫЙ» ДВИГАТЕЛЯ. Большинство *поршневых двигателей с циркуляционной смазочной системой* имеет К.«м.», в поддоне к-рого находится основная масса залитого в двигатель масла. Из К.«м.» через *маслозаборник* насос подает масло в *главную магистраль* и другие каналы. Пройдя смазываемые узлы, масло возвращается в поддон К.«м.» самотеком.

КАРТЕР «СУХОЙ» ДВИГАТЕЛЯ – картер, в *смазочной системе* к-рого основная масса масла находится в масляном баке, расположенном вне двигателя. Масляный насос через напорную секцию подает масло из бака в двигатель, а отсасывающей секцией возвращает масло из *картера* в бак. Известны *смазочные системы*, в к-рых масло из поддона стекает в бак самотеком.

КАРТЕРНЫЕ ГАЗЫ – газы, заполняющие внутренние полости двигателя (исключая рабочий объем цилиндров). К.г. состоят из воздуха и продуктов полного и неполного сгорания топлива, попадающих в подпоршневое пространство из-за прорыва газов через лабиринт поршневых колец в тактах сжатия и расширения (рабочего хода). В дизелях в такте сжатия прорывается воздух, а в бензиновых двигателях – рабочая смесь. В такте расширения давление в цилиндре имеет

наибольшее значение и, соответственно, на этот такт приходится большая часть прорыва газов в картер. Сначала через лабиринт поршневых колец вытесняются газы, заполнившие его в такте сжатия, а затем прорываются продукты сгорания (CO_2, CO, H_2O, SO_2, SO_3, NO_x) и несгоревшие углеводороды, подвергшиеся предпламенному окислению.

КАТАЛИЗАТОР – вещество, изменяющее скорость химической реакции или вызывающее ее, но не входящее в состав продуктов. Различают К. для гомогенного и гетерогенного катализа.

Катализ гомогенный – изменение скорости или возбуждение химической реакции с помощью катализаторов, к-рые находятся в молекулярно- или атомарно-дисперсном состоянии и образуют однородную (как правило, газовую или жидкую) систему с реагирующим веществом.

Катализ гетерогенный – изменение скорости реакции под воздействием катализатора, образующего самостоятельную фазу (отделенную от реагирующей системы границей раздела). Наиболее распространены случаи ускорения твердыми катализаторами реакций в газовой или жидкой фазах.

Основные требования, предъявляемые к катализаторам. К., используемые в промышленности, должны обладать постоянной высокой каталитической активностью, селективностью, механической прочностью, термостойкостью, устойчивостью к действию каталитических ядов, легкой регенерируемостью, определенными гидродинамическими характеристиками.

Каталитическая активность в технологических расчетах определяется скоростью реакции, отнесенной к единице объема или массы К. и зависит от его химического состава. В гетерогенном катализе активность К., как правило, пропорциональна его удельной поверхности.

Селективностью К. называют отношение скорости накопления целевого продукта к сумме скоростей всех превращений исходного вещества.

КАТАЛИЗАТОР КАТИОННОГО ТИПА – катализатор, инициирующий превращение *мономера* в карбокатион, способный к присоединению следующего мономера.

КАТАЛИЗАТОР НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ – см. *Каталитический нейтрализатор*.

КАТАЛИЗАТОРЫ ГОРЕНИЯ – К.г. вводят в топлива для повышения полноты их сгорания. Особенно это важно на последних стадиях горения, характеризующихся недостатком кислорода. К.г. используют преимущественно в остаточных топливах, но в некоторых случаях предлагается их вводить в дизельные топлива и даже бензин. Наибольший эффект от применения К.г. наблюдается в тяжелых топливах, горючая смесь к-рых в камере сгорания гетерогенна, т.е. состоит из паров и мелких капель топлива, а также частиц сажи. Вообще, чем тяжелее топливо, тем эффективнее действие К.г. В качестве активного компонента К.г. содержат соединения металлов, катализирующих окисление углеводородов: железа, меди, марганца и т.д. Патентуются также беззольные присадки, напр. на основе органических пероксидов. В этом случае их иногда называют инициаторами, чтобы отличить от металлсодержащих катализаторов, характеризующихся определенной зольностью. Рабочие концентрации катализаторов горения лучше всего устанавливать по металлу. Достаточно, если в топливе будет 5-50 млн$^{-1}$ металла-катализатора. Концентрации самих присадок в таком случае будут составлять сотые доли процента.

Механизм действия К.г. зависит от их состава. Полагают, что соединения щелочных и щелочноземельных металлов повышают концентрацию гидроксил-ионов в пламени. Последние, сорбируясь на поверхности горящих частиц и являясь сильными окислителями, участвуют в реакции горения. Соединения переходных металлов служат переносчиками кислорода с первых стадий горения, характеризующихся его избытком, на последние, где окислителя не хватает. Пероксиды непосредственно выступают как окислители углеводородов.

На практике К.г., как правило, используют в композиции с диспергирующими присадками к остаточным топливам. Это позволяет получить суммарный эффект от диспергирующего и каталитического действия композиции присадок.

Активными компонентами товарных К.г. обычно являются соединения железа (ферроцен или недорогие соли карбоновых кислот). За рубежом К.г. в мазутах используют достаточно часто. В России некоторое время применялась присадка ВНИИНП-106, к-рая в настоящее время не вырабатывается.

КАТАЛИЗ ГЕТЕРОГЕННЫЙ – см. *Катализатор*.

КАТАЛИЗ ГОМОГЕННЫЙ – см. *Катализатор*.

КАТАЛИТИЧЕСКИ АКТИВНАЯ МЕТАЛЛИЧЕСКАЯ ПОВЕРХНОСТЬ (ISO 2.10.142) – используется при испытании нефтепродукта на коррозионную агрессивность (определение в стандартизованных условиях коррозионного воздействия нефтепродуктов на металл).

КАТАЛИТИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ ОЛИГОМЕРИЗАЦИИ – реакции *олигомеризации*, протекающие под действием катализаторов.

КАТАЛИТИЧЕСКИЙ КРЕКИНГ – см. *Крекинг каталитический*.

КАТАЛИТИЧЕСКИЙ НЕЙТРАЛИЗАТОР (катализатор нейтрализации отработавших газов) – часть автомобильной системы понижения токсичности *отработавших газов*. **Окислительные К.н.** дожигают в отработавших газах углеводороды и окись углерода (CO), **понижающие К.н.** воздействуют на содержание в газах оксидов азота (NO_X). В обоих типах К.н. используются катализаторы, содержащие благородные металлы (платину, палладий или родий), к-рые могут отравляться содержащими свинец присадками к топливу, фосфором, содержащимся в присадках к маслу, а также серой, содержащейся в топливе и масле.

КАТАЛИТИЧЕСКИЙ РИФОРМИНГ – см. *Риформинг каталитический*.

КАТАЛИТИЧЕСКОЕ *о*-АЛКИЛИРОВАНИЕ СПИРТОВ *трет*-ИЗООЛЕФИНАМИ – (в нефтепереработке употребляется термин «этерификация») – процесс получения *оксигената* – диалкилового эфира, высокооктановой добавки к бензинам. Использование простых эфиров позволяет не только улучшить октановые характеристики бензина, но и снизить в нем содержание компонентов с высоким давлением насыщенных паров, повысить эффективность сгорания топлива. Наиболее распространенные высокооктановые добавки к автобензинам – метилтретичнобутиловый эфир (МТБЭ), этилтретичнобутиловый эфир (ЭТБЭ), третичноамилметиловый эфир (ТАМЭ) и диизопропиловый эфир (ДИПЭ). ОЧи/ОЧм МТБЭ составляет 117/101, ДИПЭ – 103/99. В товарные автобензины добавляют 5-15% диалкиловых эфиров.

Реакция алкилирования спиртов олефинами катализируется кислотными катализаторами и протекает по цепному карбоний-ионному механизму с выделением 66 кДж /моль теплоты. Равновесие реакции смещается в сторону получения целевого продукта – при повышении давления, увеличении соотношения спирта к алкену и снижении т-ры. При одинаковой т-ре и равном мольном соотношении конверсия изоалкенов в эфиры снижается при увеличении длины углеводородной цепи. По реакционной способности относительно изобутилена спирты располагаются в следующий ряд: *н*-бутанол > *н*-пропанол > метанол. Побочные продукты образуются в незначительном количестве за счет олигомеризации олефинов, межмолекулярной дегидратации спиртов и гидратации *трет*-алкенов.

Наиболее эффективные катализаторы – сульфированные ионообменные смолы (широко распространены сульфокатиониты со стиролдивинилбензольной матрицей). Используются сульфокатиониты гелевой структуры с невысокой удельной поверхностью (около 1 м²/г) и макропористые с развитой удельной поверхностью (20-400 м²/г). Основные трудности, возникающие при использовании сульфокатионитов в промышленном синтезе МТБЭ, связаны с большим гидродинамическим сопротивлением каталитического слоя. Для получения необходимой совокупности катализирующих, массообменных и гидродинамических свойств разработан отечественный высокоэффективный формованный ионитный катализатор КИФ-2, имеющий большие размеры гранул и высокую механическую прочность. В последние годы разработаны процессы получения эфиров на цеолитах типа «СВК».

Т-ра этерификации *трет*-алкенов 60-90°C при использовании в качестве катализаторов кислых ионообменных смол и 90-150°C при применении цеолитных катализаторов. Синтез МТБЭ можно осуществлять как в паровой, так и в жидкой фазе в зависимости от давления. В паровой фазе выход МТБЭ значительно ниже, чем в жидкой (86-90%), хотя выше селективность. Технология действующих производств МТБЭ и высших *трет*-алкиловых эфиров базируется на жидкофазном синтезе.

К сырью предъявляются жесткие требования по содержанию влаги, к-рая приводит к гидратации изоалканов в третичные спирты. Учитывается также возможность протекания побочных реакций: при низком соотношении метанол:алкан возможна полимеризация *трет*-алкенов, при высокой т-ре и высокой концентрации метанола идет межмолекулярная дегидратация метанола с образованием диметилового эфира. Довольно высокие требования предъявляются по составу и количеству серо- и азотсодержащих и неуглеводородных примесей. В связи с высокой избирательностью реакции этерификации относительно олефинов с двойной связью у третичного атома углерода в качестве сырья для получения МТБЭ и ЭТБЭ могут использоваться практически любые фракции C_4 с установок пиролиза, коксования и каталитического крекинга, содержащие 10-60% изобутилена. Ресурсы изобутилена для производства МТБЭ и ЭТБЭ можно увеличить за счет *н*-бутана, содержащегося в попутных нефтяных газах или газоконденсатах, используя процесс дегидрирования *н*-бутана в бутилены и последующей их изомеризации в изобутилен, или *н*-бутан может быть превращен в изобутан на установках изомеризации и далее дегидрирован в изобутилен. Для производства ТАМЭ в качестве сырья используют амилены, содержащиеся в продуктах крекинга, коксования и побочных продуктах пиролиза. При необходимости снижения содержания олефинов C_5 в бензине в сырьевой поток вовлекается суммарная фракция C_5. В качестве сырья для производства смеси эфиров при-

меняют олефинсодержащие фракции C_4-C_6 установок каталитического крекинга или пиролиза углеводородов в присутствии водяного пара. Процесс производства простых эфиров из изоалкенов и спиртов позволяет переходить от сырья C_4 к C_5 и от метилового спирта к этиловому и получать раздельно МТБЭ, ЭТБЭ, ТАМЭ или смешанные эфиры. Метиловый спирт используют для синтеза МТБЭ и ТАМЭ, а этиловый – для получения ЭТБЭ. Сырьем для получения ДИПЭ служат пропилен и вода.

Этерификация осуществляется обычно в реакторах трубчатого или реакционно-ректификационного типа. В современных процессах конверсия изобутилена составляет около 99%, а реакционноспособных изоамиленов – 91%. Кроме этого, олефины, непосредственно содержащиеся в бензинах крекинга, могут быть этерифицированы низкомолекулярными спиртами в диалкиловые эфиры. Присутствие сопряженных диенов в составе фракций бензина каталитического крекинга приводит к образованию смол, поэтому перед этерификацией необходимо провести гидрирование диенов в соответствующие моноолефины. Эфиры, образующиеся из олефинов C_6, C_7, не существенно увеличивают ОЧ бензиновых фракций по сравнению с исходными олефинами, но этерификация олефинов спиртами позволяет несколько увеличить объем бензиновых фракций и улучшить характеристики смешения. Суммарное количество олефинов во фр. 35-100°С составляет 40-65% масс., на долю реакционноспособных олефинов приходится 25-40% масс. При этерификации легкой бензиновой фракции каталитического крекинга общая конверсия углеводородов, рассчитанная в молях прореагировавших углеводородов на моль сырья, составляет 16-18%. Для легкого бензина каталитического крекинга (фр. с КК=120°С) этерификация метанолом наиболее полно протекает при т-ре 70°С, давлении 0,2 МПа, объемной скорости подачи сырья 1,0 $ч^{-1}$, соотношении «бензин:метанол» 80:20. При оптимальных условиях этерификации относительное увеличение выхода бензина составляет 6,75%. ОЧм продукта увеличивается на 7-8 ед.

Этерификация бензинов термического крекинга протекает менее полно, что связано с меньшим содержанием в нем реакционноспособных олефинов. Для повышения конверсии алкенов метанол берут в избытке. Так как непрореагировавший метанол образует азеотропные смеси с углеводородами C_4 и выше, необходимы специальные методы отделения метанола от реакционной массы. Разработаны способы экстракции метанола с последующей ректификацией или реэкстракцией, а также адсорбции с последующей десорбцией. Для снижения остаточного содержания непредельных соединений разработаны технологические схемы совмещения процесса этерификации со скелетной изомеризацией и алкилированием олефинов.

Схема отечественной установки *о*-алкилирования метанола изобутеном показана на **рис. К-1.** Синтез МТБЭ осуществляется в ректификационно-реакционном аппарате *Р-1(2)*, состоящем из средней реакторной зоны с тремя слоями катализатора и верхней и нижней ректификационных зон с двумя тарелками в каждой. Оптимальные режимы синтеза МТБЭ: т-ра в зоне реакции 60-70°С, давление 0,7-0,75 МПа, объемная скорость подачи бутан-бутиленовой фракции (ББФ) с установки каталитического крекинга 1,5 $ч^{-1}$, соотношение «метанол:изобутан» 10:1, кратность циркуляции метанола к изобутену 9,4:1. В схеме установки предусмотрено два таких аппарата: во втором *Р-2* (на схеме не показан) после потери активности катализатора (через 4000 ч работы) исходная сырьевая смесь предварительно очищается от серо- и азотсодержащих примесей, а также происходит поглощение катионов железа, присутствующих в рециркулирующем метаноле из-за коррозии оборудования. Таким образом, поочередно один аппарат работает в режиме форконтактной очистки сырья на отработанном катализаторе, а другой в режиме синтеза МТБЭ на свежем катализа-

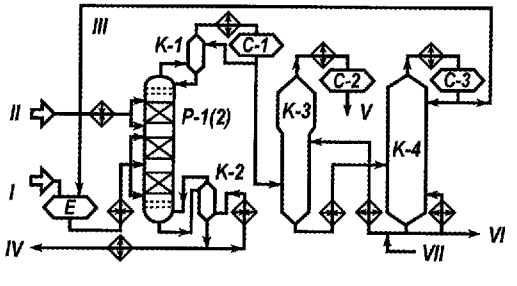


Рис. К-1. Схема отечественной установки *о*-алкилирования метанола изобутеном:

Е – емкость; *Р-1(2)* – ректификационно-реакционный аппарат; *К-1* – колонна конденсации МТБЭ; *К-2* – отпарная колонна; *К-3* – экстрактор; *К-4* – ректификационная колонна; *С-1*, *С-2*, *С-3* – емкости-сепараторы.

Потоки: *I* – сырье (ББФ); *II* – свежий метанол; *III* – циркулирующий метанол; *IV* – метил-*трет*-бутиловый эфир; *V* – отработанная ББФ; *VI* – сброс воды; *VII* – раствор щелочи

тоpе. Катализатор после выгрузки из форконтактного аппарата не подвергается регенерации (направляется на захоронение).

Исходная ББФ с установки каталитического крекинга (после демеркаптинизации) и циркулирующий метанол через емкость *Е* поступают в верхнюю часть реактора форконтактной очистки. Очищенная смесь после нагрева в теплообменнике до 60°С поступает в зону синтеза под каждый слой катализатора аппарата *Р-1*. В верхнюю часть реакционной зоны во избежание перегрева катализатора подается также подогретый в теплообменнике до 50-60°С свежий метанол. Жидкие продукты реакции, состоящие из МТБЭ с примесью метанола и углеводородов, выводятся из куба аппарата *Р-1* и направляются в колонну *К-2* на отпарку от примесей. Целевой продукт – МТБЭ – выводится из куба колонны *К-2* и после охлаждения откачивается в товарный парк. Паровая фаза, состоящая из отработанной ББФ, метанола и следов МТБЭ, из аппарата *Р-1* поступает в колонну *К-1*, где МТБЭ конденсируется и возвращается на верхнюю тарелку аппарата *Р-1* в качестве холодного оросителя. С верха *К-1* отводятся несконденсировавшиеся пары отработанной ББФ и метанола, к-рые после охлаждения и конденсации в холодильниках, поступают в емкость-сепаратор *С-1*. Разделение конденсата из *С-1* на отработанную ББФ и метанол осуществляется экстракцией последнего водой в экстракторе *К-3*, с верха к-рого выводится отработанная ББФ для последующей переработки, а отгонка циркуляционного метанола от воды производится в ректификационной колонне *К-4*. Метанол, выводимый с верха *К-4*, охлаждается и конденсируется в воздушных и водяных конденсаторах-холодильниках и собирается в рефлюксной емкости *С-3*. Часть метанола подается в качестве холодного орошения в *К-4*, а часть – в емкость *Е*. Вода, выводимая с низа *К-4*, после охлаждения в теплообменнике и холодильнике направляется в экстрактор *К-3* для отмывки метанола от отработанной ББФ.

При вводе 95% масс. ББФ (в т.ч. 10% масс. изобутилена) и 5% масс. свежего метанола получается 14% масс. МТБЭ, 85% масс. отработанной ББФ (в т.ч. 0,05% масс. изобутилена), потери составляют 1,0% масс.

За рубежом наиболее распространены установки получения МТБЭ и др. простых эфиров по технологиям фирм UOP, Uhde GmbH, CDTECH, Axens и др.

В настоящее время введены ограничения на применение МТБЭ, поэтому ряд установок переориентируют на выпуск изооктана/изооктена (см. *Димеризация изобутилена на катионных ионообменных смолах*).

КАТЕГОРИЯ МОТОРНОГО МАСЛА ПО УРОВНЮ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ – см. *Классификация моторных масел SAE, Классификация моторных масел ACEA, Классификация моторных масел ILSAC, Классификация моторных масел API.*

КАТИОНООБМЕННЫЕ СМОЛЫ – полимеры или сополимеры, имеющие в своем составе кислотные группы. Наиболее распространенные из К.с. – сульфированные сополимеры стирола и бутадиена. В качестве катализаторов К.с. применяют в водородной форме.

КАТОДНАЯ ЗАЩИТА – электрохимическая защита металла, осуществляемая катодной поляризацией от внешнего источника тока или путем соединения с металлом, имеющим более отрицательный потенциал, чем у защищаемого металла (ГОСТ 5272).

КАТОДНЫЙ ИНГИБИТОР КОРРОЗИИ – *ингибитор*, защитное действие к-рого обусловлено торможением катодной реакции коррозионного процесса (ГОСТ 5272).

КАТОДНЫЙ КОНТРОЛЬ – ограничение скорости электрохимической коррозии катодной реакцией (ГОСТ 5272).

КАЧЕСТВО МЕТОДА ИСПЫТАНИЙ – характеризуется показателями точности, *воспроизводимости* и *повторяемости* (*сходимости*) *метода* испытаний. Показатель правильности метода испытаний (оценка смещения математического ожидания результатов испытаний от известного значения) отсутствует у методов испытаний нефти и нефтепродуктов в связи с практической невозможностью создания образцов, аттестованных по процедуре приготовления.

Точность метода испытаний – степень близости результата испытания к истинному (или в его отсутствии принятому опорному) значению. Качественными показателями точности метода испытаний являются правильность и *прецизионность*. Применительно к методам испытаний нефти и нефтепродуктов понятие «точность», как правило, характеризует его прецизионность (см. *Повторяемость метода* и *Воспроизводимость метода*). Показателями точности метода испытаний являются показатель повторяемости, показатель воспроизводимости, показатель правильности.

Показатель точности метода испытаний – характеристика погрешности:

1) границы $\Delta_н$, $\Delta_в$, в к-рых погрешность любого из совокупности результатов испытаний, полученных по методу, находится с принятой вероятностью P=0,95 – интервальная оценка или $\pm\Delta$ при P=0,95, при $\Delta=|\Delta_н|=\Delta_в=Z\sigma(\Delta)$, где Z – квантиль распределения, зависящий от его типа и принятой вероятности P;

2) среднее квадратическое отклонение $\sigma(\Delta)$ погрешности результатов испытаний, полученных во всех лабораториях, применяющих метод – точечная оценка. Как правило, $\sigma(\Delta)=\sigma_R$, где σ_R – среднее квадратическое отклонение воспроизводимости результатов.

Для метода испытаний нефти и нефтепродуктов показатель точности метода испытаний расчетное значение, к-рое используется для оценки показателей качества результатов испытаний при внедрении внутрилабораторного контроля точности результатов испытаний.

КАЧЕСТВО РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ характеризуется показателями точности (прецизионности), внутрилабораторной прецизионности, повторяемости, правильности результатов испытаний. **Показатели К.р.и.** определяются при реализации конкретного метода испытаний в отдельной лаборатории (ГОСТ Р ИСО 5725-1–02). При установлении показателей К.р.и. при реализации методов испытаний используют алгоритмы, приведенные в ГОСТ Р ИСО 5725.

В *испытательной лаборатории* допускают к применению методы испытаний, если показатели точности результатов испытаний не превышают показателей точности метода, при этом должно выполняться условие $\Delta_л<\Delta$, где $\Delta_л$ – значение погрешности (показателя точности) результатов испытаний, установленное в испытательной лаборатории при реализации метода испытаний; Δ – значение погрешности (показателя точности) метода испытаний. Для методов испытаний, отвечающих требованиям ГОСТ 8.580, погрешность рассчитывают по формуле $\Delta=Z\sigma_R$ (при P=0,95, квантиле распределения Z=1,96). Среднее квадратическое отклонение σ_R находят по формуле $\sigma_R=R/2{,}77$, где R – предел воспроизводимости.

При освоении метода испытаний, на этапе внедрения контроля точности результатов испытаний допустимо показатели К.р.и. устанавливать расчетным способом на основе соотношений $\Delta_л=0{,}84\Delta$ и $R_л=0{,}84R$ с последующим уточнением по мере накопления информации при внутрилабораторном контроле К.р.и.

Показатель точности результатов испытаний – установленная характеристика погрешности для любого из совокупности результатов испытаний, полученного при соблюдении требований документа на конкретный метод испытаний при его реализации в отдельной лаборатории (ГОСТ Р ИСО 5725, РМГ 63). Формы представления показателя точности результатов испытаний:

1) границы $\Delta_{л.н.}$, $\Delta_{л.в.}$, в к-рых погрешность любого из совокупности результатов испытаний, полученных в лаборатории при реализации метода испытаний, находится с принятой вероятностью P=0,95 – интервальная оценка или $\pm\Delta_л$·P при $\Delta_л=|\Delta_{л.н.}|=\Delta_{л.в.}$;

2) среднее квадратическое отклонение $\sigma(\Delta_л)$ погрешности результатов испытаний, полученных в конкретной лаборатории (точечная оценка). $\sigma(\Delta_л)=Z\sigma(\Delta_л)_R$, где Z – квантиль распределения, зависящий от его типа и принятой вероятности P.

Показатель внутрилабораторной прецизионности результатов испытаний $R_л$ – установленная характеристика (оценка) степени близости результатов испытаний, полученных в условиях внутрилабораторной прецизионности (ГОСТ Р ИСО 5725, РМГ 63). Формы представления показателя внутрилабораторной прецизионности:

1) среднее квадратическое отклонение $\sigma_{Rл}$ результатов испытаний, полученных в лаборатории в условиях внутрилабораторной прецизионности (точечная оценка);

2) предел внутрилабораторной прецизионности $R_л$ – допускаемое для принятой вероятности P=0,95 абсолютное расхождение двух результатов испытаний, полученных в лаборатории в условиях внутрилабораторной прецизионности (интервальная оценка). $R_л=2{,}77\sigma_{Rл}$.

Показатель повторяемости результатов испытаний, $r_л$ – установленная характеристика (оценка) степени близости результатов единичных испытаний, полученных в условиях повторяемости в лаборатории. (ГОСТ Р ИСО 5725, РМГ 63). Соответствие показателю *повторяемости метода испытаний*.

Формы представления показателя повторяемости результатов испытаний:

1) среднее квадратическое отклонение $\sigma_{r.л.}$ результатов испытаний, полученных в лаборатории в условиях повторяемости (точечная оценка);

2) предел повторяемости $r_л$ – допускаемое для принятой вероятности P=0,95 абсолютное расхождение между наибольшим и наименьшим результатами из n результатов единичных испытаний, полученных в лаборатории в условиях повторяемости, регламентированных методом испытаний (интервальная оценка). $\sigma_r=\sigma_{r.л.}$; $r=r_л$.

Показатель правильности результатов испытаний – оценка систематической погрешности лаборатории (ГОСТ Р ИСО 5725, РМГ 63). Формы ее представления:

1) $\Theta_л$, $\sigma_{с.л.}$, где $\Theta_л$ – оценка математического ожидания систематической погрешности лаборатории ($\Theta_л$ может быть введена в результат испытания в качестве поправки); $\sigma_{с.л.}$ – среднее квадратическое отклонение систематической погрешности результатов испытаний, полученных в лаборатории (точечная оценка);

2) Границы $\Delta_{с.л.н.}$, $\Delta_{с.л.в.}$, в к-рых систематическая погрешность лаборатории находится с принятой вероятностью P=0,95 – интервальная оценка

или $\pm\Delta_{с.л.}$ при P=0,95, где $\Delta_{с.л.}=|\Delta_{с.л.н.}|=\Delta_{с.л.в.}$ $\Delta_{с.л.}=Z\sigma_{с.л.}$

КАЧЕСТВО СОТС – совокупность свойств, обусловливающих пригодность СОТС обеспечивать требуемые выходные параметры технологических операций механической обработки заготовок.

КЕРОСИН – дистиллят, характеризующийся летучестью, промежуточной между бензином и газойлем, и т-рой вспышки в закрытом тигле выше 38°С (ISO 1998).

КЕРОСИН АВИАЦИОННЫЙ – см. *Авиационный керосин*.

КЕРОСИН КОММУНАЛЬНО-БЫТОВОГО НАЗНАЧЕНИЯ – керосин, предназначенный для использования в домашних и промышленных целях, в основном для обогрева, освещения и приготовления пищи (ISO 1998).

КИНЕМАТИЧЕСКАЯ ВЯЗКОСТЬ – см. *Вязкость нефтепродуктов*.

КИНЕМАТИЧЕСКАЯ ВЯЗКОСТЬ ПРИБОРНЫХ МАСЕЛ. Современные приборные масла часто применяются в изделиях в широком интервале т-ры эксплуатации. Постоянство выходных параметров изделий при перепаде температур во многих случаях определяются вязкостно-температурными свойствами масел. В связи с этим кинематическая вязкость приборного масла измеряется не только в граничных температурных точках, но и в ряде промежуточных точек, чтобы полностью охарактеризовать его вязкостно-температурные свойства. Вязкость приборных масел определяется по ГОСТ 33 (ИСО 3104–94).

КИСЛОТНОЕ ЧИСЛО (ISO 1998/2) – количество основания, выраженное в миллиграммах КОН на грамм, требуемое для титрования всех кислотных составных частей, присутствующих в 1 г образца, при титровании в точно установленных условиях.

КИСЛОТНОЕ ЧИСЛО МАСЕЛ определяют титрованием спирто-бензольного раствора масла раствором едкого кали или электрохимическим способом (ГОСТ 11362, ИСО 6619–88).

КИСЛОТНОЕ ЧИСЛО МОТОРНЫХ МАСЕЛ – количественная характеристика наличия в масле компонентов, имеющих кислую реакцию, а также органических и неорганических кислот, образовавшихся при работе масла вследствие его окисления, и поступивших извне продуктов сгорания топлива. Различают общее кислотное число, характеризующее суммарное количество кислот в масле, и кислотное число сильных кислот, характеризующее содержание неорганических кислот, вызывающих активную коррозию деталей двигателя. Сильные кислоты могут присутствовать в масле после истощения его щелочности. При обнаружении сильных кислот масло необходимо заменить свежим.

КИСЛОТНОЕ ЧИСЛО ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК – см. *Стабильность против окисления пластичной смазки*.

КИСЛОТНОЕ ЧИСЛО ПРИБОРНЫХ МАСЕЛ – определяют по ГОСТ 5985.

КИСЛОТНОСТЬ ТОПЛИВА – показатель, характеризующий количество кислородсодержащих соединений, влияющих на стабильность топлива. Оценивается по количеству щелочи (мг КОН/100 см³), необходимой для нейтрализации органических кислот топлива, по методам ГОСТ 5985, ASTM D 974 и IP 1/94. Определение входит в КМКО бензинов. Кислотность авиационных бензинов не должна превышать 1, а автомобильных – 3 мг КОН/100 см³. Для дизельного топлива этот показатель определяет также допустимый срок его хранения. Согласно требованиям ГОСТ 305 кислотность дизельного топлива не должна превышать 5 мг КОН/100 см³.

КИСЛЫЙ ГУДРОН – см. *Гудрон кислый*.

КЛАСС ВЯЗКОСТИ МОТОРНОГО МАСЛА (вязкостный класс) – соответствие реологических характеристик масла пределам, установленным классификацией для одной из градаций.

КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ МОТОРНЫХ МАСЕЛ – проводят при разработке новых масел и *сертификации* товарных масел с целью подтверждения их соответствия *классу вязкости*, *группе по назначению* и уровню *эксплуатационных свойств*, указываемых в марке масла согласно ГОСТ 17479.1. Объем К.и.м.м. каждой группы указан в упомянутом стандарте.

КЛАССИФИКАЦИЯ – система подразделения объектов на основе учета их общих признаков, дающая возможность ориентироваться в их многообразии и получать информацию об объектах классификации.

КЛАССИФИКАЦИЯ ГОРЮЧЕ-СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО ИХ ЗАЩИТНЫМ СВОЙСТВАМ. Современные ГСМ (топлива, смазочные масла различного назначения, пластичные смазки, СОТС, специальные жидкости) содержат ингибиторы коррозии, улучшающие их защитные свойства, что позволяет снизить ущерб от коррозии и коррозионно-механического изнашивания как при хранении, так и при работе (эксплуатации) металлоизделий, машин и механизмов. Согласно предложенной Ю.Н.Шехтером классификации все ГСМ по способности защищать металл от коррозии можно разделить на четыре группы.

Консервационные (К) – содержат *маслорастворимые ингибиторы коррозии* и предназначены для наружной и внутренней *консервации* металлоизделий на время *хранения* или *транспортирования* в различных условиях. Для обозначения ГСМ этой группы широко используют термин

К-2. Классификация ГСМ по их защитным свойствам

Обозначение уровня защитных свойств	Основное назначение	Горюче-смазочный материал
	Топлива	
Р	Эксплуатация наземной, морской и авиационной техники	Бензины, реактивные, дизельные, котельные и газотурбинные топлива товарного ассортимента
К	Консервация бочек, резервуаров, перекачивающих средств, трубопроводов и пр.	То же с 5-10% маслорастворимого ингибитора коррозии
КР	Консервация техники с возможным вводом ее в эксплуатацию	То жв с 0,001-0,1% маслорастворимого ингибитора коррозии
	Смазочные масла	
Р	Эксплуатация наземной, морской и авиационной техники	Моторные масла для наземной, судовой и авиационной техники, трансмиссионные, индустриальные и другие масла товарного ассортимента
К	Внутренняя консервация техники с последующей расконсервацией (сливом масла), наружная консервация техники без расконсервации	Консервационные масла товарного ассортимента
КР	Консервация техники на период хранения с возможным вводом ее е эксплуатацию	Товарные масла с 5-10% маслорастворимого ингибитора коррозии
РК	Эксплуатация и хранение техники	Рабоче-консервационные моторные, трансмиссионные и другие смазочные масла
	Пластичные смазки	
Р	Эксплуатация узлов трения в наземной, морской, авиационной и космической технике	Пластичные смазки товарного ассортимента
К	Наружная консервация металлоизделий с последующей расконсервацией	Консервационные смазки
РК	Эксплуатация и защита от коррозии в жестких и очень жестких условиях узлов трения машин и механизмов	Рабочее-консервационныв смазки
	Средства временной противокоррозионной защиты	
КР/РК	Наружная консервация машин и механизмов без расконсервации	Пленкообразующие ингибированные нефтяные составы
	Смазочно-охлаждающие технологические средства (СОТС)	
Р	Операции механической обработки металлов	Неингибированные СОТС
РК	То же и межоперационная противокоррозионная защита обрабатываемых изделий	СОТС, содержащие 0,5-20% ингибиторов коррозии

«Консервационный материал». При использовании консервационных нефтепродуктов находящуюся на хранении технику перед введением в эксплуатацию необходимо расконсервировать, т.е. удалить консервационные материалы и заменить их рабочими или рабоче-консервационными. **Консервационно-рабочие (КР)** – отличаются от консервационных тем, что их можно одноразово использовать при введении машин в эксплуатацию (до первой смены топлива или масла). Имеют высокие защитные свойства, часто такие же, как у консервационных продуктов, но пониженные по тем или иным показателям эксплуатационные свойства, что не позволяет использовать их на весь период эксплуатации техники.

Рабочие (Р) – предназначены для эксплуатации машин и механизмов; содержащиеся в них антикоррозионные присадки и маслорастворимые ингибиторы коррозии обеспечивают защиту только в легких условиях.

Рабоче-консервационные (РК) – содержат антикоррозионные присадки и *маслорастворимые ингибиторы коррозии*. Они одновременно обеспечивают выполнение основной рабочей функции и временную противокоррозионную защиту (ГОСТ 9.103 ЕСЗКС). Предназначены для *хранения*, *транспортирования*, периодической и постоянной эксплуатации техники. Современные рабоче-консервационные материалы имеют очень высокий уровень противокоррозионных и эксплуатационных свойств. Их защитные свойства, как правило, несколько ниже, чем у консервационных или у консервационно-рабочих материалов, однако значительно выше, чем у рабочих, что позволяет им защищать металл от коррозии в течение длительного времени.

Уровень защитных свойств топлив и смазочных материалов и их эксплуатационные характеристики определяют условия применения ГСМ на том или ином виде техники или металлоизделия с целью обеспечения ее надежности, долговечности и защиты от коррозии (**табл. К-2**).

КЛАССИФИКАЦИЯ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ МАСЕЛ по ГОСТ 17479.4. Согласно классификации ГОСТ 17479.4 индустриальные масла разделяют на группы по назначению (**табл. К-3**), на подг-

К-3. Группы индустриальных масел по назначению

Группа масла	Рекомендуемая область применения
Л	Легконагруженные узлы (шпиндели, подшипники и сопряженные с ними соединения)
Г	Гидравлические системы
Н	Направляющие скольжения
Т	Тяжело нагруженные узлы (зубчатые передачи)

руппы по **эксплуатационным свойствам** и **составу** (наличию соответствующих функциональных присадок) (**табл. К-4**), на классы по **вязкости** (**табл. К-5**). Деление по назначению соответствует ISO 3498–79 и ИСО 6743-0–81, а по вязкости ISO 3448–75.

К-4. Подгруппы индустриальных масел для машин и механизмов промышленного оборудования по эксплуатационным свойствам

Подгруппа масла	Состав масла	Рекомендуемая область применения
A	Нефтяные масла без присадок	Машины и механизмы промышленного оборудования, условия работы к-рых не предъявляют особых требований к антиокислительным и антикоррозионным свойствам масел
B	Нефтяные масла с антиокислительными и антикоррозионными присадками	Машины и механизмы промышленного оборудования, условия работы к-рых предъявляют повышенные требования к антиокислительным и антикоррозионным свойствам масел
C	Нефтяные масла с антиокислительными, антикоррозионными и противоизносными присадками	Машины и механизмы промышленного оборудования, содержащие антифрикционные сплавы цветных металлов, условия работы к-рых предъявляют повышенные требования к антиокислительным, антикоррозионным и противоизносным свойствам масел
D	Нефтяные масла с антиокислительными, антикоррозионными, противоизносными и противозадирными присадками	Машины и механизмы промышленного оборудования, условия работы к-рых предъявляют повышенные требования к антиокислительным, антикоррозионным, противоизносным и противозадирным свойствам масел
E	Нефтяные масла с антиокислительными, адгезионными, противоизносными, противозадирными и противоскачковыми присадками	Машины и механизмы промышленного оборудования, условия работы к-рых предъявляют повышенные требования к антиокислительным, адгезионным, противоизносным, противозадирным и противоскачковым свойствам масел

К-5. Классы вязкости индустриальных масел

Класс вязкости	Кинематическая вязкость при 40°С, мм²/с	Класс вязкости	Кинематическая вязкость при 40°С, мм²/с
2	1,9-2,5	68	61-75
3	3,0-3,5	100	90-110
5	4,0-5,0	150	135-165
7	6,0-8,0	220	198-242
10	9,0-11,0	320	288-352
15	13,0-17,0	460	414-506
22	19,0-25,0	680	612-748
32	29,0-35,0	1000	900-1100
46	41,0-51,0	1500	1350-1650

Обозначение индустриальных масел. При обозначении индустриальных масел согласно классификации по ГОСТ 17479.4 используют четыре группы знаков, разделенных между собой дефисом. Первая из них обозначается буквой И – индустриальное, вторая – прописными буквами, обозначающими принадлежность к группе по назначению, третья – прописными буквами, обозначающими принадлежность к подгруппе по эксплуатационным свойствам и четвертая – цифрами, характеризующими класс по кинематической вязкости.

Пример обозначения индустриального масла: И-Г-В-46, где И – индустриальное масло, Г – масло предназначено для гидравлической системы, В – масло с антиокислительными и антикоррозионными присадками для машин и механизмов промышленного оборудования с повышенными требованиями к условиям работы, 46 – класс вязкости.

Помимо указанной маркировки в обозначение масла вводятся буквы, обозначающие дополнительные данные: (з) – содержит вязкостную присадку, (Мо) – дисульфид молибдена; (п) – антипенную присадку, (пр) – для подшипников и редукторов и др.

До введения в действие классификации индустриальных масел по ГОСТ 17479.4 не существовало единой системы обозначений, и наименование И.м. для промышленного оборудования устанавливали произвольно: с учетом областей применения (ИГП, ИНСП, ИСП и др.), с учетом загустителя (ИГПз), обозначения учреждения-разработчика (ВНИИНП-430) и т.д. Данные о соответствии обозначений И.м. по ГОСТ 17479.4, по действующей нормативно-технической документации по классификации ИСО представлены в **табл. К-6, К-7.**

К-6. Соответствие обозначений индустриальных масел по ГОСТ 17479.4 обозначениям, действующим в НТД

Обозначение масла по ГОСТ 17479.4	Принятое обозначение масла
1	2
И-Л-А-7	И-5А*
И-Л-А-10	И-8А*
И-ЛГ-А-15	И-12А*
И-Г-А-32	И-20А*
И-Г-А-46	И-30А*
И-Г-А-68	И-40А*
И-ГТ-А-100	И-50А*
И-Г-В-46(п)	ВНИИНП-403**
И-Л-С-3	И-Л-С-3 вместо ИГП-2
И-Л-С-5	И-Л-С-5 вместо ИГП-4
И-Л-С-10	И-Л-С-10 вместо ИГП-6, ИГП-8
И-Л-С-22	И-Л-С-22 вместо ИГП-14
И-Г-С-32	ИГП-18
И-Г-С-46	ИГП-30
И-Г-С-68	ИГП-38, ИГП-49
И-Т-С-100	ИГП-72

Окончание табл. К-6

1	2
И-Т-С-150	ИГП-91
И-Т-С-220	ИГП-114
И-Т-С-320	ИГП-152, ИГП-182
И-ГН-Д-32(с)	$ИГС_п$-18
И-ГН-Д-68(с)	$ИГС_п$-38
И-Н-Е-68	$ИНС_п$-40
И-Н-Е-100	$ИНС_п$-65
И-Н-Е-220	$ИНС_п$-110
И-ГН-Е-32	И-ГН-Е-32 вместо $ИГНС_п$-20
И-ГН-Е-68	И-ГН-Е-68 вместо $ИГНС_п$-40
И-Г-Д-32(з)	$ИГП_з$-20
И-Т-Д-32	И-Т-Д-32 вместо ИСП-25 и $ИСП_п$-25
И-Т-Д-68	И-Т-Д-68 вместо ИСП-40 и $ИР_п$-40
И-Т-Д-100	И-Т-Д-100 вместо ИСП-65 и $ИР_п$-75
И-Т-Д-150	И-Т-Д-150
И-Т-Д-150 (мп)	$ИР_п$-85
И-Т-Д-220	И-Т-Д-220 вместо ИСП-110 и $ИР_п$-150
И-Т-Д-460	И-Т-Д-460 вместо ИТП-200
И-Т-Д-680	И-Т-Д-680 вместо ИТП-300
И-Т-С-1000	$ИТ_п$-500
И-Т-С(пт)	$И_п$-20
И-Т-Д-100 (лр)	И-100Р (С)
И-Т-С-68 (пер)	И-68СХ
И-Т-С-320 (мт)	ИТС-320 (мт) вместо ИМТ-160
И-Л-С-220 (Мо)	И-Л-С-220 (Мо) вместо $ИЦ_п$-20
И-Л-Д-1000	И-Л-Д-1000 вместо $ИЦ_п$-40
И-Л-С-22 (вс)	И-Л-С-22 (вс)
И-Л-Д-22 (вр)	И-Л-Д-22 (вр)
И-Л-Д-32 (вр)	И-Л-Д-32 (вр)
И-Л-Д-68 (вр)	И-Л-Д-68 (вр)
И-Л-Д-100 (вр)	И-Л-Д-100 (вр)
И-Т-С-100 (лр)	И-Т-С-100 (лр)
И-Т-С-150 (пр)	И-Т-С-150 (лр)
И-Т-С-220 (лр)	И-Т-С-220 (лр)
И-Т-В-46	И46ПВ
И-Т-В-220	И-220ПВ
И-Т-В-460	И460ПВ
И-ТП-С-46	И-ТП-С-46
И-ТП-С-220	И-ТП-С-220
И-ТП-С-320	И-ТП-С-320
И-ТП-С-460	И-ТП-С-460
И-Т-Д-1000 (С)	И-Т-Д-1000 (С)
И-Т-Д-680 (Мо)	И-Т-Д-680 (Мо)
И-Т-А-680	П-40
И-Т-А-460	И-460А
И-Т-А-460	ПС-28

* По ГОСТ 20799, ** – по ГОСТ 16728, остальные – по НТД

К-7. Соответствие групп и подгрупп индустриальных масел по ГОСТ 17479.4 классификации ИСО

Группы по ГОСТ 17479.4	Группы по ИСО 6743-0-81, ISO 3498-79
Л	F
Г	H
Н	G
Т	C

КЛАССИФИКАЦИЯ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ МАСЕЛ ПО ИСО 6743-0-1981 – международная классификация, построенная по принципу их применения. Позволяет сгруппировать смазочные материалы, выпускаемые в разных странах под различными фирменными наименованиями.

Классификация включает 18 групп, на к-рые делятся смазочные материалы в соответствии с их назначением и областью применения. Детализация каждой группы представлена в виде отдельной части (дробного номера) (**табл. К-8**).

Пример: ИСО 6743-1 Группа А «Открытые смазочные системы»; ИСО 6743-2 Группа F «Шпиндели, подшипники и сопряженные с ними соединения»; ИСО 6743-3 Группа D «Компрессоры (включая холодильные машины и вакуумные насосы)»; ИСО 6743-4 Группа Н «Гидравлические системы» и др.

К-8. Классификация индустриальных масел по ИСО 6743-0-1981

Группа	Область применения
A	Открытые смазочные системы
B	Смазывание литейных форм
C	Зубчатые передачи
D	Компрессоры (включая холодильные машины и вакуумные насосы)
E	Двигатели внутреннего сгорания
F	Шлиндели, подшипники и сопряженные с ними соединения
G	Напрвляющие скольжения
H	Гидравлические системы
M	Механическая обработка металлов
N	Электроизоляция
P	Пневматические инструменты
Q	Системы терморегулирования
R	Временная защита от коррозии
T	Турбины
U	Термическая обработка
X	Области, требующие применения пластичных смазок
Y	Прочие области применения
Z	Цилиндры паровых машин

КЛАССИФИКАЦИЯ МОТОРНЫХ МАСЕЛ АСЕА. Ведущие автомобилестроители европейских стран разработали и с 1996 г. ввели в действие классификацию моторных масел АСЕА. Она заменила еще иногда упоминаемую в документации и описаниях масел, отмененную классификацию CCMC (Комитет производителей автомобилей стран Общего рынка). Моторные масла по классификации АСЕА подразделяются на классы и категории. Со времени введения классификации АСЕА многократно изменялась и дополнялась. Последняя редакция этой классификации введена в действие осенью 2004 г. (**табл. К-9**). Она подразделяет масла на три класса и одиннадцать категорий. Класс А/В распространяется на универсальные масла для бензиновых двигателей и дизелей легких транспортных средств. Масла трех категорий класса С имеют то же назначение, но отличаются совместимостью с катализаторами обезвреживания отработавших газов и сажевыми фильтрами. К классу Е относятся масла для дизелей грузовых автомобилей, многоместных автобусов и строительной техники.

К-9. Классификация моторных масел ACEA, 2008 г.

Класс ACEA	Категория ACEA	Свойства и область применения
A/B	A1/B1-04	Масла, предназначенные для применения в бензиновых двигателях и дизелях легких транспортных средств, в к-рых возможно использование масел, снижающих трение, маловязких при высокой т-ре и высокой скорости сдвига (от 2,6 до 3,5 мПа·с). Эти масла могут быть непригодны для смазывания некоторых двигателей. Необходимо руководствоваться инструкцией по эксплуатации и справочниками
	A3/B3-04	Стойкие и механические деструкции масла с высокими эксплуатационными свойствами, предназначенные для применения в высокофорсированных бензиновых двигателях и дизелях лвгких транслортных срвдств и/или для применения с увеличенными интервалами между сменами масла в соответствии с рекомендациями изготовителей двигателей, и/или для применения в особо тяжелых условиях эксплуатации, и/или для всесезонного применения маловязких масел
	A3/B4-04	Стойкие к мвханической деструкции масла с выс. эксплуатационными свойствами, предназначенные для применения в высокофорсированных бензиновых двигателях и дизелях с нелосредственным впрыскиванием толлива
	A5/B5-04	Стойкие к механичвской деструкции масла, предназначенные для применения с увеличенными интервалами между сменами масла в высокофорсированных бензиновых двигателях легких транспортных средств, в к-рых возможно ислользование масел, снижающих трение, маловязких при высокой т-ре и высокой скорости сдвига (от 2,9 до 3,5 мПа·с). Эти масла могут быть не пригодны для смазывания нек-рых двигателей. Необходимо руководствоваться инструкцией по эксплуатации и справочниками
C	C1-04	Стойкие к механической деструкции масла, совместимые с агрегатами обезвреживания отработавших газов, предназначенные для применения в высокофорсированных бензиновых двигателях и дизелях легких транслортных средств, оборудованных сажевыми фильтрами и трехкомлонентными катализаторами. Пригодны для двигателей, в к-рых возможно ислользование масел, снижающих трение, маловязких при высокой т-ре и высокой скорости сдвига (2,9 мПа·с). Увеличивают срок службы сажевых фильтров и катализаторов и дают экономию топлива. Имеют наименьшую сульфатную зольность и самое низкое содержание фосфора и серы и могут быть непригодны для смазывания нвкоторых двигателей. Необходимо руководствоваться инструкцией по эксплуатации и справочниками
	C2-04	Стойкие к механической деструкции масла, совместимые с агрегатами обезвреживания отработавших газов, прадназначенные для смазывания высокофорсированных бензиновых двигателей и дизелей легких транспортных средств, оборудованных сажевыми фильтрами и трехкомпонентными катализаторами. Пригодны для двигателей, в к-рых возможно ислользование масел, снижающих трение, маловязких лри высокой т-ре и высокой скорости сдвига (2,9 мПа·с). Увеличивают срок службы сажевых фильтров и катализаторов и дают экономию топлива. Могут быть непригодны для смазывания некоторых двигателей. Необходимо руководствоваться инструкцией ло эксплуатации и справочниками
	C3-04, C4-08	Стойкие к механической деструкции масла, предназначенные для смазывания высокофорсированных бензиновых двигателей и дизелей легких транслортных средств, оборудованных сажевыми фильтрами и трехкомпонентными катализаторами, увеличивают срок службы последних. Категория C4-08 отличается очень низкой исларяемостью
E	E2-96, вып.5	Масла со стандартным уровнем эксплуатационных свойств для дизелей без наддува и с турбонаддувом, применимые с нормальным интервалом между сменами масла
	E4-99, вып.3	Стойкие к механической деструкции и старению масла, обеслечивающие высокую чистоту лоршней, малый износ и предотвращающие негативное влияние сажи на свойства масла. Рекомендованы для применения в высокооборотных дизелях, работающих в особо тяжелых условиях, выполняющих требования *Евро*-1, *Евро*-2, *Евро*-3 и *Евро*-4 по эмиссии токсичных веществ и работослособных при значительно увеличенных интервалах между сменами масла в соотвевтствии с рекомендациями автопроизводителей. Применимы при отсутствии сажевых фильтров и для двигателей с рециркуляцией отработавших газов, с системой катализаторов снижения оксидов азота
	E6-04	Стойкие к механической деструкции и старению масла, обеспечивающие высокую чистоту поршней, малый износ и предотвращающие негативное влияние сажи на свойства масла. Рекомендованы для применвния в высокооборотных дизелях, работающих в особо тяжелых условиях эксплуатации, выполняющих требования *Евро*-1, *Евро*-2, *Евро*-3, *Евро*-4 по эмиссии токсичных веществ и работоспособных при значительно увеличенных интервалах между сменами маспа в соответствии с рекомендациями автолроизводителей. Они пригодны для использования в двигателях с рециркуляцией отработавших газов при наличии или отсутствии сажевых фильтров и системы катализаторов снижения оксидов азота. Масла данной категории следувт применять в сочетании с малосернистым дизельным топливом (содержание серы не более 0,005%)
	E7-04, E9-08	Стойкие к механической деструкции масла, обеспечивающие высокую чистоту лоршней и предотвращающие полировку цилиндра. Обладают высокими противоизносными свойствами, стойкостью к старению, предотвращают образование отложений в турбокомпрессоре и негативное влияние сажи на свойства масла. Рекомендованы для применения в высокооборотных дизелях, работающих в особо тяжелых условиях эксплуатации, выполняющих требования *Евро*-1, *Евро*-2, *Евро*-3, *Евро*-4 по эмиссии токсичных веществ и работоспособных при значительно увеличенных интервалах между смвнами масла в соответствии с рекомендациями автопроизводителей. Применимы в автомобилях без сажевых фильтров и в большинстве двигателей, имеющих рециркуляцию отработавших газов и систему катализаторов снижения оксидов азота. Категория E9-08 предназначена для транспортных средств, выполняющих требования *Евро*-5

До настоящего времени имеющиеся на рынке масла маркируют по классификации ACEA в редакции разных лет (1998, 1999, 2002 г.). В **табл. К-10** приведены обозначения классов и категорий моторных масел по классификации ACEA разных лет.

Указанные номера выпуска свидетельствуют о том, что для испытания масел данной категории использован новый метод, но без изменения уровня требований.

К-10. Обозначение классов и категорий масел согласно классификации ACEA

Масла	Год введения		
	1998	1999	2002
Масла для бензиновых двигателей (категории класса А)	А1-98	А1-98	А1-02
	А2-96, вып. 2	А2-96, вып. 2	А2-96, вып. 3
	А3-98	А3-98	А3-02
	-	-	А5-02
Масла для дизелей легковых автомобилей (категории класса В)	В1-98	В1-98	В1-02
	В2-98	В2-98	В2-98, вып. 2
	В3-98	В3-98	В3-98, вып. 2
	В4-98	В4-98	В4-02
	-	-	В5-02
Масла для дизелей грузовых автомобилей (категории класса Е)	Е1-96, вып. 2	-	-
	Е2-96, вып. 2	Е2-96, вып. 3	Е2-96, вып. 4
	Е3-96, вып. 2	Е3-96, вып. 3	Е3-96, вып. 4
	Е4-98	Е4-99	Е4-99, вып. 2
	-	Е5-99	Е5-02

КЛАССИФИКАЦИЯ МОТОРНЫХ МАСЕЛ API. Классификационным признаком является область применения, уровень и спектр *эксплуатационных свойств моторного масла*. По этим признакам масла подразделяют на категории (области применения) и классы (уровни и спектры эксплуатационных свойств).

Классификация API относится к наиболее часто используемой для характеристики моторных масел. Она подразделяет моторные масла на две категории: S (Service) и C (Commercial) (**табл. К-11**).

Масла категории S предназначены для 4-тактных бензиновых двигателей легковых автомобилей, фургонов, пикапов, микроавтобусов, грузопассажирских машин; категории С – для дизелей грузовых автомобилей, автобусов, промышленных и сельскохозяйственных тракторов, дорожно-строительной техники.

Классы масел в обеих категориях обозначают первыми буквами латинского алфавита. *Универ-*

К-11. Классификация моторных масел по API

Категория и класс по API	Область и условия применения
	Категория Service
SJ	Для бензиновых двигателей автомобилей, выпущенных после 1994 г., с ужесточением требований к расходу масла, наличию энергосберегающих свойств (экономии топлива) и способности выдерживать нагрев, не образуя отложения
SL	С повышенными эксплуатационными свойствами. Предназначены для длительной бессменной работы в бензиновых двигателях автомобилей новых моделей
SM	Для бензиновых двигателей легковых автомобилей, микроавтобусов, малотоннажных фургонов и пикапов моделей 2004 г. Обладают значительно улучшенными антиокислительными и противоизносными свойствами, ими можно заменять в ранее выпущенных автомобилях масла классов SL и SJ
	Категория Commercial
CF	Для дизелей внедорожной техники, имеющих разделенную камеру сгорания и работающих на топливе с повышенным содержанием серы (до 0,5%)
CF-4	Для 4-тактных дизелей грузовых автомобилей, осуществляющих перевозки по автострадам. Обладают лучшими моющими свойствами, чем масла класса CE, и могут заменять их в дизелях, выпущенных до 1990 г.
CF-2	Для двухтактных дизелей транспортных средств, заменяют масла класса CD-II, так как обладают лучшими моющими и противоизносными свойствами
CG-4	Для 4-тактных дизелей внедорожной техники и грузовых автомобилей, выполняющих по токсичным выбросам нормы, установленные в США с 1994 г. По сравнению с маслами класса CF-4 обладают лучшими моющими, противоизносными, антикоррозионными свойствами, меньшей вспениваемостью при высокой т-ре и хорошо сочетаются с малосернистыми (менее 0,05%) дизельными топливами. Заменяют масла класса CF-4 в ранее выпущенных двигателях
CH-4	Предназначены для длительной работы без замены в 4-тактных автомобильных дизелях в условиях интенсивного загрязнения масла частицами сажи и выполняющие экологические нормы по содержанию твердых частиц и оксида азота в отработавших газах. Введены в США с 1998г. Заменяют масла класса CF-4 и CG-4 в ранее выпущенных двигателях
CI-4, CJ-4	Для 4-тактных дизелей тяжелых транспортных средств, работающих на топливах с содержанием серы до 0,05% и оборудованных системой рециркуляции охлажденных отработавших газов для умвньшения образования оксидов азота в процессе сгорания. Это долгоработающие масла со значительно улучшенными противоизносными и антикоррозионными свойствами. Превосходят масла классов CH-4 и CG-4, заменяют их в ранее выпущенных деигателях

сальным моторным маслам, применяемым для смазывания дизелей и бензиновых двигателей, присваивают обозначения обеих категорий.

С начала 70-х годов, когда была введена в действие первая редакция классификации API с подразделением моторных масел на категории S и C, в категорию S были введены классы SA, SB, SC, SD, а затем, по мере прогресса двигателестроения, ужесточения экологических требований к маслам и топливам, последовательно вводили классы SE, SF, SG, SH, SJ, SL и SM. Устаревшие классы исключали из классификации. Ныне действующие классы SJ, SL и SM.

Аналогично в категории C первоначально были классы CA, CB, CC и CD. В течение последних 30 лет были введены классы CD II, CE, CF, CF-4, CF-2, CG-4, CH-4, CI-4. Из этого ряда сегодня к действующим относятся классы от CF до CI-4. Остальные, как устаревшие, исключены.

Маркировка (обозначение) моторных масел. Моторные масла, прошедшие лицензирование в API, принято маркировать логограммой (**рис. К-2**) (наносится на канистры, бочки, контейнеры), содержащей в виде условных обозначений большой объем информации о характеристиках и свойствах моторного масла, по к-рым оно классифицировано. Проводят классификационные испытания и проверяют соответствие имеющихся на рынке продуктов их маркировке независимые уполномоченные лаборатории.



Рис. К-2. Маркировка моторных масел, прошедших лицензирование в API

В центральном круге логограммы указывают вязкостный класс масла по классификации SAE J 300 (редакция от июня 2001 г.).

В верхнем полукольце логограммы условными знаками классификации API сообщается информация об области применения и уровне ряда важнейших эксплуатационных свойств масла.

В нижнем полукольце логограммы отмечается наличие у данного масла энергосберегающих свойств. В описаниях способность масла обеспечивать экономию топлива часто обозначают аббревиатурой после категории API (например, API SJ/CF-4, EC, где EC означает Energy Conserving – энергосберегающее). Отсутствие надписи в нижнем полукольце указывает на то, что в сравнении с эталонным маслом данный продукт не дает экономии топлива. Характеризуют энергосберегающие свойства экономией топлива, определенной при моторных стендовых испытаниях.

API сертифицирует моторные масла на соответствие классам ILSAC и использует для их обозначения стандартную эмблему (**рис. К-3**).



Рис. К-3. Маркировка моторных масел, сертифицированных API на соответствие классам ILSAC

КЛАССИФИКАЦИЯ МОТОРНЫХ МАСЕЛ ILSAC – распространяется только на масла для бензиновых двигателей легковых автомобилей и содержит четыре категории: GF-1, GF-2, GF-3 и GF-4. В ней обязательным требованием является наличие энергосберегающих свойств масел, поэтому масла категорий GF-1, GF-2, GF-3 и GF-4 имеют ограниченное число вязкостных классов по SAE J 300. Это маловязкие всесезонные масла с зимними характеристиками SAE 0W, 5W или 10W. По уровню эксплуатационных свойств категории ILSAC практически идентичны категориям API: GF-1 – SH, GF-2 – SJ, GF-3 – SL. Категория GF-1 ныне исключена из классификации как устаревшая. Категория GF-4 аналога в классификации API не имеет.

КЛАССИФИКАЦИЯ МОТОРНЫХ МАСЕЛ SAE (последний вариант SAE J 300 June 2001, **табл. К-12**) разделяет масла по вязкостным характеристикам на 11 классов, из к-рых шесть относятся к *зимним моторным маслам* (SAE 0W, 5W, 10W, 15W, 20W и 25W, где буква W означает «Winter» – зима) и пять – к *летним моторным маслам* (SAE 20, 30, 40, 50, 60).

Общим признаком для всех классов служит кинематическая вязкость моторных масел при 100°C. Для зимних моторных масел нормировано только минимальное значение кинематической вязкости, так как ее существенное повышение хотя и желательно, но не может быть достигнуто из-за необходимости выполнения требований по низкотемпературной динамической вязкости.

Для летних моторных масел классификация устанавливает довольно широкие пределы кинематической вязкости при 100°C для каждого класса.

К-12. Классификация моторных масел SAE J 300 June 2001

Класс по SAE	Низкотемпературная вязкость		Высокотемпературная вязкость		
	Проворачиваемость*	Прокачиваемость**	Вязкость*** при 100°С, мм²/с		Вязкость**** при 150°С и скорости сдвига 10^6 с$^{-1}$, мПа·с, не менее
	максимальная вязкость, мПа·с		мин.	макс.	
0W	6200 при -35°С	60000 при -40°С	3,8	–	–
5W	6600 при -30°С	60000 при -35°С	3,8	–	–
10W	7000 при -25°С	60000 при -30°С	4,1	–	–
15W	7000 при -20°С	60000 при -25°С	5,6	–	–
20W	9500 при -15°С	60000 при -20°С	5,6	–	–
25W	13000 при -10°С	60000 при -15°С	9,3	–	–
20	–	–	5,6	9,3	2,6
30	–	–	9,3	12,5	2,9
40	–	–	12,5	16,3	2,9*а
40	–	–	12,5	16,3	3,7*б
50	–	–	16,3	21,9	3,7
60	–	–	21,9	26,1	3,7

* Вязкость измеряется по методу ASTM D 5293 на вискозиметре CCS.
** Вязкость измеряется по методу ASTM D 4684 на вискозиметре MRV; напряжение сдвига не допускается при любом значении вязкости.
*** Вязкость измеряется по методу ASTM D445 на капиллярном вискозиметре.
**** Вязкость измеряется по методу ASTM D4683 или CEC L-36-A-90 на коническом имитаторе подшипника.
*а Значение для классов SAE 0W-40, 5W-40, 10W-40.
*б Значение для классов SAE 40, 15W-40, 20W-40, 25W-40

Всесезонные моторные масла по характеристикам низкотемпературной динамической вязкости соответствуют одному из зимних классов, а по кинематической вязкости при 100°С и динамической вязкости при 150°С – одному из летних и при этом охватывают несколько классов вязкости. Последнее замечание вытекает из того, что по нормам вязкости при 100°С не может существовать всесезонное масло класса SAE 25W-20. Всесезонные масла обозначают одним из зимних и одним из летних классов, причем первым указывают зимний класс (SAE 5W-50, SAE 10W-60, SAE 15W-40 и т.д.).

Загущенные всесезонные масла при одной и той же т-ре, но при разных градиентах скорости сдвига, имеют различную кажущуюся вязкость. Поскольку сегодня автотранспорт потребляет преимущественно всесезонные масла, возникла необходимость ввести в классификацию масел по вязкости характеристики, отражающие эту особенность загущенных масел.

Для летних классов установлены минимальные значения динамической вязкости при т-ре 150°С и градиенте скорости сдвига 10^6 с$^{-1}$. Такие условия характерны для масляной пленки в подшипниках коленчатого вала или между стенкой цилиндра и поршневым кольцом на середине хода поршня при летней эксплуатации автомобилей, когда двигатель прогрет до оптимальной т-ры масла и охлаждающей жидкости. Принятые значения вязкости обеспечивают надежное *смазывание* при соблюдении требований инструкций по эксплуатации машин.

Для зимних классов нормированы два значения максимально допустимой динамической вязкости, при к-рых возможен *холодный пуск* двигателя без предварительного подогрева и удовлетворительная *прокачиваемость моторного масла* по *смазочной системе* при проворачивании двигателя стартером. Сначала в классификацию ввели максимальные значения динамической вязкости, при к-рой стартер способен проворачивать двигатель с достаточной для пуска частотой вращения. Вязкость измеряют на ротационном вискозиметре, имитирующем условия, возникающие в пленках масла между смазываемыми деталями при пусковом режиме, т.е. при градиенте скорости сдвига 10^4-10^5 с$^{-1}$.

Однако практический опыт зимней эксплуатации автомобилей показал недостаточность такой односторонней характеристики низкотемпературной вязкости всесезонных масел. При сильных морозах имели место аварии двигателей в процессе холодного пуска. Причиной было отсутствие поступления масла в смазочную систему и появление *сухого трения* без смазочного материала между деталями, смазываемыми под давлением. Понадобилась характеристика прокачиваемости масла, к-рая зависит от его вязкости при градиенте скорости сдвига порядка 10 с$^{-1}$, а также отсутствия напряжения сдвига в момент начала течения. Нормы, введенные в классификацию, обеспечивают подачу масла насосом при холодном пуске и достаточную скорость заполнения воронки, образующейся на поверхности масла в картере под *маслозаборником*. Для гарантирования прокачиваемости масла при холодном пуске нормы максимальной динамической вязкости установлены для всех зимних классов на 5°С ниже, чем вязкости, гарантирующие проворачивание двигателя стартером.

Следует особо отметить, что в число показателей, характеризующих *пусковые характеристики моторных масел*, не включена т-ра застывания. Между т-рой застывания масла и предельной т-рой холодного пуска двигателя нет однозначной зависимости.

Ориентировочные диапазоны температур окружающего воздуха, при к-рых обеспечивается холодный пуск и надежное смазывание двигателя моторными маслами некоторых классов по SAE приведены на **рис. К-4.**

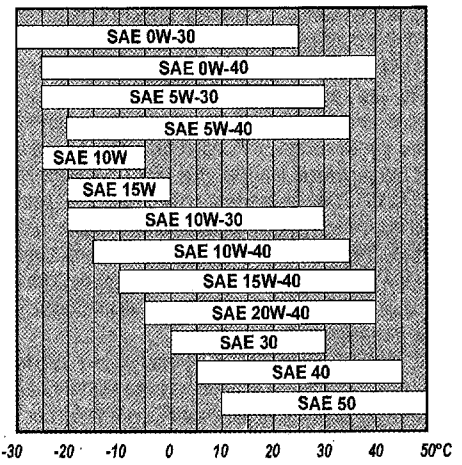


Рис. К-4. Ориентировочные диапазоны температур окружающего воздуха, при которых обеспечивается холодный пуск и надежное смазывание двигателя моторными маслами некоторых классов по SAE

К-13. Классы вязкости моторных масел (ГОСТ 17479.1)

Класс вязкости	Кинематическая вязкость, мм²/с, при т-ре	
	100°С	-18°С, не более
3з	>3,8	1250
4з	>4,1	2600
5з	>5,6	6000
6з	>5,6	10400
6	Св. 5,6 до 7,0 включ.	-
8	Св. 7,0 до 9.3 включ.	-
10	Св. 9,3 до 11,5 включ.	-
12	Св. 11,5 до 12,5 включ.	-
14	Св. 12,5 до 14,5 включ.	-
16	Св. 14,5 до 16,3 включ.	-
20	Св. 16,3 до 21,9 включ.	-
24	Св. 21,9 до 26,1 включ.	-
3з/8	Св. 7,0 до 9,3 включ.	1250
4з/6	Св. 5,6 до 7,0 включ.	2600
4з/8	Св. 7,0 до 9,3 включ.	2600
4з/10	Св. 9,3 до 11,5 включ.	2600
5з/10	Св. 9,3 до 11,5 включ.	6000
5з/12	Св. 11,5 до 12,5 включ.	6000
5з/14	Св. 12,5 до 14,5 включ.	6000
6з/10	Св. 9,3 до 11,5 включ.	10400
6з/14	Св. 12,5 до 14,5 включ.	10400
6з/16	Св. 14,5 до 16,3 включ.	10400

КЛАССИФИКАЦИЯ МОТОРНЫХ МАСЕЛ по ГОСТ 17479.1. Согласно ГОСТ 17479.1 моторные масла разделяют на классы по вязкости (**табл. К-13**) и группы по назначению и уровням эксплуатационных свойств (**табл. К-14**).

К-14. Группы моторных масел по назначению и эксплуатационным свойствам (ГОСТ 17479.1)

Группа масла по эксплуатационным свойствам		Рекомендуемая область применения
А	-	Нефорсированные бензиновые двигатели и дизели
Б	Б1	Малофорсированные бензиновые двигатели, работающие в условиях, к-рые способствуют образованию высокотемпературных отложений и коррозии подшипников
	Б2	Малофорсированные дизели
В	В1	Среднефорсированные бензиновые двигатели, работающив в условиях, к-рые способствуют окислению масла и образованию отложений всех видов
	В2	Среднефорсированные дизели с повышенными требованиями к антикоррозионным, противоизносным свойствам масел и способности предотвращать образование высокотвмлературных отложений
Г	$Г_1$	Высокофорсированные бензиновые двигатели, работающие в тяжелых эксплуатационных условиях, способствующих окислению масла, образованию отложений всех видов и коррозии
	$Г_2$	Высокофорсированные дизели без наддува или с умеренным наддувом, работающие в эксплуатационных условиях, способствующих образованию высокотемпературных отложений
Д	$Д_1$	Высокофорсированные бензиновые двигатели, работающие в эксплуатационных условиях более тяжелых, чем для масел группы $Г_1$
	$Д_2$	Высокофорсированные дизели с наддувом, работающие в тяжелых эксплуатационных условиях или когда применяемое топливо требует использования масел с высокой нейтрализующей способностью, антикоррозионными и противоизносными свойствами, малой склонностью к образованию всех видов отложений
Е	$Е_1$	Высокофорсированные бензиновые двигатели и дизели, работающие в эксплуатационных условиях более тяжелых, чем для масел групп $Д_1$ и $Д_2$
	$Е_2$	Отличаются ловышенной дислергирующей способностью, лучшими противоизносными свойствами

Маркировка моторных масел согласно ГОСТ 17479.1 сообщает потребителю основную информацию об их свойствах и области применения. Стандартная марка включает следующие знаки: букву М (моторное), цифру или дробь, указывающую класс или классы вязкости (последнее для всесезонных масел), одну или две из первых шести букв алфавита, обозначающих уровень эксплуатационных свойств и область применения данного масла. Универсальные масла обозначают буквой без индекса или двумя разными буквами с разными индексами. Индекс 1 присваивают маслам для бензиновых двигателей, индекс 2 – маслам для дизелей.

К-15. Соответствие обозначений марок моторных масел

Обозначение		Обозначение	
ГОСТ 17479.1 (с изм. № 3)	ранее принятое	ГОСТ 17479.1 (с изм. № 3)	ранее принятое
М-8-В	М-8В	М-8-$Г_2$	М-8$Г_2$
М-4_3/6-$В_1$	М-4_3/6В(АСЗл-6)	М-10-$Г_2$	М-10$Г_2$
М-6_3/10-В	М-6_3/10В (ДВ-АСЗп-10В)	М-8-$Г_2$(к)	М-8$Г_2$к
		М-10-$Г_2$(к)	М-10$Г_2$к
М-16-А(т)	М-16ПЦ	М-8-$Г_2$(у)	М-8$Г_2$у
М-20-А	МС-20П	М-10-$Г_2$(у)	М-10$Г_2$у
М-8-Б	МТ-8П	М-14-$Г_2$(цс)	М-14$Г_2$ЦС
М-6_3/10$Б_2$	МТЗ-10П	М-14-$Г_2$(к)	М-14$Г_2$к
М-12-$Б_2$	М-12Б	М-14-$Г_2$	М-14$Г_2$
М-14-$Б_2$	М-14Б	М-16-$Г_2$(цс)	М-16$Г_2$ЦС
М-16-$Б_2$(т)	МТ-16П	М-20-$Г_2$	М-20$Г_2$
М-8-$В_2$	М-8$В_2$	М-10-$Д_2$	М-10Д
М-10-$В_2$	М-10$В_2$	М-16-$Д_2$	М-16Д
М-10-$В_2$(с)	М-10$В_2$С	М-10-$Д_2$(м)	М-10ДМ
М-14-$В_2$	М-14$В_2$	М-8-$Д_2$(м)	М-8ДМ
М-14-$В_2$(з)	М-14$В_2$З	М-10-$Д_2$(цл20)	М-10ДЦЛ20
М-16-$В_2$	М-16ИХП-3 (М16$В_2$)	М-6_3/14-$Д_2$(м)	М-6_3/14ДМ
		М-14-$Д_2$(м)	М-14ДМ
М-20-$В_2$	М-20$В_2$	М-14-$Д_2$(цл20)	М-14ДЦЛ20
М-20-$В_2$(ф)	М-20$В_2$Ф	М-14-$Д_2$(цл30)	М-14ДЦЛ30
М-10-$Г_2$(цс)	М-10$Г_2$ЦС		

Пример маркировки с пояснением значения всех составных частей облегчат пользование данными табл. К-13 и К-14. Так, марка М-6_3/10В указывает, что это моторное масло всесезонное, универсальное для среднефорсированных дизелей и бензиновых двигателей (группа В); М-4_3/8-$В_2Г_1$ – моторное масло всесезонное, универсальное для среднефорсированных дизелей (группа $В_2$) и высокофорсированных бензиновых двигателей (группа $Г_1$); М-14$Г_2$(цс) – моторное масло класса вязкости 14 для высокофорсированных дизелей без наддува или с умеренным наддувом. В данном случае после основного обозначения в скобках указана дополнительная характеристика области применения («цс» означает циркулярное судовое); аналогично М-14Д(цл20) – моторное масло для высокофорсированных дизелей с наддувом, работающих в тяжелых эксплуатационных условиях, (цл20) – применимое в циркуляционных и лубрикаторных смазочных системах и имеющее щелочное число 20 мг KOH/г.

В прежней нормативной документации дополнительные характеристики условий применения и особенностей свойств масел вводились в стандартное обозначение без скобок (М-8$Г_2$к, М-10ДМ, М-16ДР и т.п.), иное назначение масла обозначала группа Е (раньше так обозначали цилиндровые масла для лубрикаторных смазочных систем крейцкопфных дизелей), употреблялись и нестандартные марки (МТ-16п, М-16ИХП-3). Поскольку старые марки содержатся в многочисленных инструкциях по эксплуатации техники, нормативной документации на масла, картах смазки и другой документации, не представляется возможным единовременно исключить все ранее принятые обозначения.

В **табл. К-15** приведены данные о соответствии обозначений марок масел по ГОСТ 17479.1 и принятых ранее в нормативных документах.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК ПО ГОСТ 23258. По назначению различают *антифрикционные пластичные смазки, консервационные пластичные смазки, уплотнительные пластичные смазки и канатные пластичные смазки* (**табл. К-16**).

По типу дисперсной фазы (загустителя) различают *мыльные пластичные смазки, неорганические пластичные смазки, органические пластичные смазки и углеводородные пластичные смазки.*

Наименование и обозначение пластичных смазок. Пластичные смазки обозначают в соответствии с ГОСТ 23258, кратко информируя об их назначении, составе и основных характеристиках.

Наименование смазки должно состоять из одного слова (Орион, Графитол и т.д.). В нем могут быть отражены особенности смазки (Криогель, Зимол – морозостойкие), состав (Литол, Лита – загуститель: литиевое мыло), область применения (СВЭМ – смазка для вертикальных электромашин) и т.д.

Обозначение пластичной смазки кратко характеризует ее назначение, состав и свойства. Оно состоит из пяти буквенных и цифровых индексов, к-рые располагаются в следующем порядке и указывают:

- группу (подгруппу) смазки в соответствии с назначением (см. табл. К-16);
- тип загустителя (**табл. К-17**);
- рекомендуемый (условный) температурный интервал применения;
- тип дисперсионной среды (**табл. К-18**);
- консистенцию смазки.

К-16. Индексы групп (подгрупп) смазок в соответствии с назначением (ГОСТ 23258)

Группа	Основное назначение	Подгруппа	Индекс	Область применения
Антифрикционные пластичные смазки	Для снижения износа и трения скольжения сопряженных деталей	Общего назначения для обычных т-р (солидолы)	С	Узлы трения с рабочей т-рой до 70°С
		Общего назначения для повышенных т-р	О	Узлы трения с рабочей т-рой до 110°С
		Многоцелевые	М	Узлы трвния с рабочей т-рой от -30 до +130°С в условиях повышенной влажности среды. В достаточно мощных механизмах сохраняют работоспособность до -40°С и ниже. Узлы трения с рабочей т-рой 150°С и выше. Узлы трения с рабочей т-рой -40°С и ниже
		Термостойкие	Ж	Узлы трения с рабочей т-рой 150°С и выше
		Морозостойкие	Н	Узлы трения с рабочей т-рой -40°С и ниже
		Противозадирные и противоизносные	И	Подшипники качения при контактных напряжениях выше 2500 МПа и подшипники скольжения при удельных нагрузках выше 150 МПа. Содержат противозадирные присадки или твердые добавки
		Химически стойкие	Х	Узлы трения, имеющие контакт с агрессивными средами (кислотами, щелочами, галогенами и их соединениями, аминами, углеводородами и др.)
		Приборные	П	Узлы трения приборов и точных механизмов
		Редукторные (трансмиссионные)	Т	Зубчатые и винтовые передачи всех видов
		Приработочные (дисульфидмолибденовые, графитные и др. пасты)	Д	Сопряженные поверхности с целью облегчения сборки, предотвращения задиров и ускорения приработки
		Узкоспециализированные (отраслевые)	У	Узлы трения, смазки для к-рых должны удовлетворять дополнительным требованиям, не предусмотренным в вышеперечисленных подгруппах (прокачиваемость, эмульгируемость, искрогашение и др.). Для преимущественного применения в отдельных отраслях техники (автомобильные, железнодорожные, индустриальные и др.)
		Брикетные	Б	Узлы и поверхности скольжения с устройствами для использования смазки в виде брикетов
Консервационные пластичные смазки	Для предотвращения коррозии металлических изделий и мвханизмов при хранении, транспортировке и эксплуатации		З	Металлические изделия и механизмы всех видов, за исключением стальных канатов и случаев, требующих использования консервационных масел или твердых покрытий
Канатные пластичные смазки	Для предотвращения износа и коррозии стальных канатов		К	Стальные канаты и тросы, органические сердечники стальных канатов
Уплотнительные пластичные смазки	Для герметизации зазоров, облегчения сборки и разборки арматуры, сальниковых устройств, резьбовых, разъемных и подвижных соединений любых, в том числе вакуумных систем	Арматурные	А	Запорная арматура и сальниковые устройства
		Резьбовые	Р	Резьбовые соединения
		Вакуумные	В	Подвижные и разъемные соединения и уплотнения вакуумных систем

Примечание. Смазку, относящуюся одновременно к деум или более группам (подгруппам), относят к той группе (лодгруппе), к-рая наиболее тилична для ее использования

К-17. Индекс типа загустителя

Загуститель	Индекс
Мыла	М
Алюминиевое	Ал
Бариевое	Ба
Кальциевое	Ка
Литиевое	Ли
Натриевое	На
Свинцовое	Св
Цинковое	Цн
Комплексное	кМ
Смесь мыл	$М_1$-$М_2$
Углеводороды твердые	Т
Органические вещества	О
Пигменты	Пг
Полимеры	Пм
Урваты	Ур
Фторуглероды	Фу
Неорганические вещества	Н
Глины (бентонитовые и др.)	Бн
Сажа	Сж
Силикагель	Си

Первый индекс обозначения пластичной смазки – индекс группы (подгруппы) в соответствии с назначением. Индекс группы (подгруппы) обозначают прописными буквами русского алфавита.

Второй индекс обозначают буквами русского алфавита (см. табл. К-17).

Комплексное мыло обозначают строчной буквой «к», к-рую пишут перед индексом соответствующего мыла (кКа, кБа и т.д.).

Смесь двух и более загустителей обозначают составным индексом (Ка-На, Ли-Бн, Си-Пг и т.д.). На первом месте ставят индекс загустителя, входящего в состав пластичной смазки в большей концентрации.

Индексы М, О, Н применяют только в тех случаях, когда загуститель, входящий в одну из трех групп (мыла, органические и неорганические вещества) не предусмотрен перечнем, приведенным в табл. К-17).

К-18. Индекс типа дисперсионной среды и присутствия добавок

Дисперсионная среда	Индекс
Нефтяное масло	н
Синтетические углеводороды (алкилароматические, изопарафиновыв и др.)	у
Кремнийорганические жидкости	к
Сложные эфиры	з
Галогенуглеродные жидкости	ж
Фторсилоксаны	ф
Перфторалкилполизфиры	а
Прочие масла и жидкости	п
Твердые добавки	
Графит	г
Дисульфид молибдена	д
Порошки:	
свинца	с
меди	м
цинка	ц
Прочие твердые добавки	т

Третий индекс обозначения пластичной смазки – рекомендуемый т-рный интервал применения, к-рый указывается дробью: в числителе (без знака минус) – *т-ра применения пластичной смазки минимальная*, а в знаменателе – *т-ра применения пластичной смазки максимальная*, уменьшенные в 10 раз.

Например, индекс 3/13 соответствует т-рному интервалу применения от –30 до +130°С.

Рекомендуемый т-рный интервал имеет ориентировочный характер, так как допустимые т-ры применения зависят не только от свойств смазки, но и от конструкции и условий работы (мощность механизма, скорость, нагрузка, срок смены смазки) узла трения и т.п.

Четвертый индекс обозначения смазки – индекс типа дисперсионной среды и твердых добавок (см. табл. К-18).

При изготовлении смазки на нефтяном масле индекс «н» не указывают: он используется только при обозначении смазки на смеси нефтяного с каким-либо другим маслом.

Смесь двух и более масел обозначают составным индексом (нк, уэ и т.д.), на первом месте ставят индекс масла, входящего с состав дисперсионной среды в большей концентрации.

При наличии в смазке твердых добавок их обозначение ставят через тире после индекса температурного интервала или индекса дисперсионной среды. Индекс «п» применяют в тех случаях, когда входящее в состав дисперсионной среды синтетическое или иное масло отсутствует в перечне. (Это предложение перенесено из последующего абзаца).

Пятый индекс обозначения пластичной смазки – индекс класса консистенции (**табл. К-19**).

К-19. Индексы класса консистенции смазок в зависимости от пенетрации

Пенетрация при 25°С по ГОСТ 5346, $\times 10^{-1}$ мм	Индекс класса консистенции
400-430	00
335-385	0
310-340	1
265-295	2
220-250	3
175-205	4
130-160	5
85-115	6
Ниже 70	7

Смазки с пенетрацией, промежуточной между классами консистенции, относят к ближайшему классу. Классы консистенции, предусмотренные в ГОСТ 23258, совпадают с рекомендациями NLGI-ASTM.

Если класс консистенции стоит сразу после индекса температурного интервала, то перед ним ставят тире.

Примеры обозначения смазок

Смазка СКа 2/7–2:

С – анифрикционная смазка общего назначения, применяемая при т-ре до 70°С (солидол);

Ка – загуститель – кальциевое мыло;

2/7 – смазка рекомендуется для применения при т-рах от –20 до +70°С (вязкость смазки при –20°С близка к 2000 Па·с);

индекс дисперсионной среды отсутствует, следовательно, смазка приготовлена на нефтяном масле;

2 – по консистенции смазка относится ко 2 классу (пенетрация при 25°С составляет 265-295×0,1 мм.

Смазка КТ6/5к-г4:

К – смазка канатная,

Т – загуститель – твердые углеводороды,

6/5 – температурный интервал эксплуатации от –60 до +50°С,

к – смазка приготовлена на кремнийорганической жидкости,

г – в качестве добавки используется графит,

4 – класс консистенции смазки (пенетрация при 25°С составляет 175-205×0,1 мм).

За рубежом широко используют К.п.с. по *пенетрации* (**табл. К-20**).

К-20. Классификация пластичных смазок по пенетрации

Класс NLGI	Пенетрация при 25°С, х0,1 мм
000	445-475
00	400-430
0	355-385
1	310-340
2	265-295
3	220-250
4	175-205
5	130-160
6	85-115
7	<70

КЛАССИФИКАЦИЯ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК по ГОСТ 28549.9 (ИСО 6743/9-87) устанавливает группы Х (пластичные смазки), к-рые входят в класс L (смазочные материалы, индустриальные масла и родственные продукты) по ГОСТ 28576 (ИСО 8681–86). Этот документ следует рассматривать вместе с ГОСТ 28549.0 (ИСО 6743/0).

ГОСТ 28549.9 применяется для всех категорий пластичных смазок, используемых для смазывания оборудования, деталей машин, дорожного транспорта и т.д.

Пластичные смазки классифицированы согласно условиям эксплуатации. Классификация не определяет их пригодность для особого применения: контакт с пищей, радиация, жесткий вакуум и т.д. Это устанавливается в технических требованиях.

В соответствии с ИСО 8681 полное обозначение пластичной смазки содержит:

- аббревиатуру ИСО;
- букву L, обозначающую класс смазочных материалов, индустриальных масел и родственных продуктов;
- категорию смазки из пяти букв, обозначающих:
  - Х – группу смазки,
  - минимальную т-ру эксплуатации смазки (символ 1, **табл. К-21**),
  - максимальную т-ру эксплуатации смазки (символ 2, табл. К-21),
  - смазывающую способность в присутствии воды и *антиржавейные свойства смазок* (символ 3, табл. К-21), указанные в **табл. К-22,**
  - смазывающую способность смазок при высоких и малых нагрузках (символ 4, табл. К-21);
- класс NLGI (**табл. К-23**), выраженный цифрой или числом, соответствующим консистенции смазки, измеренной степенью *пенетрации* по ГОСТ 5346 (ИСО 2137).

К-21. Подробная классификация пластичных смазок (группа Х, общего применения)

Диапазон рабочих температур				Требования к применению			
Мин.* т-ра, °С	Символ 1	Макс.** т-ра, °С	Символ 2	Загрязнение водой	Символ 3	Нагрузка (изб. давление)	Символ 4
1	2	3	4	5	6	7	8
0	A	60	A	Способность смазки обеспечивать удовлетворительное смазывание в условиях загрязнения водой и антиржавейную защиту (см. табл. К-22)	A	Смазывающая способность смазки при высоких и низких нагрузках. "А" - для применения, не требующего ЕР-смазки для избыточного давления; "В" - для применения, требующего ЕР-смазки	A
		90	B		B		B
		120	C		C		
		140	D		D		
		160	E		E		
		180	F		F		
		>180	G		G		
					H		
					I		

Окончание табл. К-21

1	2	3	4	5	6	7	8
-20	B	60 90 120 140 160 180	A B C D E G	Способность смазки обеспечивать удовлетворительное смазывание в условиях загрязнения водой и антиржавейную защиту (см. табл. К-22)		Смазывающая способность смазки при высоких и низких нагрузках. "A" - для применения, не трябующего EP-смазки для избыточного давлвния; "B" - для применения, требующего EP-смазки	
-30	C	60 90 120 140 160 180 >180	A B C D E F G				
-40	D	60 90 120 140 160 180 >180	A B C D E F G				
<-40	E	60 90 120 140 160 180 >180	A B C D E F G				

* Самая низкая т-ра для эксплуатации оборудования или прокачки смазки.

** Т-ра смазывающего комлонента во время работы.

Внимание: не следует полагать, что смазки, указанные в данной спецификации, взаимозаменяемы. Недостаточная совместимость может привести к сильному понижению работоспособности смазок. Необходимо проверить возможности ислользования этих смазок в контакте с другими продуктами

К-22. Степень антиржавейной защиты

Окружающая среда[1]	Антиржавейная защита[2]	Символ 3
L	L	A
L	M	B
L	H	C
M	L	D
M	M	E
M	H	F
H	L	Q
H	M	H
H	H	I

[1] L - сухая; M - статическая влага; H - промывка водой.
[2] L - отсутствие защитных свойств; M - защитные свойства в присутствии дистиллированной воды; H - защитные свойства в присутствии соленой воды

К-23. Классификация пластичных смазок по пенетрации

Класс NLGI	Пенетрация при 25°C, ×0,1 мм
000	445-475
00	400-430
0	355-385
1	310-340
2	265-295
3	220-250
4	175-205
5	130-160
6	85-115
7	<70

Пример обозначения. ИСО-L-XBEGB00, указывает на то, что смазка используется в следующих условиях:

- минимальная т-ра эксплуатации –20°C;
- максимальная т-ра эксплуатации +160°C;
- возможно загрязнение промывочной водой;
- не требуется защита от ржавления;
- большие нагрузки;
- класс NLGI по консистенции – 00.

Обозначение смазки может быть сокращено (не указывается аббревиатура ИСО): L–XBEGB00.

КЛАССИФИКАЦИЯ ТРАНСМИССИОННЫХ МАСЕЛ API – представлена в документе API «Обозначение эксплуатационных смазочных масел для коробок передач ручного управления и для мостов», февраль 1976 г. Делит масла на категории в зависимости от конструкции агрегатов трансмиссий, условий их эксплуатации и содержания функциональных присадок (**табл. К-24**). Классификация API наиболее распространена в США и странах Западной Европы.

К-24. Категории эксплуатации трансмиссионных масел по классификации API

Категория по API	Условия эксплуатации	Область примеиения	Состав масла
GL-1	Относительно мягкие: невысокие нагрузки и скорости скольжения	Механические коробки передач грузовых автомобилей и сельскохозяйственных машин	Минеральное масло без присадок или с депрессорной и противопенной присадками
GL-2	Умеренные по нагрузкам и скоростям скольжения	Червячные передачи транспортных средств, обычно тракторов и сельскохозяйственных машин	То же, что и GL-1. В состав масла может входить и антифрикционная присадка
GL-3	Умеренно-жесткие со средними нагрузками и скоростями скольжения	Механические коробки передач и спирально-конические передачи задних мостов грузовых автомобилей	В состав масла входит слабая противозадирная присадка
GL-4 Эквивалентна отмененной спецификации MIL-L-2105	Тяжелые по нагрузкам и скоростям скольжения	Механические коробки передач и спирально-конические передачи задних мостов легковых автомобилей	В составе масла должна быть противозадирная присадка средней активности. Обычно достаточно 50% присадок масла GL-5
GL-5 Эквивалентна отмененной спецификации MIL-L-2105D	Очень тяжелые ло нагрузкам и скоростям скольжения, включая ударные нагрузки в гипоидной передаче при высокой скорости скольжения	Гилоидные передачи легковых и грузовых автомобилей	В составе масла должны быть активные противозадирные и противоизносные присадки
GL-6*	Очень тяжелые с высокими скоростями скольжения и ударными нагрузками в гипоидной лередаче	Гипоидные пвредачи со значительным смвщением осей шестерен	В составе масла должны быть активные противозадирные и противоизносные присадки. Содержание противозадирной присадки должно быть больше, чем в масле GL-5
MT-1**	Очень тяжелые условия работы механических коробок передач без синхронизации	Механические коробки передач без синхронизации тяжелых грузовиков и автобусов	В составв масла должны быть активные противозадирные и противоизносные присадки, а также присадки, улучшающие термостабильность и совместимость с уплотнениями

* В настоящее время группа GL-6 отменена из-за прекращения изготовления испытательного оборудования.

** В 1995 г. API была введена ноеая категория трансмиссионных масел - API MT-1 (взамен предложенной в 1988 г. времвнной категории PG-1). Категория MT-1 - это обозначение масел для механичвских коробок лередач без синхронизации, используемых в тяжелых грузовиках и автобусах, эксплуатируемых в тяжелых условиях Свверной Америки. Масла категории MT-1 обладают в цвлом лучшей термостабильностью, обеспечивают лучшую чистоту деталей при высоких т-рах, имеют лучшив противоизносные свойства и совместимость с рвзиновыми уплотнениями и медными сплавами, чем масла категорий GL-1÷GL-5. Категория MT-1 не содержит требований к маслам для механических коробок лередач с синхронизацией и не предназначена для замены катвгории GL-4

К-25. Классификация трансмиссионных масел SAE J 306 (JUL 98)

Классы вязкости SAE	Максимальная т-ра для вязкости 150 Па·с, °С[1), 2)]	Киивматичвская вязкость при 100 °С, мм²/с[3)]	
		Минимум[4)]	Максимум
70W	-55	4,1	-
75W	-40	4,1	-
80W	-26	7,0	-
85W	-12	11,0	-
80	-	7,0	11
85	-	11,0	13,5
90	-	13,5	24,0
140	-	24,0	41,0
250	-	41,0	-

1) Используется ASTM D 2983 (метод Brookfield).

2) Дополнительные низкотемпературные требования по вязкости могут быть введены для жидкостей, предназначенных для использования в малонагруженных синхроиизированных механических лередачах.

3) Используется ASTM D 445.

4) Предел должен быть выполнен после испытания стабильности сопротивления механической деструкции по CEC L-45-T-93, метод C (20 ч)

КЛАССИФИКАЦИЯ ТРАНСМИССИОННЫХ МАСЕЛ SAE (последний вариант SAE J 306 JUL 98, **табл. К-25**) – имеет наибольшее распространение в мире. Она делит масла по вязкости на 9 классов, из к-рых 4 относятся к зимним (SAE 70W, 75W, 80W, 85W, где буква W означает «Winter» – зима) и пять – к летним (SAE 80, 85, 90, 140, 250).

Вязкость трансмиссионного масла должна выбираться с учетом максимальной и минимальной температур применения техники. Исходя из этого, стандарт SAE основан только на определении вязкости смазочного материала, измеряемой при высоких и низких т-рах. Другие характеристики масел не рассматриваются.

Обозначение (маркировка) трансмиссионных масел. Согласно последней редакции классификации SAE J 306 (JUL 98) при правильном описании класса вязкости трансмиссионного масла в обозначении может использоваться:

- численное значение с буквой W* (напр. SAE 75W);
- только численное значение (без буквы W) (напр. SAE 80);
- комбинация двух численных значений, одно из к-рых с буквой W (напр. SAE 75W-90).

Кроме того, когда в обозначении масла используются и сорт с буквой W, и сорт без буквы W, сначала должен быть указан сорт с буквой W, и два обозначения должны отделяться дефисом (напр. SAE 80W-90). Другие формы пунктуации или разделения неприемлемы.

Трансмиссионные масла, к-рые одновременно удовлетворяют высоко- и низкотемпературным требованиям, являются всесезонными для определенной климатической зоны и, как правило, наиболее часто используются. Напр., всесезонное масло для средней климатической зоны класса вязкости SAE 80W-90 должно удовлетворять низкотемпературным требованиям для масла SAE 80W (т.е. при т-ре –26°С динамическая вязкость масла не должна превышать 150 Па·с) и высокотемпературным для масла SAE 90 (т.е. при 100°С кинематическая вязкость масла должна находиться в пределах 13,5-24 мм²/с).

Маркировка с двумя буквами W исключается, т.е. трансмиссионное масло, отвечающее требованиям и SAE 75W, и SAE 85W, а также SAE 90, обозначается SAE 75W-90, но не SAE 75W-85W-90, как допускалось предыдущей редакцией стандарта SAE J 306.

Высокотемпературная вязкость определяется гидродинамическими характеристиками смазочного материала и косвенно дает представление о нагрузочной способности масляной пленки. Некоторые трансмиссионные масла содержат высокомолекулярные полимеры, известные как модификаторы вязкости. В процессе эксплуатации при значительных контактных напряжениях и высоких скоростях сдвига они подвергаются деструкции, и вязкость масла по сравнению с исходной снижается. Чтобы гарантировать, что указанный высокотемпературный класс вязкости сохраняется в процессе работы, смазочные материалы в соответствии со стандартом SAE J 306 (JUL 98) должны соответствовать пределам вязкости при 100°С, не только для свежего масла, но и после испытания по методу CEC L-45-T-93 «Стабильность вязкости трансмиссионных масел к напряжению сдвига». Это требование отсутствовало в предыдущей редакции стандарта SAE J 306 (OCT 91).

Низкотемпературная вязкость определяется способностью смазочного материала к текучести и обеспечению адекватного смазывания критических узлов трансмиссии в условиях низких температур окружающей среды. 150000 мПа·с – значение вязкости, используемое для определения низкотемпературных свойств и основанное на ряде испытаний в различных конструкциях задних мостов автомобилей. Эти испытания показали, что поломка подшипника шестерни происходит при вязкости выше, чем 150000 мПа·с, и метод Brookfield, как показали испытания, давал адекватную точность на этом уровне вязкости.

Отечественные производители масел при маркировке продукта указывают класс вязкости масла как по ГОСТ 17479.2, так и по международной классификации SAE.

В основном, российские изготовители трансмиссионных масел выпускают всесезонные масла классов вязкости SAE 85W-90, SAE 80W-90, SAE 80W-85, SAE 75W-90, SAE 75W-85, SAE 75W-80.

Однако нельзя слепо ориентироваться на надпись «всесезонное». Как правило, масло является всесезонным только для определенной климатической зоны. Напр. масла SAE 85W-90 – всесезонные для южной климатической зоны (диапазон применения от –12 до +45°С). Масла SAE 80W-90 и SAE 80W-85 – всесезонные для умеренной климатической зоны, т.е. гарантированно могут применяться при т-ре окружающего воздуха от –26 до +45°С.

Для многих регионов России с холодными зимами необходимы трансмиссионные масла классов вязкости SAE 75W-80, SAE 75W-85 или SAE 75W-90, к-рые применяются в более широком т-рном диапазоне: от –40 до +45°С. Масла классов вязкости SAE 75W-85 и SAE 75W-90 – всесезонные как для умеренной климатической зоны (как и масла SAE 80W-85 и SAE 80W-90), так и для северных регионов, где т-ра воздуха опускается до –40°С и ниже. Масла класса вязкости SAE 75W-80 – всесезонные для северных регионов и зимние для умеренной климатической зоны.

Чем шире класс вязкости масла, тем в большем т-рном диапазоне его можно применять. Так масло SAE 70W-90 (диапазон применения от –55 до +45°С) будет всесезонным и для Якутии, и для Москвы, и для Сочи.

КЛАССИФИКАЦИЯ ТРАНСМИССИОННЫХ МАСЕЛ по ГОСТ 17479.2 – разделяет на 4 класса по кинематической вязкости при 100°С (**табл. К-26**) и на 5 групп по уровню их эксплуатационных свойств (**табл. К-27**). Эта классификация не распространяется на масла для зубчатых передач промышленного оборудования, а также на масла для автоматических трансмиссий.

К-26. Классификация трансмиссионных масел по вязкости (ГОСТ 17479.2)

Класс вязкости	Кинематическая вязкость при 100°С, мм²/с	Т-ра, при к-рой диамическая вязкость не превышает 150 Па·с, °С, не выше
9	6,00-10,99	-35
12	11,00-13,99	-26
18	14,00-24,99	-18
34	25,00-41,00	–

В соответствии с классом вязкости ограничены допустимые пределы кинематической вязкости при 100°С и отрицательная т-ра, при к-рой динамическая вязкость не превышает 150 Па·с. Эта вязкость считается предельной, так как при ней еще обеспечивается надежная работа агрегатов трансмиссий.

К-27. Классификация трансмиссионных масел в зависимости от эксплуатационных свойств (ГОСТ 17479.2)

Группа масла по эксплуатационным свойствам	Состав масла	Рекомендуемая область применения
1	Минеральные масла без присадок	Цилиндрическив, конические и червячные передачи, работающие при контактных напряжениях от 900 до 1600 МПа и т-ре масла в объеме до 90°С
2	Минеральные масла с противозадирными присадками	То же, при контактных напряжениях до 2100 МПа и т-рв масла в объеме до 130°С
3	Минеральные масла с противозадирными присадками умеренной эффективности	Цилиндрическив, конические, спирально-конические передачи, работающие при контактных напряжениях до 2500 МПа и т-ре масла в объеме до 150°С
4	Минеральные масла с противозадирными присадками высокой эффективности	Цилиндрические, спирально-конические и гипоидные пвредачи, работающие при контактных напряжениях до 3000 МПа и т-ре масла в объеме до 150°С
5	Минеральные масла с противозадирными присадками высокой эффективности и многофункционального действия, а также универсальные масла	Гипоидные передачи, работающие с ударными нагрузками при контактных напряжениях выше 3000 МПа и т-ре масла в обьеме до 150°С

Обозначение (маркировка) трансмиссионного масла по ГОСТ 17479.2: например, **ТМ-5-18,** где ТМ – начальные буквы слов «трансмиссионное масло»; первая группа цифр – группа масла по эксплуатационным свойствам (см. табл. К-27); вторая группа цифр – класс вязкости масла (см. табл. К-26).

В настоящее время на российском рынке представлены трансмиссионные масла эксплуатационных групп ТМ-2, ТМ-3, ТМ-4 и ТМ-5 (типа GL-2, GL-3, GL-4 и GL-5 по API соответственно). Масла группы ТМ-1, как устаревшие, не выпускаются.

Масла применяются:

• группы ТМ-2 – для агрегатов трансмиссий тракторов и сельскохозяйственной техники, а также червячных передач транспортных средств;

• группы ТМ-3 – для цилиндрических, конических и спирально-конических передач грузовых автомобилей, тракторов, сельскохозяйственной и другой наземной техники; эти масла не предназначены для гипоидных передач;

• группы ТМ-4 – для коробок передач переднеприводных автомобилей ВАЗ и др. легковых и грузовых автомобилей, а также гипоидных передач наземной техники, имеющих малое смещение осей;

• группы ТМ-5 – для цилиндрических, конических, червячных, спирально-конических и гипоидных передач задних и передних мостов, раздаточных коробок, дифференциалов задне- и полноприводных легковых автомобилей и другой техники; эти масла нельзя использовать в коробках передач переднеприводных автомобилей.

КЛАТРАТ – см. *Комплекс карбамида с н-алканами.*

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ СРЕДСТВ ВРЕМЕННОЙ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ проводят на климатических испытательных станциях по ГОСТ 9.906, аккредитованных в установленном порядке, для установления *срока временной противокоррозионной защиты*, а также возможности увеличения срока хранения законсервированных изделий конкретного типа без *переконсервации*. К протоколу испытания на климатических испытательных станциях должны быть приложены данные метеонаблюдений. Объем метеонаблюдений устанавливают в зависимости от условий проведения испытаний (открытая площадка, навес и т.п.). Форма протокола климатических испытаний и описание метеорологических данных приведены в приложении «Б» к ГОСТ Р 9.517.

КОГЕЗИЯ – см. *Адгезия.*

КОГЕЗИЯ НЕФТЯНОГО БИТУМА – сцепление частиц вещества, составляющих одну фазу. Так же как и *адгезия нефтяного битума* К.н.б. зависит от природы асфальтенов и смол, входящих в его состав и т-ры. С увеличением молекулярной массы смол и асфальтенов величина когезии возрастает. К.н.б. уменьшается при увеличении в составе битумов парафинонафтеновых соединений и возрастает при повышении содержания ароматических соединений. Величина К.н.б. возрастает: при снижении толщины слоя продукта до определенной конечной величины (порядка 30-40 мк), при снижении т-ры и повышении вязкости. С повышением К.н.б. увеличиваются прочностные характеристики битума, поэтому желательно, чтобы при прочих равных показателях свойств когезия была максимальной.

КОКСОВАНИЕ – жесткий термический крекинг нефтяного сырья при 480-560°С с получением нефтяного кокса, а также углеводородных газов, бензиновых и керосино-газойлевых фракций.

При К. происходит деструкция, циклизация, конденсация и поликонденсация углеводородов и глубокое уплотнение высокомолекулярных соединений с образованием кокса.

КОКСУЕМОСТЬ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА – показатель склонности топлива к образованию в условиях нагрева без доступа воздуха углеродистого осадка (кокса). Зависит от фракционного состава и содержания смолистых и нестабильных соединений. Чем быстроходней двигатель, тем меньше должна быть коксуемость топлива. Для дизельного топлива определяют коксуемость 10%-ного остатка (ГОСТ 19932). Сущность метода заключается в отгоне 90% топлива и сжигании полученного после перегонки остатка и определении массы образовавшегося кокса. За рубежом коксуемость определяют по ASTM D 189, ASTM D 4530 или EN ISO 10370 (микрометод).

КОКСУЕМОСТЬ НЕФТЕПРОДУКТА – показатель, указывающий на склонность нефтепродукта к образованию коксовых отложений при сгорании.

КОКСУЕМОСТЬ ОСТАТОЧНЫХ ТОПЛИВ – показатель, приблизительно оценивающий *склонность топлива к образованию отложений* в определенных условиях. Коксовый остаток характеризует склонность топлива к коксообразованию. Чем больше в топливах асфальтено-смолистых веществ, тем больше осадков и отложений может образоваться в топливных системах. Коксуемость довольно точно характеризует общее содержание смолистых веществ в составе топлива, зависит от количества и качества компонентов, входящих в состав топлива. Метод определения регламентируется ГОСТ 19932 (сущность метода заключается в определении содержания коксового остатка по Конрадсону, образовавшегося после выпаривания и пиролиза относительно нелетучих нефтепродуктов, к-рые частично подвергаются разложению в процессе перегонки при атмосферном давлении), ISO 10370 (микрометод) по точности результатов аналогичен ГОСТ 19932 (испытуемый продукт в стеклянном сосуде нагревают до 500°С в атмосфере инертного газа в течение определенного времени. Углеродистый остаток взвешивают), ASTM D 189 (определение коксового остатка по Конрадсону, образовавшегося после деструктивной перегонки, крекирования и коксования в течение определенного времени при интенсивном нагревании).

КОЛЛОИДНАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК – способность смазки под действием внешних сил удерживать в ячейках своего структурного каркаса масло (*дисперсионную среду*). В коллоидной химии выделение дисперсионной среды из гелей при определенных условиях испытаний называют *синерезисом*. Природа выделения масла из смазки сложнее, чем дисперсионных сред из гелей. Поэтому в прямом смысле синерезис нельзя отождествлять с коллоидной стабильностью смазок.

К.с.п.с. – важное свойство, характеризующее поведение смазки при хранении и эксплуатации. Чрезмерно большое выделение масла из смазки (низкая коллоидная стабильность) приводит к расслоению смазки в таре при хранении, т.е. выделению масла под давлением собственной массы смазки, а при эксплуатации – к выделению масла из узла трения, образованию в нем затвердевшей массы загустителя и нарушению режима смазывания. Чрезмерное связывание масла в смазке (высокая коллоидная стабильность), образование «сухих» смазок, также неблагоприятно сказывается на их эксплуатационных свойствах. Они плохо смазывают узлы трения, что обусловливает чрезмерный износ последних. Идеальная смазка должна выделять масло медленно и равномерно на протяжении всего срока службы.

Коллоидная стабильность зависит от компонентного состава смазок (главным образом от наличия и концентрации загущающего компонента) и обычно находится в пределах до 30%.

К.с.п.с. оценивают с помощью методов, основанных исключительно на отпрессовываемости масла. Для этого используют аппарат (ГОСТ 7142) (**рис. К-5**), в к-ром масло отпрессовывается механическим путем под действием груза (подразумевается шток, шарик, поршень и собственно груз) массой 1000±10 г (метод А) или 300±10 г (метод Б). Метод А рекомендуется для смазок с пенетрацией по ГОСТ 5346 до 430 0,1 мм, метод Б – с пе-

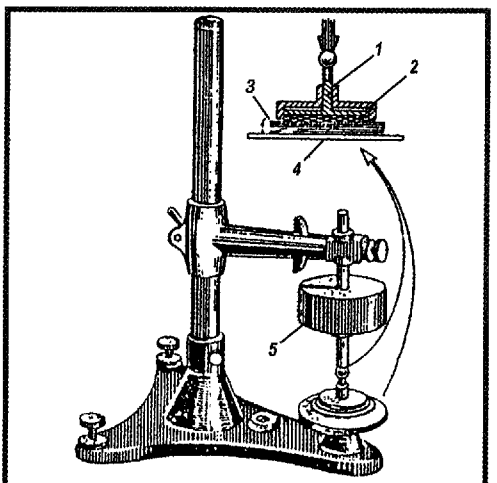


Рис. К-5. Прибор КСА:
1 – поршень; *2* – стопка бумажных фильтров; *3* – смазка; *4* – стекло; *5* – груз

нетрацией по ГОСТ 5346 до 475х0,1 мм. В чашечку с поршнем вмазывают штапелем испытуемую смазку, взвешивают и определяют массу смазки, взятой на испытание. Один беззольный бумажный фильтр смачивают маслом, отжимают между чистыми беззольными бумажными фильтрами и взвешивают. При т-ре воздуха в помещении ниже 15 и выше 25°С испытания проводят в бане, в к-рой поддерживают т-ру 20±2°С. На столик штатива пенетрометра ставят баню со стаканом, на дне к-рого располагают стекло, 7-10 беззольных бумажных фильтров, чашечку со смазкой и пропитанным маслом беззольным фильтром. Стакан закрывают крышкой и 30 мин выдерживают при 20±2°С. На смазку в чашечке кладут пропитанный маслом беззольный бумажный фильтр и помещают чашечку на стопку бумажных фильтров, выложенных на стекло. Смазку выдерживают под нагрузкой в течение 30 мин., после чего чашечку со смазкой и фильтром взвешивают.

Коллоидная стабильность характеризуется массовой долей масла, отпрессованного из смазки:

$K=(m_1-m_2)\cdot 100/m$,

где m_1, m_2 – массы соответственно чашечки со смазкой и пропитанным маслом беззольным фильтром до испытания и после испытания; m – масса испытуемой смазки.

В США коллоидную стабильность определяют по методам ASTM D1742 и FTMS 322, где также предусмотрено отпрессовывание масла из смазки, но сжатым воздухом через горизонтально расположенную в специальном цилиндре сетку 240 меш. В Великобритании используют метод IP 121, в Германии метод DIN 51817, где также предусмотрено отпрессовывание масла из смазки через металлическую сетку 240 меш., из к-рой выполнено коническое днище цилиндра, заполненного смазкой.

КОЛЛОИДНАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ ЧАСОВЫХ ЗАГУЩЕННЫХ МАСЕЛ – характеристика устойчивости масла к расслаиванию и выделению осадка. Определяется по ГОСТ 7934.4. В две чистые сухие пробирки наливают испытуемое масло. Пробирки устанавливают в гнезда центрифуги. Центрифугу включают и выводят на скорость и время, предусмотренные в стандарте или в другой нормативно-технической документации на испытуемое масло. Определение проводят визуально при освещении помещения не ниже 300 лк при 20±5°С.

Масло считается выдержавшим испытание, если после центрифугирования в пробирках не наблюдается расслаивание или выделение осадка. При расслаивании масла в одной из двух пробирок испытание повторяют. Если при повторном испытании наблюдается расслаивание или выделение осадка хотя бы в одной из пробирок, масло считается не выдержавшим испытание.

КОЛЛОИДНЫЕ СИСТЕМЫ (коллоиды) – *дисперсные системы* (обычно с жидкой дисперсионной средой), в к-рых размеры частиц дисперсной фазы не превышают 1 мкм. К.с. называют также тонко- или высокодисперсными (являются промежуточными между истинными растворами и грубодисперсными системами) суспензиями и эмульсиями. К.с. с сильным взаимодействием между частицами и средой называют **лиофильными,** со слабым взаимодействием – **лиофобными.**

Различают следующие К.с.:

- пены (газообразные частицы в жидкой среде);
- туманы (жидкие частицы в газообразной среде);
- дымы (твердые частицы в газообразной среде);
- эмульсии (жидкие частицы в жидкой среде);
- суспензии (твердые частицы в жидкой среде).

Газообразные, жидкие и твердые частицы, распределенные в твердой дисперсионной среде, специального названия не имеют. Дымы и туманы ввиду общности многих свойств называются аэрозолями, а эмульсии и суспензии – золями. Золи при определенных условиях могут или выделять дисперсную фазу в виде осадка или целиком застывать в эластичный студень, называемый гелем.

КОМБИНИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ МОТОРНЫХ МАСЕЛ – системы очистки моторных масел, в к-рых сочетаются фильтры и центробежные *маслоочистители* (приводные или реактивные центрифуги, сепараторы). Сочетание маслоочистителей, работающих по разным принципам, обеспечивает лучшую очистку масла от загрязнений, чем каждый из них в отдельности.

КОМБИНИРОВАННЫЙ ИНГИБИТОР КОРРОЗИИ (АКОР-10, НГ-107М, НГ-107Т, НГ-108, НГ-110М) – сочетание *маслорастворимых ингибиторов коррозии донорного, акцепторного* и *экранирующего действия*. Благодаря присутствию в К.и.к ингибиторов коррозии различного механизма действия реализуется принцип синергетического усиления суммарного *защитного эффекта средства противокоррозионной защиты*.

Маслорастворимые ингибиторы коррозии экранирующего действия обеспечивают быстрое первоначальное обезвоживание поверхности, удаляют воду с поверхности металла за счет водородных связей, солюбилизации и способствуют удержанию ее в объеме продукта. На освободившейся от воды поверхности металла происходит сорбция маслорастворимых ингибиторов коррозии хемосорбционного типа, причем при сочетании ингибиторов коррозии акцепторного и донорного действия создаются благоприятные условия образования

прочных хемосорбционных пленок как на отрицательных (катодах), так и на положительных (анодах) участках металла с последующей защитой хемосорбционных пленок слоями ингибиторов адсорбционного (экранирующего) действия. Образующиеся на металле многослойные хемосорбционно-адсорбционные пленки, находясь в динамическом равновесии, успешно тормозят электрохимические процессы коррозии.

На этом принципе разработаны и производятся современные рабоче-консервационные и консервационные масла и смазки, пленкообразующие ингибированные нефтяные составы.

КОМПАУНДИРОВАННЫЕ НЕФТЯНЫЕ БИТУМЫ – битумы, полученные компаундированием различных нефтяных остатков с дистиллятами, окисленными или остаточными битумами и др. продуктами нефтепереработки.

Битумы из остатков процесса деасфальтизации гудрона. Остаток деасфальтизации гудрона пропаном (асфальт) иногда соответствует требованиям стандарта на нефтяной битум. Чаще его используют в качестве компонента битума или сырья для его производства. При замене растворителя на бутан, пентан или на смеси растворителей получают более тяжелые асфальты с т-рой размягчения 60-120°С, составляющие основу для производства неокисленных компаундированных битумов. Другие компоненты битумов, полученных по этой технологии, – гудрон, полугудрон, остаточный экстракт селективной очистки масел и др. остатки и их смеси. Компаундированные битумы характеризуются хорошими эксплуатационными свойствами: пластичностью, растяжимостью, низким содержанием парафина и в особенности устойчивостью к процессам окислительного старения.

Частично окисленные компаундированные битумы. Получают по технологии «переокисление → разбавление». Сырье окисляют до т-ры размягчения 90-110°С, после чего разбавляют исходным сырьем или смесью исходного сырья и пластифицирующих добавок, напр. экстрактом селективной очистки масел, затемненной фракцией и др., получая битумы с улучшенными характеристиками: эластичностью, прочностью, повышенным интервалом пластичности и др. Процесс компаундирования (с одновременной пластификацией) хорошо регулируется и поддается автоматизации и может быть реализован как в товарных емкостях для битума, так и в потоке. Диапазон практически всех качественных характеристик таких битумов меняется в очень широких заданных пределах, существенно расширяется сырьевая база битумного производства, значительно улучшаются технико-экономические показатели производства и экологическая безопасность процесса. Компаундированием можно улучшать качество битумов из нефтей, ограниченно пригодных для битумного производства (напр. из парафинистых нефтей), понижать т-ру хрупкости остаточных битумов, получать битумы для литых асфальтобетонных смесей, производить жидкие дорожные битумы и т.д.

КОМПЛЕКС КАРБАМИДА С *н*-АЛКАНАМИ (аддукт, клатрат) – белое кристаллическое вещество, образующееся в результате физико-химического взаимодействия *н*-алкана с карбамидом. Образование комплекса используют в процессах карбамидной депарафинизации и при определении содержания *н*-алканов в нефтепродуктах.

КОМПЛЕКС МЕТОДОВ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ ОЦЕНКИ (КМКО) – совокупность физико-химических методов и стендовых испытаний, по результатам к-рых топлива и смазочные материалы могут быть отнесены к определенной категории (классу, группе) нефтепродуктов.

КОМПЛЕКС МЕТОДОВ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ ОЦЕНКИ КОНСЕРВАЦИОННЫХ МАСЕЛ – включает методы, позволяющие оценить защитные свойства:

- при воздействии диоксида серы по ГОСТ 9.054 ЕСЗКС, метод 2;
- при воздействии соляного тумана по ГОСТ 9.054 ЕСЗКС, метод 3;
- при постоянном погружении в электролит по ГОСТ 9.054 ЕСЗКС, метод 4;
- при воздействии бромистоводородной кислоты по ГОСТ 9.054 ЕСЗКС, метод 5.

Кроме того, КМКО оценивают коррозионные свойства по ГОСТ 2917; стабильность защитных свойств в тонком слое и объеме, прогнозируемую защитную эффективность в заданных условиях хранения, утвержденных в установленном порядке.

КОМПЛЕКС МЕТОДОВ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ ОЦЕНКИ МОТОРНЫХ МАСЕЛ – проводят для допуска к производству и применению товарных масел, изготовляемых с непринципиальными изменениями технологии, при вовлечении в производство *базовых компонентов* из нефтей новых месторождений, при замене отдельных присадок в составе масла их аналогами, а также при организации производства на заводах-дублерах. Кроме того, КМКО – обязательный первый этап *приемочных испытаний* новых моторных масел или масел с новой *композицией (пакетом) присадок*. В КМКО входят *лабораторные испытания*, *моторные испытания* и *испытания на безмоторных стендах* или установках. Методы постоянно совершенствуют, исключая устаревшие методы и вводя новые, более совершенные и метрологически аттестованные. В настоящее время действуют четыре КМКО моторных масел различного назначения:

• масел для автомобильных бензиновых двигателей и для автомобильных, тракторных и комбайновых дизелей (**табл. К-28**);

• масел для судовых и тепловозных дизелей (**табл. К-29**);

К-28. КМКО масел для автомобильных бензиновых двигателей и автомобильных, тракторных и комбайновых дизелей

Свойство и (ияи) оцениваемый показатель	Нормативная (техническая) документация, регламентирующая метод оценки
Кинематическая вязкость при т-ре 40 и 100°С	ГОСТ 33
Динамическая вязкость[1]: на вискозиметре CCS на вискозиметре MRV	 ASTM D 5293 ASTM D 4684
Индекс вязкости	ГОСТ 25371
Щелочное число	ГОСТ 11362
Сульфатная зольность	ГОСТ 12417
Массовая доля активных элементов	ГОСТ 13538, ГОСТ 9827
Испаряемость по NOAK[2]	DIN 51581 или CEC-L-40-T-87
Стабильность по индукционному периоду осадкообразования (ИПО)	ГОСТ 11063
Коррозионность на пластинах из свинца[1]	ГОСТ 20502 (вариант 2)
Деструкция полимерных присадок на форсуночном стенде[3] - аналог БОШ инжектор, допускается оценка деструкции путем: сравнения с маслом-прототипом на установке УЗДН по ГОСТ 6794 определения вязкости при 100°С масла, отработавшего 10 ч на установках Petter, ИКМ и в дизелях Д-240, Д-245	Метод ВНИИ НП, утв. зам. пред. Госстандарта России от 19.12.95 или CEC-L-14-A-78
Защитные свойства против коррозии в камере влажности	Метод, утв. Решением ГМК № 23/1-232 от 12.11.75
Склонность к пенообразованию и стабильность пены	ГОСТ 23652 или ASTM D 892
Совместимость с материалами уплотнений (марка резин устанавливается в соответствии с ТЗ[4])	ГОСТ 9.030
Антиокислительные свойства: на установке ИКМ на установке Petter W1	 ГОСТ 20457 CEC-L-02-A-78
Коррозионная активность: на установке Petter W1 на установке ИКМ-40К или в дизеле Д-245	 CEC-L-02-A-78 Метод по ТУ 38.401244, утв. Протоколом МВК МЭ № 8 от 12.04.93
Антипиттинговые свойства[5]: на стенде СИ-10 на стенде СКТ-НАМИ	 Метод, утв. Решением ГМК № 23/1-128 от 17.07.85 Метод, утв. Решением ГМК № 23/1-251 от 25.11.81
Моющие, антикоррозионные и противоизносные свойства: на установке ИМ-1 в дизеле Д-245[6] в дизеле Д-240[7]	 ГОСТ 20303 Метод, утв. Решением ГМК № 540/1-11 от 28.01.91 Метод, утв. Решением ГМК № 23/1-53 от 01.04.88 ГОСТ 20991
Склонность к образованию высокотемпературных отложений на установке НАМИ-1М[8]	ГОСТ 20991

Окончание табл. К-28

Склонность к образованию низкотемпературных отложений на установке НАМИ-1М[8]	ГОСТ 20994
Антиокислительные свойства и склонность к образованию высокотемпературных отложений в двигателе ВАЗ-2106[8], [9]	Метод ВАЗ-04 (И.3177.37.101.001-94), утв. Решением МВК № 601Р от 03.10.02
Склонность к образованию низкотемпературных отложений и противоизносные свойства в двигателе ВАЗ-2106[8], [9]	Метод ВАЗ-04 (И.3177.37.101.002-95), утв. Решением МВК № 601Р от 03.10.02

[1] Для зимних и загущенных масел.
[2] Для зимних и всесезонных масел.
[3] Для загущенных масел.
[4] Определяется при проведении приемочных испытаний.
[5] Для масел, предназначенных для автомобильных бензиновых двигателей, автомобильных дизелей.
[6] Для масел групп Г, $Г_2$ и Д.
[7] Для масел групп В, $В_2$, Г и $Г_2$.
[8] Для масел, предназначенных для автомобильных бензиновых двигателей.
[9] Для масел группы типа SF по API и выше.
Примечание. Требуемое количество испытуемого образца – до 50 л.

К-29. КМКО масел для судовых и тепловозных дизелей

Свойство и (ияи) оцениваемый показатель	Нормативная (техническая) документация, регламентирующая метод оценки
Вязкость кинематическая при 20, 40 и 100°С	ГОСТ 33
Щелочное число	ГОСТ 11362
Сульфатная зольность	ГОСТ 12417
Содержание нерастворимых осадков	ГОСТ 20684, ГОСТ 13538
Стабильность ло индукционному периоду осадкообразования	ГОСТ 11063
Коррозионность на пластинах из свинца	ГОСТ 20502 (вариант 2)
Трибологические характеристики на четырехшариковой машине трвния: индекс задира, Из нагрузка критическая, Рк диаметр пятна износа, Ди	ГОСТ 9490
Моющие свойства на установке ПЗВ: по стандартной методике[1] по ужесточенной методике[2]	 ГОСТ 5726 Метод, утв. Решением ГМК № 23/1-267 от 29.12.79
Моющие и противоизносные свойства на установке ИМ-1	ГОСТ 20303
Моющие и противоизносные свойства на установке Bolness[3]	Метод ЦНИИ МФ, утв. Председателем МВК 22.07.97
Коррозионная активность на установке: ИКМ-40К Petter W1	 Метод по ТУ 38.401244, утв. Протоколом МВК МЭ № 8 от 12.04.93 CEC-L-02-A-78
Антиокислительные свойства на установке: ИКМ Petter W1	 ГОСТ 20457 CEC-L-01-A-78

[1] Для масел группы $В_2$.
[2] Для масел групп $Г_2$ и Д.
[3] Для судовых цилиндровых масел.
Примечание. Требуемое количество испытуемого образца – 40 $дм^3$

• масел для четырехтактных форсированных транспортных дизелей (**табл. К-30**);

• масел для двухтактных бензиновых двигателей (**табл. К-31**).

К-30. КМКО масел для четырехтактных форсированных транспортных дизелей

Свойство и (или) оцениваемый показатель	Нормативная (техническая) документация, регламентирующая метод оценки
Кинематическая вязкость при т-ре 40 и 100°С	ГОСТ 33
Динамическая вязкость[1] при отрицательных т-рах согласно классу вязкости:	
на вискозиметре CCS	ASTM D 5293
на вискозиметре MRV	ASTM D 4684
Индекс вязкости	ГОСТ 25371
Щелочное число	ГОСТ 11362
Сульфатная зольность	ГОСТ 12417
Массовая доля активных элементов	ГОСТ 13538, ГОСТ 9827
Стабильность по индукционному периоду осадкообразования (ИПО)	ГОСТ 11063
Коррозионность на пластинах из свинца	ГОСТ 20502 (вариант 2)
Стойкость к механической[2] деструкции полимерных присадок на форсуночном стенде	Решение МВК от 22.07.97
Защитные свойства против коррозии в камере влажности	Решение ГМК № 23/1-232 от 12.11.75
Трибологические характеристики на четырехшариковой машине трения:	ГОСТ 9490
индекс задира, Из	
нагрузка критическая, Рк	
диаметр пятна износа, Ди	
Моющие свойства на установке ПЗВ:	
по стандартной методике[3]	ГОСТ 5726
по ужесточенной методике[4]	Метод, утв. Решением ГМК № 23/1-267 от 29.12.79
Склонность к пенообразованию и стабильность пены	ГОСТ 23652 или ASTM D 892
Моющие и противоизносные свойства на установке:	
ОД-9	Метод, утв. Решением ГМК № 23/1-203 от 20.12.84
ИМ-1	ГОСТ 20303
Коррозионная активность на установке:	
ИКМ-40К	Метод по ТУ 38.401244, утв. Протоколом МВК МЭ № 8 от 12.04.93
Petter W1	CEC-L-021-A-78
Антиокислительные свойства на установке:	
ИКМ	ГОСТ 20457
Petter W1	CEC-L-01-A-78

[1] Для зимних и всесезонных загущенных и синтетических масел.
[2] Для загущенных масел.
[3] Для масел группы $В_2$.
[4] Для масел группы $Г_2$ и Д.
Примечание. Требуемое количество испытуемого образца – 40 л, для испытаний на установке ОЛ-9 – 120 л.

К-31. КМКО масел для двухтактных бензиновых двигателей

Свойство и (или) оцениваемый показатель	Нормативная (техническая) документация, регламентирующая метод оценки
Кинематическая вязкость при 100°С	ГОСТ 33
Щелочное число	ГОСТ 11362
Сульфатная зольность	ГОСТ 12417
Массовая доля активных элементов	ГОСТ 13538 ГОСТ 9827
Массовая доля механических примесей	ГОСТ 6570
Массовая доля воды	ГОСТ 2477
Моющие свойства на установкв ПЗВ	ГОСТ 5726
Плотность при 20°С	ГОСТ 3960
Антизадирные свойства на установке ИМЗ-2ТД	Метод по ТУ 38.401919 утв. Решением ГМК №23/1-194 от 18.11.88
Антинагарные свойства на установке ИМЗ-2ТД-10	Метод по ТУ 38.401796 утв. Решением ГМК №23/1-194 от 18.11.88

Примечание. Требувмое количество испытуемого образца – 2 л.

КОМПЛЕКС МЕТОДОВ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ ОЦЕНКИ ОСТАТОЧНЫХ ТОПЛИВ для судовых газовых турбин, котлоагрегатов, среднеоборотных и малооборотных дизелей включает следующие оценочные показатели.

Фракционный состав. Метод предусматривает определение объема фракций (% об.), перегнанных при т-рах 360°С, 400°С, 450°С и 500°С под вакуумом.

Деэмульгируемость после отстаивания эмульсии. Важное эксплуатационное свойство судовых топлив – способность к отделению при отстое воды, попавшей в топливо каким-либо образом и находящейся в нем в виде эмульсии. В методе, предназначенном для определения деэмульгируемости дистиллятных и остаточных топлив для судовых энергетических установок, используется прибор Пинкевича. Сущность метода заключается в смешении в измерительном цилиндре воды и топлива путем возвратно-поступательного перемещения в нем смесителя-вытеснителя, последующего отстаивания образовавшейся эмульсии в течение заданного времени и отсчета отстоявшейся воды. В соответствии с нормами КМКО деэмульгируемость после отстаивания эмульсии в течение 20 мин. флотских мазутов – не менее 10% об., судовых топлив после отстаивания эмульсии в течение 240 мин. – не менее 10% об.

Термическая стабильность при нагревании. Определяется по степени изменения поверхности отполированной стальной гильзы, оснащенной нагревательным элементом, после контактирования с топливом. Термическую стабильность топлива определяют по изменению поверхности гильзы. В соответствии с нормами КМКО терми-

ческая стабильность флотских мазутов – не более 1 балла, для судовых топлив показатель не нормируется, но определение обязательно.

Содержание натрия и ванадия. КМКО нормирует содержание Na и V, т.к. под слоем отложений, содержащих эти элементы, возникает коррозия. Содержание натрия во флотских мазутах и судовых топливах – не более 0,005% и 0,008%, а ванадия – не более 0,01% и 0,04% соответственно.

Расслаиваемость при хранении. Оценивается склонность к расслоению в процессе длительного хранения по количеству осадка, образовавшегося на дне кюветы после центрифугирования. КМКО нормирует расслаиваемость флотских мазутов при 20°С – не более 10% масс. Для судовых топлив показатель не нормируется, но определение обязательно.

Коррозионные потери металлов в условиях попеременного контактирования с топливом и соленой водой (на приборе Пинкевича). КМКО нормирует коррозионные потери металлов – не более 30 г/м²;

Теплота сгорания определяется по ГОСТ 21261. КМКО нормирует теплоту сгорания судовых топлив – не менее 39900 кДж/кг;

Стабильность и совместимость. Для оценки этого показателя КМКО предусмотрено определение толуольного и ксилольного эквивалентов (ГОСТ Р 50837.3 и ГОСТ Р 50837.4). Для флотских мазутов толуольный и ксилольный эквиваленты – не более 30% об. и 25/30% об. соответственно. Для судовых топлив показатели не нормируются, но определение обязательно.

Номер пятна (ГОСТ Р 50837.7) для флотских мазутов и судовых топлив – не более 2.

Общий осадок (ГОСТ Р 50837.6) для флотских мазутов – не более 0,1% масс., для судовых топлив показатель не нормируется, но определение обязательно.

КОМПЛЕКС МЕТОДОВ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ ОЦЕНКИ ПИНС – КМКО пленкообразующих ингибированных нефтяных составов включает методы, позволяющие оценить защитные свойства:

- при воздействии диоксида серы по ГОСТ 9.054 ЕСЗКС, метод 2;
- при воздействии соляного тумана по ГОСТ 9.054 ЕСЗКС, метод 3;
- при воздействии бромистоводородной кислоты по ГОСТ 9.054 ЕСЗКС, метод 5.

Кроме того, КМКО ПИНС определяют *условную вязкость ПИНС* по ГОСТ 8420, *т-ру каплепадения активного вещества ПИНС* (сухого остатка) по ГОСТ 6793, содержание щелочей или кислот в активном веществе по ГОСТ 11362, а также оценивают внешний вид, *время высыхания ПИНС* и *толщину защитной пленки* продукта, *содержание активного вещества ПИНС*, прогнозируемую защитную эффективность в заданных условиях хранения по квалификационным методам, утвержденным в установленном порядке.

КОМПЛЕКС МЕТОДОВ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ ОЦЕНКИ ПРИБОРНЫХ МАСЕЛ –учитывают специфические особенности эксплуатации приборных масел.

Приборные масла применяются в большинстве случаях в микроколичествах, поэтому пары трения смазываются тонкой масляной пленкой. Приборные масла специального назначения используются в широком т-рном диапазоне, в различных газовых средах (воздух, азот, аргон и др.), в открытых и замкнутых системах. Поэтому в Комплексе, помимо известных стандартных методов, дополнительно введены методы определения следующих свойств и эксплуатационных характеристик:

- *термическая стабильность приборных масел* в среде инертного газа;
- *стабильность приборных масел при низкой т-ре*;
- *испаряемость приборных масел* в тонком слое;
- *термоокислительная стабильность приборных масел*, определяемая методом «микроВТИ»;
- *коррозионная активность приборных масел по отношению к металлам*;
- *кинематическая вязкость приборных масел* в диапазоне рабочей т-ры;
- параметры, определяемые при механо-динамических испытаниях на приборах трения.

КОМПЛЕКС МЕТОДОВ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ ОЦЕНКИ РАБОЧЕ-КОНСЕРВАЦИОННЫХ МАСЕЛ ДЛЯ ОГНЕСТРЕЛЬНОГО ОРУЖИЯ – включает методы, позволяющие оценить защитные свойства:

- при воздействии соляного тумана по ГОСТ 9.054 ЕСЗКС, метод 3;
- при постоянном погружении в электролит по ГОСТ 9.054 ЕСЗКС, метод 4;
- при воздействии бромистоводородной кислоты по ГОСТ 9.054 ЕСЗКС, метод 5;
- в условиях контакта разнородных металлов по ГОСТ 9.054 ЕСЗКС, метод 6.

Кроме того, КМКО оценивают испаряемость по ГОСТ 20354; совместимость с резинотехническими материалами по ГОСТ 9.030 ЕСЗКС; коррозионные свойства по ГОСТ 2917; стабильность защитных свойств в тонком слое, защитные свойства при наличии эксплуатационных загрязнений, прогнозируемую защитную эффективность в заданных условиях хранения по квалификационным методам, утвержденным в установленном порядке.

КОМПЛЕКС МЕТОДОВ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ ОЦЕНКИ РЕАКТИВНЫХ ТОПЛИВ – совокупность лабораторных и лабораторно-стендовых (на модельных установках) методов испытаний реактивных топлив для оценки их эксплуатационных свойств. Испытания в объеме КМКО позволяют в течение 1,5-2 мес. при небольших затратах оценить эксплуатационные свойства реактивных топлив и во многих случаях избежать длительных и дорогостоящих стендовых, контрольно-летных и эксплуатационных испытаний.

КМКО реактивных топлив (топлив для авиационных газотурбинных двигателей) включает следующие эксплуатационные показатели или свойства:

термоокислительная стабильность реактивного топлива в динамических условиях;

термоокислительная стабильность на приборе ЦИТО-ММ (см. *Определения термоокислительной стабильности на приборе ЦИТО-ММ*);

противоизносные свойства реактивного топлива;

коррозионная активность реактивного топлива;

воздействие реактивного топлива на резины, применяемые в топливных агрегатах;

воздействие реактивного топлива на герметик, применяемый для герметизации топливных баков;

характеристики сгорания (см. *Склонность реактивного топлива к нагарообразованию и дымлению*);

стабильность реактивных глубокоочищенных топлив при длительном хранении;

удельная объемная электрическая проводимость;

содержание металлов в реактивном топливе.

КОМПЛЕКС МЕТОДОВ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ ОЦЕНКИ ТОПЛИВ ДЛЯ БЫСТРОХОДНЫХ ДИЗЕЛЕЙ приведен в **табл. К-32.**

К-32. КМКО топлив для быстроходных дизелей

Оцениваемый показатель	Норма	Стандарт на метод
Содержание механических примесей, %, не более	0,001	ГОСТ 10577
Содержание адсорбционных смол, мг/100 см^3, не более	3000	Решение ГМК № 23/1-90 от 16.05.86 г.
Коррозионная активность в условиях конденсации воды: потеря массы стальной пластины, г/м^2, не более	7	ГОСТ 18597
Предельная т-ра фильтруемости, °С	В зависимости от марки топлива	ГОСТ 22254
Цвет на колориметре ЦНТ, ед., не более	2	ГОСТ 20284
Углеводородный состав – содержание ароматических углеводородов, % об., не более	30	Решение ГМК № 23/1-218 от 12.08.82 г.
Склонность топлива к образованию отложений на нагретых поверхностях: индекс термостабильности, ед., не более т-ра начала образования отложений, °С, не ниже скорость забивки фильтра, Па/мин, не более	5 90 1500	Решение ГМК № 23/1-24 от 17.01.84 г.
Термоокислительная стабильность (на установке ЦИТО-М): скорость забивки фильтра, °С/ч, не более	200	Решение ГМК № 23/1-24 от 17.01.84 г.
Окислительная стабильность, г/м^3, не более	25	EN ISO 12205 (ASTM D 2274)
Смазывающая способность: скорректированный диаметр пятна износа (WSD 1,4) при 60°С, мкм, не более	460	ISO 12156-1
Содержание полициклических ароматических углеводородов, % масс., не более	11	EN 12916
Оценка расслаиваемости при отрицательных т-рах	Стабильно	Решение ГМК № 521 Р от 31.07.96
Склонность дизельных топлив с присадками к закоксовыванию распылителей форсунок (на двигателях Д21А воздушного охлаждения или ОЦУ КамАЗ 236): коэффициент закоксовывания распылителя с запорной иглой и сопловых отверстий без иглы, % абс. изменение удельного расхода топлива и дымности отработавших газов, % отн.	Не нормируется	Решение ГМК № 23/1-24 от 17.01.84

КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ ТВЕРДЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ. Различают термопластичные К.о.т.у. и содержащие воду или растворитель. Термопластичные композиции изготовляют путем расплавления исходных компонентов, дозирования с последующим их тщательным смешением. Композиции, содержащие воду или растворитель, и представляющие собой *дисперсные системы*, готовят путем энергичного перемешивания горячей воды или растворителя с расплавленными компонентами и эмульгатором с последующим охлаждением полученной дисперсной системы.

Композиции для парфюмерно-косметической и фармацевтической промышленности. Благодаря высокой чистоте и безвредности для человека композиции широко используются для изготовления вазелинов, декоративной косметики, кремов, мазей, упаковок лекарств и т.д. В их состав входят различные воски, играющие роль пластификаторов, и вещества, повышающие т-ру каплепадения жировых основ. Содержание вазелинов в различных косметических препаратах колеблется

от 0,5-0,7 до 40-50% масс., остальное – твердые парафины, нефтяные церезины. Композиции улучшают консистенцию кремов и мазей, не адсорбируются кожей, не вызывают ее раздражения и закупоривания пор, не препятствуют дыханию кожи.

Композиции для пропитки бумаги и картона применяют для производства тары и упаковки с целью снижения проницаемости водяных паров, газов, защиты деталей от коррозии, а также повышения прочности тары при намокании. Готовят в виде твердой смеси компонентов или в виде дисперсной системы на основе воды или легколетучего растворителя. При введении в бумагу и гофрированный картон в расплавленном состоянии композиция проникает между волокнами целлюлозы и в значительной мере снижает паро- и газопроницаемость и повышает их прочность при намокании по сравнению с непропитанными бумагой и картоном. При введении композиции в виде дисперсной системы парафиновые углеводороды снижают паро- и газопроницаемость бумаги и картона после удаления воды и растворителя. В состав композиции входят твердые парафины и нефтяные церезины, сополимеры этилена с винилацетатом, полиэтилен, полиэтиленовые воски, эмульгаторы и др. модифицирующие добавки. За рубежом для твердого парафина, применяемого для пропитки бумаги и картона, нормируют также т-ру слипания парафинированной бумаги.

Композиции для субтитрирования фильмокопий, декоративной обработки стекла и стеклоизделий готовят на основе мягких парафинов с добавлением нефтяного церезина, *атактического полипропилена* и сополимера этилена с винилацетатом. Вследствие образования композицией тонкой гибкой пленки без трещин и отверстий, непроницаемой для паров, газов и жидкостей, поверхности кинопленки при физико-механическом субтитрировании фильмокопий, стекла и стеклянных изделий от действия различных реагентов защищены.

Композиции для герметизации емкостей, сосудов, трубопроводов и резервуаров. Производят на основе твердых углеводородов нефти с добавлением модификаторов. Применяются при хранении различных жидкостей и материалов, напр. воды, вина, солений, хранении фруктов с регулируемым составом газовой атмосферы и др.

Композиции для горячего запечатывания предназначены для герметичного хранения продуктов. Тара пропитывается или покрывается композицией, в нее помещается продукт и затем подвергается местному кратковременному нагреву и механическому воздействию на края тары с последующим охлаждением места соединения. Композиция играет роль самоуплотняющегося агента. В ее состав входят твердый парафин, нефтяной церезин, *сополимеры этилена с винилацетатом*, *полиэтилен*, канифоль, каучуки, антиокислители. Композиция должна иметь невысокую т-ру плавления, высокие адгезионные свойства и низкую паро- и влагопроницаемость.

Композиции для защиты сельскохозяйственных продуктов, растений и др. объектов. Наносят на поверхность фруктов и овощей. Увеличивают срок хранения, уменьшают потерю массы при хранении и транспортировании, замедляют созревание, способствуют сохранению аромата, питательных веществ, витаминов и др. Высокая стойкость к проникаию водяных паров, а также микробов и дрожжей, обусловили широкое использование композиций. Основные требования к композициям – безвредность для человека, низкая т-ра плавления (40-70°С), хорошая способность смачивать поверхность фруктов и овощей и быстро высыхать или кристаллизоваться после нанесения покрытия. Для увеличения сроков хранения продукции в композиции иногда вводят антисептики и фунгициды для защиты от болезней, микробов, бактерий и дрожжей.

Композиции для покрытия сыров. Применяют для покрытия сыров в период их вызревания, для защиты от высыхания при хранении, транспортировании и др. Для этого головку сыра опускают на 2-3 с в расплав композиции, дают время для стекания с головки сыра ее капель и кристаллизации композиции. Основные требования к композиции: т-ра плавления 50-75°С, кинематическая вязкость при 100°С 5-17 мм²/с, отсутствие запаха и вкуса, наличие допуска к контакту с пищевыми продуктами. Состав: твердые парафины, нефтяные церезины, нефтяные воски, вазелины с добавкой *красителя* для придания привлекательного товарного вида, антиокислители и др. (см. *Сплав СКФ-15, Восковой сплав для сыров СДС-13М*).

Композиции для ламинирования упаковочных материалов. Применяют для создания многослойного упаковочного материала, состоящего из бумаги, алюминиевой фольги, картона, полимерной пленки и др. Служат для связывания различных слоев друг с другом и снижения гидрофобности материала. Состоят из твердого парафина, нефтяного и синтетического церезина, различных полимеров и сополимеров.

Композиции для литья по выплавляемым моделям (см. *Модельный восковой состав*). Применяют на предприятиях машиностроения и металлургии, в частности в художественном литье, для изготовления сложных деталей. Они должны со-

четать высокую прочность с упругостью и достаточной пластичностью, обладать высокой теплоустойчивостью, химической инертностью по отношению к материалу пресс-форм, малым коэффициентом *усадки* при затвердевании и расширении при нагревании, хорошей текучестью в расплавленном и вязкопластичном состоянии, быстро затвердевать в пресс-форме и легко выплавляться из керамических оболочек.

Основными компонентами композиций являются твердые парафины и нефтяные церезины, различные нефтяные, ископаемые, животные и растительные воски, полимерные материалы, неорганические наполнители и пр.

Композиции для пластификации древесных и бумажных подложек. Для улучшения морозостойкости и защиты древесины от обесцвечивания под действием солнечного света в массу при производстве подложек вводят водно-восковой состав, а также композицию на основе твердых парафинов и нефтяных церезинов и полимеров.

Композиции для спуска судов со стапеля на воду представляют собой *насалку*, наносимую на наклонный стапель и предназначена для спуска крупнотоннажных судов на воду. Характерные особенности: хорошая адгезия к деревянному настилу стапеля в соленой воде, высокая несущая способность, возможность работать независимо от температурных условий различных периодов года, низкий коэффициент трения. Готовится композиция путем смешения загустителя насалки с маловязким, напр. Веретенным, маслом. В зависимости от погоды соотношение компонентов корректируют. Перед спуском судна на стапель наносят композицию, затем на нее наливают слой разогретого маловязкого масла, опускают судно на стапель с насалкой и производят спуск судна на воду.

КОМПОЗИЦИИ. Технология производства – см. *Технология производства композиций*.

КОМПОНЕНТ ЖИДКОГО РАКЕТНОГО ТОПЛИВА – см. *Жидкое ракетное топливо*.

КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ БЕНЗИНА. К.с.б. зависит от наличия на данном предприятии технических возможностей для производства бензина требуемого качества и марки. *Автомобильные и авиационные бензины* представляют собой смесь компонентов различных технологических процессов. *Базовые компоненты бензина* получают в процессах прямой перегонки нефти, риформинга, каталитического крекинга, гидрокрекинга, а также в процессах термической переработки. *Высокооктановые компоненты бензина* – на основе алифатических углеводородов: изопентан, изомеризат, алкилат; ароматических углеводородов: толуол, ксилол и смеси ароматических C_{8+}, а также (для автомобильных бензинов) простых эфиров и спиртов.

Основные эксплуатационные свойства, определяющие содержание отдельных компонентов в товарном бензине: детонационная стойкость, испаряемость, химическая и физическая стабильность. Экологические свойства автомобильного бензина зависят от группового углеводородного состава, содержания сернистых и др. неуглеводородных соединений, снижающих надежность систем каталитической нейтрализации отработавших газов.

К компонентному составу авиационных бензинов предъявляются более жесткие требования. Продукты вторичных процессов, содержащих олефиновые углеводороды, не используются, а в связи с ограничениями на показатели удельной теплоты сгорания не вовлекаются оксигенаты. Из-за незначительного загрязнения авиационной техникой окружающей среды для обеспечения необходимого уровня детонационной стойкости авиабензинов в состав их вводят тетраэтилсвинец (1,0-3,1 г/кг) в виде *этиловой жидкости*.

КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ МОТОРНЫХ ТОПЛИВ – см. *Компонентный состав остаточных топлив*.

КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ОСТАТОЧНЫХ ТОПЛИВ. К.с.о.т. зависит от технических возможностей предприятия для производства топлив требуемого качества и марки. *Остаточное топливо* представляет собой смесь компонентов различных технологических процессов. Компоненты остаточных топлив получают в процессе прямой перегонки нефти и газовых конденсатов, а также в процессах вторичной переработки: каталитического и термического крекинга, замедленного коксования, висбрекинга и др.

Основные эксплуатационные свойства, определяющие содержание отдельных компонентов в товарных топливах: *вязкость остаточных топлив, т-ра застывания остаточных топлив, т-ра вспышки остаточных топлив*. Экологические свойства зависят от углеводородного состава, содержания сернистых и др. неуглеводородных соединений.

Компонентный состав топочных мазутов. Топочный мазут марок 40 и 100 (ГОСТ 10585) изготовляют из остатков переработки нефти: мазутов прямой перегонки, гудронов, вакуумных газойлей, крекинг-остатков, экстрактов масляного производства. Для снижения т-ры застывания до 10°С в мазут 40 вовлекают 8-15% среднедистиллятных фракций. В топочный мазут 100 дизельные фракции не добавляют, в составе мазута может содержаться до 20 различных компонентов.

Компонентный состав флотских мазутов. К составу этих продуктов предъявляются наиболее жесткие требования. Флотский мазут 5 получают смешением продуктов прямой перегонки нефти: в

большинстве случаев 60-70% мазута прямогонного и 30-40% дизельного топлива с добавлением депрессорной присадки. Допускается использование до 22% керосино-газойлевых фракций вторичных процессов, в том числе легкого газойля каталитического и термического крекинга. Флотский мазут Ф12 вырабатывают на установках прямой перегонки нефти.

Компонентный состав моторных топлив марок ДТ и ДМ. Технология их получения аналогична технологии производства флотских мазутов. Однако в этом топливе не ограничивается содержание продуктов деструктивной переработки нефти и поэтому нормируется содержание ванадия. Также возможно вовлечение в моторное топливо для среднеоборотных и малооборотных дизелей депрессорных присадок, допущенных к применению в установленном порядке.

Компонентный состав судовых топлив (ТУ 38.401-58-302–2001), соответствующих международному стандарту ISO 8217, получают из продуктов переработки нефти. Топлива не должны содержать неорганические кислоты, продукты нефтехимических производств, дополнительные компоненты или механические отходы, к-рые представляют опасность для эксплуатации судов, вредны для персонала или увеличивают загрязнение окружающей среды. Для улучшения эксплуатационных свойств топлива разрешается использование присадок, допущенных к применению в установленном порядке.

Компонентный состав судовых высоковязких топлив (ТУ 38.1011314–2001). Получают компаундированием остатков прямой перегонки и деструктивных процессов с добавлением среднедистиллятных фракций. С учетом специфики применения в нем ограничено содержание ванадия.

КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ СУДОВЫХ ВЫСОКОВЯЗКИХ ТОПЛИВ – см. *Компонентный состав остаточных топлив.*

КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ СУДОВЫХ ТОПЛИВ – см. *Компонентный состав остаточных топлив.*

КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ТОПОЧНЫХ МАЗУТОВ – см. *Компонентный состав остаточных топлив.*

КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ФЛОТСКИХ МАЗУТОВ – см. *Компонентный состав остаточных топлив.*

КОМПРЕССИЯ ГАЗОВ – см. *Газофракционирование.*

КОМПРЕССОРНЫЕ МАСЛА предназначены для смазывания подвижных узлов компрессоров. В зависимости от областей применения и предъявляемых требований К.м. разделяют на классы:

- *масла для турбокомпрессоров,*
- *масла для поршневых и ротационных компрессоров,*
- *масла для холодильных компрессоров.*

КОНДЕНСАЦИЯ ГАЗОВ – см. *Газофракционирование.*

КОНДИЦИОННЫЙ НЕФТЕПРОДУКТ – нефтепродукт, удовлетворяющий требованиям технического регламента, стандарта, технических условий и договора на поставку.

КОНСЕРВАЦИОННОЕ МАСЛО (К-17, Маякор, Кормин, НГ-203, РОСОЙЛ-700, РОСОЙЛ-710) – *средство временной противокоррозионной защиты* на основе минерального или синтетического масла (ГОСТ 9.103 ЕСЗКС).

К.м. содержат значительное количество *маслорастворимых ингибиторов коррозии*, в качестве к-рых используют нитрованные и сульфированные *нефтяные масла*, *амины* различного строения, окисленные нефтепродукты, высокомолекулярные фосфаты, их соли, алкенил- и алкилсукцинимиды, соли алкенилянтарной кислоты и др.

К.м. предназначены для наружной и внутренней консервации металлоизделий на время хранения и/или транспортирования в различных климатических условиях. К.м. используют для межоперационной защиты деталей и узлов и консервации готовых изделий на заводах автомобильной, авиационной, станкостроительной отраслях промышленности и сельскохозяйственного машиностроения. Наносят К.м. на наружные поверхности изделий погружением, распылением или кистью. При нанесении К.м. на внутренние поверхности изделий их заливают в соответствующие полости, емкости, картеры с последующим проворачиванием движущихся частей, а также прокачивают масла через консервируемые системы, после чего К.м., как правило, сливают. Перед введением в эксплуатацию техники К.м. следует удалить.

КОНСЕРВАЦИОННОЕ СВОЙСТВО НЕФТЕПРОДУКТА – эксплуатационное свойство, характеризующее способность нефтепродукта предохранять поверхность материалов от воздействия коррозионных агентов. Может носить избирательный характер в зависимости от природы материалов и коррозионных агентов. Определяется путем оценки защитной способности нефтепродукта в различных агрессивных средах.

КОНСЕРВАЦИОННО-РАБОЧИЙ ГОРЮЧЕ-СМАЗОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ – см. *Классификация горюче-смазочных материалов по их защитным свойствам.*

КОНСЕРВАЦИОННЫЕ ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ применяют для длительной и надежной защиты от коррозии металлических изделий (пушечная, защитная УНЗ, вазелин технический для резиновой промышленности, ВТВ-1, ВНИИСТ-2, ПП-95/5, антикоррозионная АК, ЗЭС, АМС-3, МС-70, КВ-3/10Э, кремнийорганическая паста КПД). Наи-

более широко применяют смазку пушечную. Менее распространены смазка ПП-95/5 и защитная электросетевая смазка ЗЭС. Смазки остальных марок вырабатывают в небольшом количестве. Иногда для защиты от коррозии металлических изделий наряду с консервационными можно применять многие антифрикционные смазки. В качестве консервационных смазочных материалов целесообразно использовать нерастворимые в воде, химически- и коллоидно-стабильные антифрикционные смазки с низкой испаряемостью, имеющие в связи с этим хорошие защитные свойства. Из таких антифрикционных смазок можно назвать солидол С, Литол-24; для консервации механизмов, работающих при низких т-рах, можно применять смазку МС-70, а для приборов – смазки ОКБ-122-7 или ГОИ-54. В условиях возможного контакта с морской водой для консервации широко используют смазки АМС.

В качестве консервационных смазок общего назначения применяют также вазелины: технический, медицинский (ГОСТ 3582), ветеринарный (ГОСТ 13037) и конденсаторный (ГОСТ 5774).

КОНСЕРВАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА – см. *Защитные свойства средства временной противокоррозионной защиты.*

КОНСЕРВАЦИОННЫЕ (защитные от коррозии) СВОЙСТВА ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК – способность смазок предохранять от коррозии металлические поверхности при действии на них коррозионной среды: воды, агрессивных газов и т.п. Однако основной задачей таких смазок является защита узлов трения и др. металлических изделий от атмосферной коррозии, к-рая представляет собой электрохимический процесс.

Защитные свойства важны не только для консервационных смазок, но и для других смазок, особенно, работающих длительное время без замены в условиях тропического климата, повышенной влажности и т.п. Для предотвращения коррозии металлов, вызываемой влажной средой, морской водой и т.п. в смазки вводят *ингибиторы коррозии*, препятствующие протеканию электрохимических процессов на поверхности металла.

Повышение защитных свойств пластичных смазок достигается введением в них *ингибиторов атмосферной коррозии*, к-рые разделяют на три основные группы: *водорастворимые ингибиторы атмосферной коррозии, водомаслорастворимые ингибиторы атмосферной коррозии* и *маслорастворимые ингибиторы атмосферной коррозии*. В смазках используют в основном водомаслорастворимые и маслорастворимые ингибиторы коррозии: сульфонаты металлов, смесь алкенилянтарных кислот, алкенилсукцинимид мочевины и др.

Защитные от коррозии свойства смазок оценивают по ГОСТ 9.054, к-рый распространяется не только на смазки, но и на другие консервационные материалы – масла, нефтяные ингибированные тонкопленочные покрытия, применяемые для консервации изделий с целью защиты от атмосферной коррозии. Он устанавливает пять методов испытаний:

1-й – при повышенных значениях относительной влажности и т-ры воздуха, без конденсации, с периодической или постоянной конденсацией влаги;

2-й – при повышенных значениях относительной влажности и т-ры воздуха и воздействии сернистого ангидрида с периодической конденсацией влаги;

3-й – при воздействии соляного тумана;

4-й – при постоянном погружении в электролит;

5-й – при воздействии бромистоводородной кислоты.

Последний метод испытаний применяют только при оценке защитных свойств масел. Для оценки защитных свойств смазок в зависимости от целей и условий испытаний, размещения защищаемых изделий используют первые четыре метода или их комплекс. Так, для оценки эффективности смазок, предназначенных для консервации изделий, хранящихся на открытых площадках, под навесом и в закрытом не отапливаемом помещении, в сельской местности применяют первый, в промышленной зоне – первый и второй, а при воздействии морской атмосферы – первые четыре метода. При хранении изделий в помещениях с регулируемыми параметрами достаточно провести испытания по первому методу без конденсации влаги. Защитные свойства смазок оценивают по времени появления коррозионного очага.

Метод оценки защитных свойств смазок «Динакорротест», также используемый в лабораторной практике, предусматривает количественное определение агрессивного действия коррозионной среды (воды) на подшипниковые узлы, защищенные смазкой. Защитные свойства смазки с помощью метода «Динакорротест» оценивают по значению скорости коррозии в А/см^2 или мм/год (А/см^2=10 мм/год), измеряемой с помощью метода поляризационного сопротивления в интервале частот вращения подшипников 0-2500 мин$^{-1}$. Этот метод внесен в КМКО консервационных смазок. КМКО также предусмотрено использование многоэлементного датчика, представляющего собой блок (d=25 мм) из оргстекла, в к-рый вмонтировано 200 однородных элементов (игл) диаметром 0,8 мм из стали, меди и т.д. Рабочую поверхность

датчика, образованную материалом блока и торцами элементов, после соответствующей подготовки покрывают тонким слоем смазки и помещают в раствор электролита (напр. морской воды). При помощи омметра, включенного в цепь, определяют число элементов, над торцами к-рых слой смазки имеет дефекты. Затем датчик с испытуемой смазкой помещают в любую коррозионную камеру и по окончании испытаний подсчитывают число прокорродированных торцов элементов и вычисляют коэффициент поражения, по к-рому оценивают защитную эффективность смазки.

В США существует несколько стандартизованных методов оценки консервационной способности смазок. К ним относятся ASTM D 1748, FT MS 5310, 5329, к-рыми предусмотрено наблюдение за изменением внешнего вида покрытых тонким слоем смазки пластинок из малоуглеродистой стали в камере влажности при 50°С. Испытание продолжают в течение времени, предусмотренного в спецификации на покрытие. После окончания испытания консервационное покрытие смывают петролейным эфиром. Покрытие считается выдержавшим испытание, если на поверхности пластинки отсутствуют точки коррозии диаметром более 1 мм, а число точек меньшего размера не более трех.

Близкий к упомянутым стандартам является британский метод BS 1133, регламентирующий циклическое изменение т-ры от 42 до 48°С в камере влажности. **По методу FTMS 4001** наблюдают за внешним видом покрытых тонким слоем смазки стальных пластинок в камере солевого тумана, а **метод IP 153** предусматривает использование камеры, заполненной парами воды и SO_2. При этом определяют потерю массы стальной пластины, покрытой смазкой и выдержанной в камере 168 ч при 30-35°С.

В качестве объекта исследований кроме пластинок используют подшипники, заполненные и покрытые смазкой. К такому методу относится **стандарт ASTM D 1743**, предусматривающий наблюдение за изменением внешнего вида деталей роликового подшипника после его погружения в воду и выдержки при 52°С и 100%-ной влажности в течение 480 ч.

По методикам IP 220, DIN 51802 и другим консервационная способность смазок оценивается в динамических условиях в подшипниках качения, работающих в условиях попадания воды в смазку. Для этого используется стенд ЭМКОР.

КОНСЕРВАЦИОННЫЙ ГОРЮЧЕ-СМАЗОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ – см. *Классификация горюче-смазочных материалов по их защитным свойствам.*

КОНСЕРВАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ – см. *Классификация горюче-смазочных материалов по их защитным свойствам.*

КОНСЕРВАЦИЯ (*Ндп.* Временная противокоррозионная защита) – осуществление временной противокоррозионной защиты металлов и изделий по установленной технологии (ГОСТ 9.103 ЕСЗКС). Общие требования к К. металлоизделий в промышленности изложены в ГОСТ 9.014 ЕСЗКС.

К. включает подготовку поверхности, применение (нанесение) *средств временной противокоррозионной защиты* и упаковывание.

Подготовка поверхности при К. представляет собой комплекс операций по удалению *продуктов коррозии* и загрязнений с поверхности металлов и изделий перед применением средств временной противокоррозионной защиты (ГОСТ 9.103 ЕСЗКС). Средства и методы подготовки поверхности выбирают в зависимости от конструктивных особенностей изделия, характера загрязнений и применяемого метода К. Обработка металлической поверхности для удаления жировых загрязнений называется обезжириванием (ГОСТ 9.008). С этой целью используют водно-щелочные растворы и эмульсии, органические горючие и негорючие *растворители*. Поверхности изделий после очистки от загрязнений должны быть, как правило, высушены и, при необходимости подвергнуты *пассивированию*.

Упаковывание предназначено для ограничения или предотвращения воздействия климатических факторов (доступ воздуха, воды, водяного пара, агрессивных газов, пыли), сохранения применяемых средств временной противокоррозионной защиты, напр. предохранение от загрязнений, механических повреждений, создание среды при методах К. с применением *летучих ингибиторов коррозии* и статического осушения воздухом.

В зависимости от применяемого технологического процесса и требований, предъявляемых к изделию, в процессе К. могут быть исключены одна или две из указанных стадий или стадии могут быть совмещены. Напр., если защита может быть обеспечена только упаковыванием (применением специальной тары, упаковочных материалов), то применение средств временной противокоррозионной защиты исключается; если при изготовлении изделия требуется обеспечение определенной чистоты поверхности, то исключается обезжиривание и т.п. Время между стадиями К. ограничено и не должно превышать 2 ч, чтобы на изделии не возникла коррозия. К. проводят в специально оборудованных помещениях или участках, защищенных от про-

никания агрессивных газов и пыли, позволяющих соблюдать установленную технологию и требования безопасности. Т-ра воздуха в помещении должна быть не ниже 15°С, относительная влажность воздуха – не более 70%. Изделия, подвергаемые К., должны иметь т-ру воздуха помещения.

КОНСТРУКЦИОННАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ НЕФТЕПРОДУКТА – эксплуатационное свойство, характеризующее воздействие нефтепродукта на конструкционные материалы (различные металлы, резиновые и полимерные уплотнения, шланги гидравлических систем и т.д.).

КОНТАКТНАЯ ДООЧИСТКА МАСЕЛ – завершающий процесс производства базовых масел, предназначенный для улучшения цвета и повышения стабильности их качества при хранении, а также для отгонки остатков растворителей и продуктов разложения, образовавшихся на предыдущих стадиях переработки. Процесс основан на способности тонкодисперсных природных адсорбентов (отбеливающих земель, отбеливающих глин) удалять (предпочтительно адсорбировать) из масла полярные соединения, к числу к-рых относятся полициклические ароматические углеводороды и смолистые соединения.

Сырье – депарафинированные масла.

Целевой продукт – доочищенные базовые масла, **побочный продукт** – отгон (смесь легких фракций, продуктов разложения и т.п.). **Отходы** процесса – отработанная отбеливающая земля, содержащая адсорбированные компоненты и пропитанная маслом.

Адсорбенты – природные алюмосиликаты, для повышения эффективности процесса могут активироваться.

Технологическая схема. Установка состоит из двух секций – контактирования (смеситель, трубчатая печь, отпарная колонна) и фильтрования (дисковые и рамные фильтры).

Параметры процесса: расход адсорбента 3-10% на сырье процесса; т-ра очистки 110-180°С. В настоящее время большинство установок используются только в режиме отгонки (осушки масел от воды, оставшейся в них после депарафинизации), подача отбеливающей земли (при условии ее осуществления) не превышает 1-2%.

Процесс морально устаревший, на большинстве современных маслоблоках заменен на гидродоочистку (см. *Гидродоочистка масляных фракций*).

КОНТАКТНАЯ КОРРОЗИЯ – *электрохимическая коррозия*, вызванная контактом металлов, имеющих разные стационарные потенциалы в данном электролите (ГОСТ 5272).

КОНТАКТНЫЙ ИНГИБИТОР КОРРОЗИИ – ингибитор, действие к-рого проявляется при искусственном (непосредственном) нанесении его на поверхность металла (ГОСТ 5272).

К.и.к. применяют как самостоятельное *средство временной противокоррозионной защиты* для защиты от коррозии изделий простой конфигурации, не имеющих щелей, зазоров, на поверхность к-рых нанесение ингибитора не представляет трудностей. К.и.к в отличие от *летучих ингибиторов коррозии* не требуют хорошо герметизированной упаковки, так как летучесть их ничтожна и нет опасности удаления их с поверхности изделий и из упаковочного пространства путем самопроизвольного испарения. Изделия, законсервированные К.и.к., упаковывают только для предотвращения механического удаления ингибитора в процессе хранения и транспортирования.

К.и.к. является также важным компонентом многих средств противокоррозионной защиты (масел, смазок, лакокрасочных материалов, ингибированных полимерных и нефтяных составов, эмульсий).

В качестве К.и.к. используют водорастворимые, водомаслорастворимые и маслорастворимые неорганические и органические соединения.

КОНТРОЛИРУЮЩИЙ ПРОЦЕСС – процесс, кинетика к-рого определяет скорость коррозии (ГОСТ 5272).

КОНТРОЛЬ ИСПАРЕНИЙ – показатель экологических свойств системы «автомобиль–топливо». Определяется по массе паров бензина, выделяемых в атмосферу закрытого помещения при регламентированных программой условиях испытаний.

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ (контроль точности результатов испытаний) – процедуры системы обеспечения качества испытаний в испытательной лаборатории, заключающиеся в контроле двух видов: внутреннем (внутрилабораторном) и внешнем. Оба вида контроля осуществляют для оценки показателей качества результатов и обеспечения их точности и достоверности при испытании рабочих проб в испытательной лаборатории. При контроле используют его нормативы для сопоставления фактической точности результатов испытаний с требуемой. *Внутрилабораторный контроль точности результатов испытаний* (ВЛК) осуществляется по процедурам, регламентированным в ГОСТ Р ИСО 5725, для установления точности метода $\Delta_л$ в условиях работы данной лаборатории, определения систематической погрешности лаборатории $\Theta_л$ и предела внутрилабораторной прецизионности $R_л$. ВЛК организуется и проводится под руководством лиц, ответственных за качество испытаний. Внешний контроль проводят: для проверки нали-

чия условий, гарантирующих достижение и поддержание высокого качества испытаний, и выполнения требований, предъявляемых к испытательным лабораториям в соответствии с ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025; при разногласиях в оценке качества продукции между испытательной лабораторией и грузополучателем (клиентом); для выявления причин значительного различия между результатами испытаний одной и той же пробы, полученными разными методами; при проверке органами по аккредитации, органами государственного контроля и т.д.

Внешний контроль организуется и проводится Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (аккредитующим органом). Один из методов внешнего контроля – проверка работы лаборатории в условиях *межлабораторных сравнительных испытаний* (МСИ). Результаты участия лаборатории в МСИ учитывают при проведении аккредитации и инспекционного контроля ИЛ.

КОНТРОЛЬНАЯ ПРОБА (проба для испытаний) – проба нефти или нефтепродукта, отобранная в месте передачи партии продукции, согласованном между поставщиком и получателем, и подлежащая испытанию с учетом ГОСТ Р 8.580.

КОНТРОЛЬ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ВРЕМЕННОЙ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ при *консервации* изделий осуществляют на всех стадиях технологического процесса консервации с соблюдением требований ГОСТ 9.014. Методы контроля, периодичность испытаний, объем выборки и состав контролируемых показателей устанавливают в конструкторской документации на изделие и/или в технологической документации в зависимости от варианта *временной противокоррозионной защиты* и *нормативной документации* на конкретное *средство временной противокоррозионной защиты*.

КОНЦЕНТРАЦИЯ АДСОРБЦИОННЫХ СМОЛ В ДИЗЕЛЬНОМ ТОПЛИВЕ – см. *Содержание адсорбционных смол*.

КОРДИТ – см. *Двухосновное твердое ракетное топливо (коллоидное)*.

КОРРОЗИОЛОГИЯ – наука о *коррозии* и *противокоррозионной защите*. Понятие введено Новаковским В.М. в 1993 г. Работы в области К. аналогично *трибологии* и *химмотологии* направлены на продление срока службы, увеличение ресурса, повышение надежности и долговечности всех типов металлоизделий, на решение важнейших экологических и экономических задач.

КОРРОЗИОННАЯ АГРЕССИВНОСТЬ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА – физико-химическое свойство, характеризующее следующие эксплуатационные свойства: *совместимость с конструкционными материалами*; *защитную способность дизельного топлива*; противоизносные свойства. К.а.д.т. зависит от содержания общей и меркаптановой серы, сероводорода (см. *Содержание серы в дизельном топливе*), а также от *содержания водорастворимых кислот* и *щелочей в дизельном топливе*.

КОРРОЗИОННАЯ АГРЕССИВНОСТЬ НЕФТЕПРОДУКТА – см. *Коррозионное свойство нефтепродукта*.

КОРРОЗИОННАЯ АГРЕССИВНОСТЬ СОТС В ОТНОШЕНИИ ЧЕРНЫХ И ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ (эмульсии и растворы) определяется по ГОСТ 6243, п. 2 капельным методом или методом контактных пар. Капельный метод заключается в нанесении исследуемой жидкости (5 капель) на металлическую пластинку и выдерживании последней на рассеянном свете в течение 4 ч при т-ре 20±5°С в помещении с нормальной влажностью при отсутствии паров кислот и агрессивных газов или в эксикаторе, соединенном с атмосферой. Затем визуально определяют состояние поверхности металла в местах нанесения капель. Жидкость считается коррозионно-агрессивной если две или более капель вызвали потемнение металла.

Метод контактных пар заключается в нанесении исследуемой жидкости на чугунную стружку (две порции), размещенную на поверхности стальной пластинки, к-рую затем помещают в герметически закрытый сосуд и выдерживают при т-ре 20±5°С при относительной влажности 95-97% в течение времени, установленного НТД на СОТС. По истечении указанного времени тщательно осматривают поверхность стружки и пластинки. Жидкость считается выдержавшей испытания при отсутствии сплошной или точечной коррозии на стружке и пластинке. Если на стружке или пластинке имеется 3-4 точки коррозии, то испытание повторяют. Если при повторном испытании обнаруживается коррозия – жидкость считается коррозионно-агрессивной.

КОРРОЗИОННАЯ АКТИВНОСТЬ АВИАЦИОННЫХ МАСЕЛ И ЖИДКОСТЕЙ ДЛЯ АВИАЦИОННЫХ ГИДРОСИСТЕМ – см. *Термоокислительная стабильность и коррозионная активность авиационных масел и жидкостей для авиационных гидросистем*.

КОРРОЗИОННАЯ АКТИВНОСТЬ РЕАКТИВНОГО ТОПЛИВА – показатель, определение к-рого входит в КМКО. Оценивается в условиях конденсации воды по методу ГОСТ 18597 и при повышенных т-рах по методу ГОСТ 18598 и методу ВНИИ НП.

По методу ГОСТ 18597 К.а.р.т. оценивается по потере массы пластинок из стали Ст.3 и бронзы ВБ-23НЦ после их выдерживания при 98°С в насыщенном водой топливе в течение 4 ч в условиях конденсации воды на пластинках. Показате-

лем коррозионной активности служит отношение потери массы пластинок к площади их поверхности.

По методу ГОСТ 18598 коррозионная активность оценивается по изменению массы пластинок из электролитической меди и бронзы марки ВБ-23НЦ, а также по массе отложений, образовавшихся на поверхности пластинок после их выдерживания в топливе при 120°С в течение 5-ти этапов по 5 ч каждый. Перед очередным этапом топливо заменяют свежим, не удаляя выпавший осадок. По завершении последнего этапа пластинки вынимают из реакционного сосуда, промывают изооктаном, сушат при 100°С, охлаждают до комнатной т-ры и взвешивают. Затем образовавшиеся на пластинках отложения удаляют 30%-ным раствором серной кислоты и вновь взвешивают. К.а.р.т. определяют по отнесенным к площади поверхности пластинок массы образовавшихся отложений и потери массы пластинок.

По методу ВНИИ НП коррозионная активность топлива оценивают по изменению массы пластинки из медной электролитической фольги размером 50х150 мм (ГОСТ 14958), находящейся в стакане с топливом в бомбе в течение 4 ч (два этапа по 2 ч каждый) при 150°С. После первого этапа топливо заменяют на свежее. Всего в термостате размещается четыре бомбы. После второго этапа испытаний пластинку из каждого стакана отмывают от топлива петролейным эфиром или изооктаном, затем помещают на фильтровальную бумагу и при помощи ватного тампона снимают отложения с ее поверхности. Для полного удаления продуктов коррозии пластинки обрабатывают 30%-ным раствором серной кислоты. Коррозионную активность оценивают по уменьшению массы пластинки, отнесенному к площади ее поверхности.

КОРРОЗИОННАЯ АКТИВНОСТЬ НЕФТЕПРОДУКТА – см. *Коррозионное свойство нефтепродукта*.

КОРРОЗИОННАЯ АКТИВНОСТЬ ПРИБОРНЫХ МАСЕЛ ПО ОТНОШЕНИЮ К МЕТАЛЛАМ. Коррозионное воздействие приборных масел на металлы определяют двумя методами.

1. По ГОСТ 2917. Сущность метода заключается в выдержке в течение установленного времени пластинок из конструкционных металлов с размерами: длина 75 мм, ширина 12,5 мм и толщина 1,5-3 мм в приборном масле при максимальной рабочей т-ре в замкнутом объеме в течение 24-100 ч. После испытания визуально фиксируют изменение внешнего вида пластинок, характеризующее коррозионнное воздействие масла. По этому ГОСТ оценивают только одно масло МП-720А.

2. Весовым методом (изложен в Комплексе методов квалификационной оценки приборных масел), к-рый заключается в выдерживании металлических пластинок в приборном масле при т-ре 100, 150°С и определении изменения массы пластинок. Пластинки имеют размеры 10х20х2 мм. Замеряют площадь пластинок штангенциркулем, пластинки взвешивают до и после испытания на аналитических весах с погрешностью до ±0,0002 г. Продолжительность испытания 24-100 ч. Коррозионную активность масла, K, вычисляют по формуле:

$$K=(m_1-m_2)/S,$$

где m_1 и m_2 – массы пластинок до и после испытания соответственно, мг; S – площадь пластинки, см^2.

Разность между массами пластинок до и после испытания, не превышающая 0,0004 г, что соответствует коррозионной активности 0,1 мг/см^2, характеризует отсутствие коррозии.

КОРРОЗИОННАЯ АКТИВНОСТЬ СМАЗКИ – см. *Коррозионное воздействие смазки на металлы*. Для предотвращения коррозии металлов в смазки вводят антикоррозионные присадки (не допускают химического воздействия коррозионно-агрессивных компонентов смазки на металл).

Для защиты черных металлов от химической коррозии используют сульфонаты щелочных или щелочноземельных металлов, ранее для этой цели использовали нитрит натрия. Для защиты свинца от действия *аминов* или свободных органических кислот применяют *фосфиты* и *диалкилдитиофосфаты*, для защиты меди и медных сплавов – производные *бензотриазола* и *меркаптобензотриазола*.

КОРРОЗИОННАЯ АКТИВНОСТЬ ЧАСОВЫХ МАСЕЛ И СМАЗОК определяется фиксированием изменения цвета масел или смазок и поверхности металлов при повышенной т-ре в условиях коррозионного воздействия масел или смазок на металлы при их контакте (ГОСТ 7934.5).

Для определения К.а.ч.м.с. применяют металлические стержни цилиндрической формы из латуни и стали. На их поверхности не должно быть следов коррозии, темных или тусклых пятен, разводов. Затем стержни промывают сначала в мыльном растворе, дистиллированной воде и в ацетоне.

В чистую сухую пробирку наливают 5-7 мл масла или расплавленной смазки, в к-рые погружают латунный стержень, а затем на его торцовую поверхность – стальной стержень. Уровень масла или смазки должен быть выше верхней торцовой поверхности стального стержня, в масле не должно быть пузырьков воздуха. Пробирку закрывают пробкой и помещают в сушильный

шкаф, нагретый до 75±2°С на 72 ч. Затем пробирку вынимают, охлаждают до комнатной т-ры и визуально определяют изменение цвета масла.

Масло или смазка считаются выдержавшими испытание при отсутствии позеленения или побурения, а на торцовых поверхностях стержней – при отсутствии зелени, пятен или точек. Допускается потускнение боковой поверхности латунного стержня. Определение повторяют не менее 2 раз. При наличии следов коррозии хотя бы на одном из стержней испытание повторяют.

КОРРОЗИОННАЯ СРЕДА – среда, в к-рой происходит *коррозия металла* (ГОСТ 5272). К.с. может быть газообразной, жидкой (нейтральной, щелочной, кислой) и твердой. Характеристика К.с. (т-ра, давление, влажность, pH, наличие агрессивных компонентов и микроорганизмов, скорость движения К.с., суммарная продолжительность пребывания на поверхности металла пленки влаги) оказывает существенное влияние на протекание *коррозионных процессов* и, как следствие, на интенсивность коррозионного разрушения металла.

Присутствие влаги в К.с. значительно стимулирует развитие коррозионного процесса. При относительной влажности воздуха ниже критической (70%) скорость *атмосферной коррозии* невелика. В присутствии продуктов коррозии, солей или механических частиц критическая влажность снижается до 50-60%. При относительной влажности выше критической коррозия металлов протекает уже с заметной скоростью, так как на металле образуется фазовый слой воды.

Скорость коррозии существенно зависит от т-ры. Для *электрохимической коррозии* с кислородной деполяризацией, заключающейся в ионизации кислорода на катоде (по такому механизму корродируют металлы в водных средах, влажной атмосфере, почве), в средах с нейтральным значением pH зависимость скорости коррозии от т-ры носит сложный характер. Это связано с тем, что при повышении т-ры уменьшается растворимость кислорода. В открытых аэрируемых системах скорость коррозии возрастает при повышении т-ры до определенного значения, а затем уменьшается из-за резкого снижения концентрации кислорода. В закрытой системе, когда кислород не может выделиться, скорость коррозии растет с повышением т-ры.

Для характеристики агрессивности атмосферы важным фактором является продолжительность пребывания пленки влаги на поверхности металла, к-рая зависит от влажности и т-ры воздуха. С одной стороны, чем выше т-ра воздуха, тем больше влаги конденсируется на поверхности металла, и тем интенсивнее протекает коррозия. С другой стороны, образовавшиеся на металле влажные пленки высыхают быстрее и продолжительность их взаимодействия с металлом сокращается. Однако высокие т-ры, сочетающиеся с длительным пребыванием металла в контакте с электролитом, что наблюдается во влажном тропическом климате, способствуют увеличению скорости коррозии. Если в атмосфере, содержащей диоксид серы, хлорид натрия или другие соли, создаются условия многократной конденсации влаги и высыхания образовавшейся пленки, то это приводит также к резкому увеличению скорости коррозии.

Значительное увеличение скорости атмосферной коррозии многих металлов, наблюдаемое в промышленных и приморских районах, связано с содержанием в воздухе большого количества диоксида серы и хлорида натрия, участвующих помимо кислорода в катодных и анодных процессах электрохимической коррозии, ускоряя ее.

Агрессивные свойства К.с. при добыче нефти и газа обусловлены наличием в них минерализованной воды, а также сероводорода и оксида углерода. Минерализованная вода является источником хлористого водорода, к-рый появляется в результате гидролиза хлоридов кальция и магния, присутствующих в пластовых водах. Диоксид углерода, присутствующий в некоторых природных газах, растворяясь в конденсирующейся на поверхности трубопроводов и оборудовании воде, вызывает сильную коррозию. Углекислотная коррозия характеризуется обычно язвенными разрушениями. Растворимость сероводорода в воде очень высока и превышает растворимость таких коррозионно-агрессивных газов, как кислород и диоксид углерода. Коррозионные разрушения оборудования и трубопроводов под воздействием сероводородсодержащих К.с., обусловленные интенсивным протеканием электрохимических процессов, проявляются в виде каверн, свищей, уменьшения толщины труб. Помимо общей коррозии происходит также изменение пластических свойств металла из-за наводороживания (проникание в присутствии H_2S в металл атомарного водорода), что приводит к сероводородному коррозионному растрескиванию нефтяного и газового оборудования и трубопроводов.

В минерализованных средах скорость коррозии растет с увеличением скорости движения среды из-за более интенсивного проникновения кислорода к металлической поверхности. В пресной воде зависимость скорости коррозии от скорости движения среды носит экстремальный характер: при относительно невысоких скоростях движения среды (до 0,4 м/с) коррозия увеличивается из-за облегчения диффузии кисло-

рода, при росте скорости движения среды (0,8-0,9 м/с) скорость коррозии снижается, так как на металлической поверхности образуется пассивная пленка. Эта пленка разрушается при дальнейшем увеличении скорости движения среды и скорость коррозии возрастает.

Повышение давления приводит к ускорению процессов электрохимической коррозии, так как при этом увеличивается растворимость деполяризаторов (кислорода, сероводорода и др.) коррозионного процесса в К.с.

В нейтральной К. с. скорость коррозии слабо зависит от изменения pH, однако при подкислении среды (уменьшении pH) скорость коррозии возрастает, а при увеличении pH – уменьшается.

Наличие в К.с. микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности приводит к существенным коррозионным разрушениям.

КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ – способность металла или сплава сопротивляться коррозионному воздействию среды (ГОСТ 5272). Определяется качественно и количественно (*скоростью коррозии* в данных условиях, группой или баллом стойкости по принятой шкале). К.с. можно оценить изменением массы металла в результате *коррозии*, отнесенным к единице поверхности и единице времени; объемом выделившегося в процессе коррозии водорода (или поглощенного кислорода), отнесенным к единице поверхности и единице времени; уменьшением толщины металла вследствие коррозии, выраженным в линейных единицах и отнесенным к единице времени; изменением какого-либо показателя механических свойств за определенное время *коррозионного процесса*, выраженным в процентах, или временем до разрушения образца заданных размеров; изменением отражательной способности поверхности металла за определенное время коррозионного процесса, выраженным в процентах; плотностью тока, отвечающей скорости данного коррозионного процесса; временем до появления первого *коррозионного очага* на образце заданных размеров или числом *коррозионных очагов* на образце по истечении заданного времени. Повышение К.с. достигается легированием и применением *противокоррозионной защиты*, в том числе *защитных покрытий*.

КОРРОЗИОННАЯ УСТАЛОСТЬ – понижение предела усталости металла, возникающее при одновременном воздействии циклических растягивающих напряжений и *коррозионной среды* (ГОСТ 5272).

КОРРОЗИОННАЯ ХРУПКОСТЬ – хрупкость, приобретенная металлом в результате коррозии (ГОСТ 5272).

КОРРОЗИОННАЯ ЯЗВА – местное *коррозионное разрушение*, имеющее вид отдельной раковины (ГОСТ 5272).

КОРРОЗИОННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА МЕДНУЮ ПЛАСТИНКУ – см. *Испытание на медной пластинке*.

КОРРОЗИОННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ СМАЗКИ НА МЕТАЛЛЫ – способность смазки не вызывать коррозию металлов. Определяют по ГОСТ 9.080. Металлические пластинки погружают в смазку, выдерживают в ней при заданной т-ре (70-100°С) определенное время (3-24 ч) и затем осматривают их поверхности, оценивая визуально признаки коррозии. Появление коррозионных пятен и точек на пластинках, значительное их потемнение, а также изменение цвета и внешнего вида смазки в зоне контакта с пластинками свидетельствуют о недостаточной антикоррозионной характеристике смазки.

За рубежом также используются методы оценки коррозионного воздействия смазки на металлы, основанные на визуальном определении изменения внешнего вида пластинок из различных металлов после достаточно длительного контакта со смазкой при обычной или повышенной т-ре. Это стандарты США – ASTM D 130, FTMS 5325, 5304, 5309, Великобритании – IP 112, 154, BS 4351, 4455 и Германии – DIN 5181, предусматривающие оценку коррозионного действия смазок на медные пластинки при 20–100°С в течение 24 ч. Стандарт США FTMS 5325 предусматривает оценку потери массы медной или серебряной пластинок, выдерживаемых в смазке при 230°С в течение 50 ч. По британскому методу BS 1133, Section 6, приложение D 2 оценивают потерю массы свинцовой пластинки при 100°С в течение 4 ч или при 50°С в течение 8 ч. Существуют и другие методы оценки коррозионного воздействия смазок на металлы.

КОРРОЗИОННОЕ РАЗРУШЕНИЕ – см. *Коррозия металлов*.

КОРРОЗИОННОЕ РАСТРЕСКИВАНИЕ – коррозия металла при одновременном воздействии *коррозионной среды* и внешних или внутренних механических напряжений растяжения с образованием транскристаллитных или межкристаллитных трещин (ГОСТ 5272).

КОРРОЗИОННОЕ СВОЙСТВО НЕФТЕПРОДУКТА (ГОСТ 26098) – физико-химическое свойство, определяющее склонность нефтепродукта оказывать корродирующее действие на металлы.

КОРРОЗИОННО-МЕХАНИЧЕСКОЕ ИЗНАШИВАНИЕ – *изнашивание* в результате механического воздействия, сопровождаемого химическим и (или) электрохимическим взаимодействием металла со средой (ISO 4378/2–83).

КОРРОЗИОННО-СТОЙКИЙ МАТЕРИАЛ – металлические и неметаллические материалы, не разрушающиеся в результате *коррозии* под действием агрессивных агентов (кислот, щелочей, солей, кислорода, озона, влаги), способствующих развитию *коррозионного процесса*.

КОРРОЗИОННОСТЬ НЕФТЕПРОДУКТА – см. *Коррозионное свойство нефтепродукта*.

КОРРОЗИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ – испытания в *коррозионных средах*, для определения *коррозионной стойкости* металла и (или) *защитных покрытий* (ГОСТ 5272).

Существуют следующие виды К.и.: **лабораторные**, проводимые в искусственных условиях; **полевые** – в природных условиях (атмосфере, море, почве и т.п.); **эксплуатационные** – в эксплуатационных условиях, когда коррозионной средой является рабочая среда; **ускоренные** – в условиях, близких к эксплуатационным, но дающие результаты в более короткий срок. При К.и. применяют плоские образцы (пластины), детали или сборочные единицы (узлы), макеты изделий или конструкций, изделия. Оценку результатов испытаний проводят в соответствии с видом коррозии и выбранными критериями, напр. по изменению внешнего вида поверхности образца или покрытия, массы, размеров, структуры и других физических свойств образца, глубине очагов коррозии и изменению состава коррозионной среды.

Общие требования к проведению К.и. металлов, сплавов и средств противокоррозионной защиты устанавливает ГОСТ 9.905 ЕСЗКС.

КОРРОЗИОННЫЕ ПОТЕРИ – количество металла, превращенного в продукты коррозии за определенное время (ГОСТ 5272). К.п. вычисляют по формуле:

$$\Delta m=(m_0-m_1)/S,$$

где Δm – коррозионные потери образца, г/м² (мг/см²); m_0 – масса образца до испытаний, г (мг); m_1 – масса образца после удаления продуктов коррозии, г (мг); S – площадь поверхности образца до испытаний, м² (см²).

Определение изменения массы образца является простым и наиболее надежным способом оценки *коррозионной стойкости* металлов и *защитных свойств средств временной противокоррозионной защиты*. Этот метод используют, когда коррозия носит более или менее равномерный характер, напр. в атмосферных условиях, в кислотах. При определении К.п. необходимо тщательно удалять продукты коррозии механическим способом – щеткой или шпателем. Если продукты коррозии механически удаляются с трудом, то используют электролиты, растворяющие продукты коррозии, но не реагирующие с металлом. В **табл. К-33** приведены составы электролитов, чаще всего применяемые для удаления продуктов *атмосферной коррозии* при коррозионных испытаниях. Перед удалением продуктов коррозии с помощью электролита, следует убедиться, что в нем не растворяется испытуемый металл или сплав. Для этого проводят контрольный опыт. Если в выбранном электролите потеря массы образца не превышает 3-5% от общих потерь от коррозии, то его можно использовать.

К-33. Реактивы для снятия продуктов коррозии

Металл, сплав	Состав раствора	Режим обработки	
		т-ра, °С	время, мин
Сталь, чугун	5%-ный раствор гидроксида натрия с гранулированным цинком или стружкой	80-90	10-15
Медь и медные сплавы	5%-ный раствор серной кислоты	10-20	2-5
Алюминий и алюминиевые сплавы	5%-ный раствор азотной кислоты	15-20	2-5
Цинк и цинковые сплавы	10%-ный раствор хлорида аммония	70	2-5
Кадмий и кадмиевые сплавы	10%-ный раствор хлорида аммония	70	2-5
Магний и магниевые сплавы	20%-ный раствор оксида хрома (VI) + 1%-ный раствор нитрата серебра	100	1
Олово и оловянные сплавы	5%-ный раствор соляной кислоты	20	2
Никель и никелевые сплавы	10-18%-ный раствор серной кислоты	18-20	2-3
Свинец и свинцовые сплавы	Насыщенный раствор ацетата аммония	20	2-3

КОРРОЗИОННЫЙ ОЧАГ – участок поверхности металла, на к-ром сосредоточен *коррозионный процесс* (ГОСТ 5272).

КОРРОЗИОННЫЙ ПРОЦЕСС – см. *Коррозия металлов*.

КОРРОЗИОННЫЙ ТОК – скорость электрохимической коррозии, выраженная величиной электрического тока (ГОСТ 5272).

КОРРОЗИЯ – самопроизвольное разрушение твердых тел, вызванное химическими и электрохимическими процессами, развивающимися на поверхности тела при его взаимодействии с внешней средой. Особенный ущерб народному хозяйству наносит *коррозия металлов*. *Коррозионному разрушению* подвергаются также бетон, строительный камень, дерево, некоторые пластмассы и другие материалы.

КОРРОЗИЯ БЛУЖДАЮЩИМ ТОКОМ – *электрохимическая коррозия* металла под воздействием блуждающего тока (ГОСТ 5272).

КОРРОЗИЯ ВНЕШНИМ ТОКОМ – *электрохимическая коррозия* металла под воздействием тока от внешнего источника (ГОСТ 5272).

КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ – физико-химическое или химическое взаимодействие между металлом и средой, приводящее к ухудшению функциональных свойств металла, среды или включающей их технической системы (ISO 8044:1999). Согласно ГОСТ 5272 под К.м. понимается «разрушение металлов вследствие химического или электрохимического взаимодействия их с *коррозионной средой*». Следует отметить, что в определении, приведенном в ГОСТ 5272, не в полной мере отражены процессы и последствия, к-рые происходят или могут произойти при К.м. Определение термина К.м., регламентированное ISO 8044:1999, учитывает все аспекты коррозионного процесса и в настоящее время является наиболее полным и верным.

Для процесса коррозии следует применять термин «*коррозионный процесс*», а для результата процесса – «*коррозионное разрушение*» (ГОСТ 5272). Под металлом следует понимать объект коррозии, к-рым может быть металл или металлический сплав.

Коррозионный процесс является гетерогенным, протекает на границе раздела «металл–коррозионная среда» и имеет сложный механизм. К.м. сопровождается окислением атомов металла, к-рые переходят через границу раздела во внешнюю среду, взаимодействуют с ее компонентами и образуют *продукты коррозии*.

Причина К.м. – термодинамическая неустойчивость металла. Процесс К.м. протекает самопроизвольно, сопровождается уменьшением термодинамического потенциала и приводит к получению продуктов более устойчивых, чем металл в исходном состоянии.

По характеру взаимодействия металла со средой различают два типа К.м.: *электрохимическую коррозию* и *химическую коррозию*.

В зависимости от характеристики коррозионной среды и условий протекания коррозионного процесса встречаются следующие виды К.м.:

- *атмосферная коррозия;*
- *газовая коррозия;*
- *подземная;*
- *подводная;*
- *контактная коррозия;*
- *коррозия при полном погружении;*
- *коррозия при неполном погружении;*
- *коррозия при попеременном погружении;*
- *коррозия по ватерлинии;*
- *коррозия под воздействием тока;*
- *биокоррозия;*
- *щелевая коррозия;*
- *коррозия под напряжением;*
- *коррозия при трении;*
- *фреттинг-коррозия.*

При К.м. в жидкой среде различают коррозию при воздействии нейтральных, щелочных и кислых электролитов и коррозию в неполярных и малополярных средах (углеводородах).

По виду коррозионных поражений различают *сплошную, местную* и *структурную коррозии*.

Бывают случаи, когда один из видов К.м. является превалирующим. Напр. кислотная К.м. является основной при нанесении на металл гальванических покрытий из «кислых» электролитов, при хранении и перевозке кислот и т.д. Однако в большинстве случаев металлоизделия подвергаются одновременному и (или) последовательному воздействию многих видов К.м., т.е. так называемой смешанной К.м. Так, внутренние поверхности трубопроводов, взаимодействующие со средой «нефть–газ–электролит», подвергаются химической и электрохимической коррозиям, приводящим к различным видам коррозионного разрушения (язвы, каверны, свищи), коррозионной хрупкости и коррозионному растрескиванию. Наружные поверхности трубопроводов, могут подвергаться атмосферной (наземные трассы), подземной коррозии; коррозии под воздействием блуждающих токов, биокоррозии, коррозии под напряжением, под воздействием вибрации, усталостных нагрузок и пр. Отдельные узлы и детали автомобилей, сельскохозяйственной, строительной и военной техники, двигатели внутреннего сгорания, станки и механизмы, другие металлоизделия во время изготовления, транспортирования, хранения, периодической или постоянной эксплуатации подвергаются практически всем видам коррозии.

Ущерб, наносимый коррозией, состоит не только в *коррозионных потерях*, но главное, в ухудшении функциональных свойств (потребительской стоимости) металлоизделия, в снижении надежности, ресурса металлоизделия и системы в целом. Потери от коррозии условно делятся на прямые (потеря до 10% ежегодно выплавляемого черного металла) и косвенные, во много раз превышающие прямые потери. Коррозия может быть уменьшена или практически устранена применением *коррозионностойких материалов* и *противокоррозионной защиты* на всех этапах изготовления, хранения, транспортирования и эксплуатации металлоизделий, машин, механизмов, стационарных сооружений и других объектов, находящихся в контакте с коррозионной средой.

КОРРОЗИЯ ПО ВАТЕРЛИНИИ – *коррозия металла* вблизи ватерлинии при неполном погружении его в жидкую *коррозионную среду* (ГОСТ 5272).

КОРРОЗИЯ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ – *коррозия металла* при одновременном воздействии *коррозионной среды* и постоянных или переменных меха-

нических напряжений: постоянных растягивающих (*коррозионное растрескивание*) и циклических растягивающих (*коррозионная усталость*).

КОРРОЗИЯ ПРИ НЕПОЛНОМ ПОГРУЖЕНИИ – *коррозия металла*, частично погруженного в жидкую *коррозионную среду* (ГОСТ 5272).

КОРРОЗИЯ ПРИ ПЕРЕМЕННОМ ПОГРУЖЕНИИ – *коррозия металла* при переменном погружении его целиком или частично в жидкую *коррозионную среду* (ГОСТ 5272).

КОРРОЗИЯ ПРИ ПОЛНОМ ПОГРУЖЕНИИ – *коррозия металла* полностью погруженного в жидкую *коррозионную среду* (ГОСТ 5272).

КОРРОЗИЯ ПРИ ТРЕНИИ – разрушение металла, вызываемое одновременным воздействием *коррозионной среды* и трения (ГОСТ 5272).

КОТЕЛЬНОЕ ТОПЛИВО – см. *Остаточное топливо*.

КОЭФФИЦИЕНТ ФИЛЬТРУЕМОСТИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА характеризует *чистоту дизельного топлива*. К.ф.д.т. определяется по ГОСТ 19006 как отношение времени пропускания через фильтр из бумаги БФДТ при атмосферном давлении десятой порции фильтруемого топлива к первой (т.е. изменение пропускной способности фильтра).

На фильтруемость топлива влияет наличие воды, механических примесей, смолистых веществ, мыл нафтеновых кислот. Поверхностно-активные вещества в топливе – мыла нафтеновых кислот и смолистые соединения усугубляют отрицательное воздействие эмульсионной воды на фильтруемость топлив. Достаточно (15-20)·10^{-4}% мыл нафтеновых кислот, образующихся при защелачивании топлив, чтобы коэффициент повысился с 2 до 5. К.ф.д.т., отгружаемого с предприятий, находится в пределах 1,5-2,5. Норма по ГОСТ 305 – не более 3.

КРАЕВОЙ УГОЛ СМАЧИВАНИЯ – угол, образуемый касательной к поверхности жидкости с поверхностью твердой фазы. Определяется непосредственно по профилю капли жидкости, нанесенной на пластинку из ламината, стали или другого материала. Измерение проводятся с помощью микроскопа посредством лимба и шкалы транспортира.

КРАЕВОЙ УГОЛ СМАЧИВАНИЯ ЧАСОВЫХ МАСЕЛ – характеристика контактного взаимодействия масла с твердой смазываемой поверхностью. Определяется по ГОСТ 7934.2. Сущность метода заключается в измерении с помощью микроскопа краевого угла смачивания капель масла.

На зеркальную поверхность концевой меры или рубиновой пластинки наносят шесть капель испытуемого масла. Капли располагают на средней части поверхности пластинки в одну линию вдоль их длинной грани на равном расстоянии одной от другой. После выдержки пластинки с каплями в стеклянной чашке с крышкой в течение 15 мин измеряют краевые углы смачивания. Для этого пластинку с каплями размещают под микроскопом так, чтобы совместить основание капли с осью штриховой сетки угломерной окулярной головки микроскопа. Край капли подводят под скрещивание двух взаимно перпендикулярных осей микроскопа. Затем на угловой шкале отмечают начальное положение оси. С помощью винта поворота угловой шкалы поворачивают оси до тех пор, пока вертикальная ось не займет положение касательной к капле масла. Новое положение оси отмечают по угловой шкале.

За краевой угол смачивания масел принимают разность между двумя положениями угловой шкалы микроскопа, выраженную в градусах. Определять краевой угол смачивания допускается при т-ре в помещении не выше +25°С.

За результат испытания принимают среднее арифметическое значение краевого угла смачивания шести капель масла.

Проводят два параллельных определения, допускаемые расхождения между к-рыми не должны превышать 12% от среднего значения краевого угла смачивания масла.

КРАСИТЕЛИ ДЛЯ ТОПЛИВ – вещества, вводимые в топливо при необходимости пометить его по тем или иным причинам. Напр. красителями маркировали этилированные автомобильные бензины. Сейчас в некоторых штатах США вводят синий краситель в дизельное топливо, содержащее более 0,05% серы. Некоторые нефтяные компании используют красители для того, чтобы особо выделить топлива собственного производства. Рабочие концентрации красителей составляют тысячные доли процента. В таких концентрациях они практически не влияют на эксплуатационные свойства топлив и не выступают фотохимическими сенсибилизаторами их окисления. На практике используют товарные жирорастворимые антрахиноновые или диазо красители отечественного и импортного производства.

КРЕЙЦКОПФНЫЕ ДИЗЕЛИ – двигатели, в к-рых поршень передает механическую работу через шток крейцкопфному механизму.

КРЕКИНГ – снижение молекулярной массы углеводородных составляющих исходного сырья путем разрыва связей внутри молекул углеводородов (ISO 1998). Цель – получение более легких компонентов, к-рые можно удалить из полученного в результате продукта.

КРЕКИНГ КАТАЛИТИЧЕСКИЙ – термокаталитическая переработка высококипящего нефтяного сырья с целью получения продуктов меньшей молекулярной массы – компонентов высокооктановых бензинов, легкого газойля, углеводород-

ных газов C_3, C_4 и др. Внедрению К.к. способствовало создание эффективного с большим сроком службы катализатора на основе алюмосиликатов (Э.Гудри, 1936 г.). К.к. – один из важнейших процессов, обеспечивающих глубокую переработку нефти.

Физико-химические основы процесса. К.к. проводят в прямоточных реакторах с восходящим потоком микросферического катализатора (лифт-реакторах) или в реакторах с нисходящим компактным слоем шарикового катализатора. Отработанный катализатор непрерывно выводят из реакторов и подвергают регенерации путем выжига кокса в отдельном аппарате. Типичные для обеих модификаций процесса рабочие параметры: т-ра соответственно в реакторе и регенераторе 450-520°С и 650-750°С; давление – до 0,4 МПа; время контакта углеводородного сырья с микросферическим катализатором – около 3 с, объемная скорость подачи сырья для К.к. с шариковым катализатором – 1-3 $ч^{-1}$; массовое соотношение катализатор:сырье или кратность циркуляции катализатора – от 3:1 до 8:1, расход катализатора – 0,3-0,4 кг/т сырья.

При К.к. происходят следующие основные реакции: разрыв связей С-С, так называемое перераспределение водорода (гидрирование и дегидрирование), деалкилирование, дегидроциклизация, полимеризация, конденсация. Соотношение скоростей этих реакций зависит от состава сырья, типа катализатора и условий проведения процесса. Механизм большинства реакций наиболее удовлетворительно объясняется в рамках карбкатионной теории, согласно к-рой активными промежуточными частицами являются карбкатионы. Они образуются при гетеролитическом разрыве связей в молекуле углеводорода под воздействием катализатора или при присоединении к углеводороду электрондефицитных кислотных групп катализатора. Карбкатион, образующийся при взаимодействии углеводорода с кислотными центрами катализатора, претерпевает быстрые дальнейшие превращения, подвергаясь β-отщеплению с разрывом связи С-С, изомеризации, перераспределению водорода (Н-переносу), элиминированию протона, циклизации, алкилированию, полимеризации. Последовательное превращение карбкатиона продолжается до достижения наиболее стабильной структуры. Высокой стабильностью обладают карбкатионы с зарядом у третичного атома углерода, с аллильной и ароматической структурой. Стабильность карбкатионов определяет степень их участия в дальнейших реакциях. Напр. высокая стабильность третичных карбениевых ионов обусловливает высокий выход изопарафиновых углеводородов. Реакция перераспределения водорода наряду с расщеплением и изомеризацией в значительной мере определяет качество продуктов крекинга.

При К.к. парафиновых углеводородов образуются, в основном, парафины и олефины меньшей молекулярной массы, причем содержание последних увеличивается с повышением молекулярной массы сырья. Высокомолекулярные парафиновые углеводороды расщепляются легче, чем низкомолекулярные. Крекинг парафиновых углеводородов нормального строения сопровождается вторичными реакциями, приводящими к образованию ароматических структур и кокса, и обычно происходит труднее и менее глубоко, чем расщепление изоалканов. Нафтеновые углеводороды с длинными алкильными цепями при К.к. превращаются в алкилнафтеновые или алкилароматические углеводороды со сравнительно короткими боковыми цепями. Крекинг ароматических углеводородов (преимущественно алкилароматических) сопровождается их деалкилированием и переалкилированием, а также конденсацией. При деалкилировании образуются парафиновые, олефиновые и алкилароматические углеводороды меньшей молекулярной массы. Реакционная способность ароматических углеводородов возрастает с увеличением их молекулярной массы. Конденсация ароматических углеводородов друг с другом или с непредельными соединениями приводит к образованию полициклических структур, что способствует отложению кокса на поверхности катализатора.

Наряду с упомянутыми происходят следующие важные вторичные реакции: изомеризация, полимеризация, циклизация и другие с участием олефиновых углеводородов, образующихся при крекинге сырья; алкилирование ароматических углеводородов, приводящее к более тяжелым продуктам, к-рые способны алкилироваться дальше или конденсироваться с образованием кокса и т.д. Поскольку отложению кокса на поверхности катализатора способствуют все вторичные реакции, интенсивность их оценивается соотношением выходов бензина и кокса. Чем выше это соотношение, тем селективнее процесс.

Тепловые эффекты указанных реакций различаются по величине и знаку. В большинстве случаев реакции эндотермичны, но некоторые (перераспределение водорода, полимеризация, циклизация, конденсация и т.д.) протекают с экзотермическим эффектом. Интенсивность протекания тех или других реакций определяет результирующий эндотермический тепловой эффект крекинга, к-рый может изменяться от 100 до 400 кДж/кг сырья.

Коксообразование – одна из основных причин дезактивации катализатора. Образующийся при К.к. нефтяных фракций в результате различных реакций кокс обычно подразделяют на «каталитический», «дегидрогенизационный», «хемосорбционный» и «десорбируемый». Соотношение их в суммарном коксе определяется многими факторами, но в среднем находится в пределах 45-65, 15-30, 10-20 и 5-10% отн. соответственно. Являясь нежелательным продуктом К.к., кокс тем не менее в определенных количествах необходим для поддержания теплового баланса в системе, так как его окисление в регенераторе протекает с выделением теплоты. При регенерации катализатора имеют место следующие реакции окисления компонентов кокса с выделением теплоты, МДж/кг:

$C+0{,}5O_2 \rightarrow CO$ +10,269÷10,314;
$C+O_2 \rightarrow CO_2$ +33,927÷34,069;
$CO+0{,}5O_2 \rightarrow CO_2$ +23,658÷23,755;
$H_2+0{,}5O_2 \rightarrow H_2O$ +1210,043÷1210,252;
$S+O_2 \rightarrow SO_2$ +9,132÷9,222.

Теплота, выделяющаяся при регенерации катализатора, компенсирует поглощение энергии в процессе крекинга в случае соответствующего подбора циркуляции катализатора и т-ры предварительного подогрева сырья.

Исходное сырье и продукция. В качестве сырья процесса К.к. в течение многих десятилетий традиционно использовали вакуумный дистиллят 350-500°С. В ряде случаев в сырье вовлекаются газойлевые фракции термодеструктивных процессов, гидрокрекинга, рафинаты процессов деасфальтизации мазутов и гудронов, полупродукты масляного производства и др. В последние годы в мировой нефтепереработке наблюдается тенденция к непрерывному утяжелению сырья. На современных зарубежных установках перешли к переработке глубоковакуумных газойлей с т-рой КК 540-620°С (в отечественной нефтепереработке – с т-рой КК до 560°С). Кроме того, за рубежом на специально спроектированных установках К.к. подвергают остаточное сырье: мазуты и даже гудроны или их смеси с дистиллятным сырьем без или после предварительного облагораживания гидроочисткой, деасфальтизацией или деметаллизацией.

По фракционному составу к сырью процесса предъявляются следующие требования:

• практически полное отсутствие бензинолигроиновых фракций, поскольку в условиях крекинга они претерпевают незначительные превращения, нерационально загружают реакционный аппарат и понижают октановое число бензина;

• ограниченное (до 10%) содержание фракций, выкипающих до 350°С;

• ограниченная т-ра КК (500-620°С), что обусловливается концентрированием в высококипящих фракциях коксогенных компонентов сырья (смол и асфальтенов) и гетероорганических соединений и металлов.

Наилучшее для К.к. по выходу целевых продуктов (бензина и сжиженных газов) – сырье с преобладанием парафиновых и нафтеновых углеводородов. Полициклические ароматические углеводороды и смолы сырья в условиях крекинга дают мало бензина и много тяжелых фракций и кокса. Косвенной характеристикой склонности сырья к коксообразованию является коксуемость: чем она выше, тем больше кокса образуется при крекинге. Высокий выход кокса может привести к перегрузке регенератора и снижению производительности установки.

К компонентам, дезактивирующим катализатор, относятся азотистые (в особенности азотистые основания) и сернистые соединения, а также тяжелые металлы.

Обычно в сырье К.к. ограничивают содержание сернокислотных смол на уровне 8-10% об., коксуемость не более 0,3-0,5% масс. Если регенератор имеет запас мощности по массе сжигаемого кокса, то может быть использовано сырье с коксуемостью до 2-3%. На установках, предназначенных для крекинга мазута и имеющих специальные системы для отвода тепла из регенератора, допускается коксуемость сырья до 5%.

Металлы, сернистые и азотистые соединения, содержащиеся в сырье, преимущественно влияют на активность и селективность применяемых катализаторов. Во всех случаях рост содержания металлов выше 1-2 мг/кг приводит к ухудшению показателей крекинга, если не используются специально разработанные катализаторы и приемы осуществления процесса. В последнем случае максимально допустимое содержание металлов в сырье крекинга не более 10 мг/кг.

Сера в сырье крекинга не только отрицательно воздействует на катализатор, но и частично (до 40-60% отн.) переходит в продукты, существенно ухудшая их качество. Среднее распределение серы в продуктах, % отн. в расчете на серу в сырье крекинга: сероводород – 20-50, бензин – 2-5, фр. 195°С-КК – 30-60, кокс – 5-10.

В типовой проект отечественных установок К.к. вакуумных дистиллятов (Г-43-107, КТ-1) заложены требования к сырью процесса по содержанию серы (не более 0,3% масс.) и коксуемости (не более 0,2% масс.). Соблюдение этих требований достигается за счет использования предварительной гидроочистки или легкого гидрокрекинга сырья. К сырью гидрогенизационных процессов, по сравнению с К.к., не предъявляется

столь жестких ограничений по коксуемости, поскольку скорости коксообразования в этих процессах несопоставимы. Однако по содержанию металлов к сырью обоих процессов предъявляются практически одинаковые ограничения, поскольку металлы сырья необратимо дезактивируют как металлические, так и кислотные центры катализаторов. Использование гидрогенизационного облагораживания сырья К.к. обеспечивает получение компонента автобензина, содержащего не более 0,05-0,10% масс. серы.

К некаталитическим процессам подготовки сырья к К.к. (а также гидрокрекингу) не предъявляются ограничения по содержанию металлов, что позволяет значительно расширить ресурсы за счет вовлечения остаточных видов сырья. Но они характеризуются повышенными капитальными и эксплуатационными затратами, из-за чего сдерживается их широкое применение в современной нефтепереработке. Из внедренных в промышленном масштабе методов некаталитической подготовки остаточных видов сырья следует отметить процессы сольвентной и термоадсорбционной деасфальтизации и деметаллизации.

Основные целевые продукты К.к.: бензин (фр. C_5–195°С средний выход порядка 48% в расчете на сырье; при отборе бензина с т-рой КК 210°С выход составляет более 50%), газообразные углеводороды (C_3, C_4 – 18%), легкий газойль (фр. 195-350°С – 18%), тяжелый газойль (фр. >350°С – 9%). Побочные продукты: сухой газ – 3% и кокс – 4%. Бензиновую фракцию (ОЧи=91÷94) используют как компонент товарных бензинов, углеводороды C_3, C_4 – в качестве сырья для последующего производства высокооктановых компонентов бензина изомерного строения (алкилата и метил-*трет*-бутилового эфира), а также сырья нефтехимического производства, легкий газойль – как компонент дизельного топлива или сырье для получения специальных топлив, тяжелый газойль – как компонент топочного мазута или сырье процесса коксования.

При работе по нефтехимическому варианту газойли разделяют на фракции 195-270°С, 270-420°С и остаток >420°С. Легкий газойль (195-270°С) применяют как флотоагент, тяжелый газойль (270-420°С) – как сырье для производства технического углерода, остаток >420°С – как компонент котельного топлива или сырья для получения высококачественного кокса. Сухой газ применяют как топливо, кокс сжигают в регенераторе.

К.к. – один из основных поставщиков газообразных углеводородов, в том числе пропилена для нефтехимии. Учитывая возросший спрос на пропилен фирмой Thai Petrochemical Industries (TPI) разработан процесс *глубокого каталитического крекинга*, направленный на максимальное производство легких олефиновых углеводородов.

Катализатор К.к. – один из главных составляющих процесса, от к-рого зависит эффективность последнего. Первыми катализаторами К.к. были кислые глины (монмориллониты); на смену им пришли синтетические аморфные алюмосиликаты, а с начала 70-х гг XX века – кристаллические алюмосиликаты или цеолитсодержащие катализаторы. Современные катализаторы крекинга представляют собой сложные системы, содержащие 10-25% масс. цеолита Y в H-(декатионированной) или РЗЭ-(редкоземельной) форме, равномерно распределенного в матрице, и сформованные в виде микросфер со средним размером частиц 60-65 мкм или шариков диаметром 3-4 мм.

Применение шариковых катализаторов сокращается вследствие преимущественного развития систем К.к. с циркулирующим микросферическим катализатором.

Аморфная матрица выполняет функции как носителя – поверхности, на к-рой затем диспергируют основной активный компонент – цеолит и вспомогательные добавки, так и слабого кислотного катализатора предварительного (первичного) крекирования высокомолекулярного сырья. В качестве материала матрицы применяют синтетический аморфный алюмосиликат, природные глины с низкой пористостью и смесь синтетического аморфного алюмосиликата с глиной (полусинтетическая матрица). Аморфная матрица обеспечивает оптимальный предел активности, стабилизирующее действие на цеолит, оптимальную пористую структуру для диффузии реакционной смеси при крекинге и регенерации, отвод теплоты от цеолитного компонента, необходимую форму, размеры и прочность частиц. Цеолиты, используемые в составе катализаторов, придают им высокую активность и селективность, способствуют повышению стабильности, особенно в условиях высокотемпературного воздействия пара и воздуха при регенерации, придают необходимые размеры входным окнам во внутренние полости, что способствует более эффективному использованию всей пористой активной поверхности катализатора. Термическая стабильность цеолитов возрастает с введением в них катионов щелочно-земельных и, особенно редкоземельных металлов. Применение последних улучшает регенерацию вследствие катализирующего действия ионов редкоземельных элементов на горение кокса.

Важный этап в области дальнейшего совершенствования катализаторов крекинга – создание ультрастабильных цеолитов типа Y с повышенным соотношением Si/Al, способствующим повышению ОЧ бензина и стабильности катали-

затора. В последние годы для повышения ОЧ бензина и выхода сжиженных нефтяных газов в катализатор также вводят цеолит типа ZSM-5 (5-10% масс.).

Вспомогательные добавки улучшают или придают некоторые специфические физико-химические и механические свойства цеолитсодержащих алюмосиликатных катализаторов крекинга. Они способствуют дожигу оксида углерода до диоксида в регенераторе, связыванию сернистых соединений оксида и диоксида серы в регенераторе, повышению ОЧ бензина и стойкости при переработке сырья с высоким содержанием тяжелых металлов. Для повышения эффективности К.к. созданы также пассиваторы на основе Sb, позволяющие снизить дезактивирующее действие металлов (Ni, V) на катализатор.

При эксплуатации катализатора на современных установках К.к., особенно с системой лифт-реактора, его важной характеристикой является насыпная масса, прочность и гранулометрический состав. Кроме того, катализатор должен характеризоваться высокой активностью по выходу бензина (C_5–195°С – не ниже 50% масс.) с ОЧм=82÷84 и ОЧи=92÷94, высокой селективностью по выходу изобутана и изобутилена, высокой стабильностью по отношению к металлам и сниженными показателями по коксообразованию.

Ведущие фирмы-производители катализаторов крекинга – Grace, Engelgardt, Mobil, Filtrol, Akzo, Crossfield, Catalystics. Значительные производители катализаторов в настоящее время – Китай и Япония. Среди отечественных катализаторов крекинга наибольшее распространение получили системы КМРЦ, Микроцеокар-8, Микроцеокар-5. Разработана и внедрена в производство новая серия катализаторов ЛЮКС на основе ультрастабильного цеолита Y. Катализаторы серии ЛЮКС характеризуются повышенной активностью, термостабильностью, улучшенными механическими свойствами и обеспечивают увеличение октанового числа бензиновой фракции.

За рубежом проведен ряд работ по созданию новых видов катализаторов, снижающих коксообразование (Low Coke фирмы Akzo Chemie), а также катализаторов, стойких к отравлению тяжелыми металлами. С 1982 г. на ряде установок США используются металлостойкие катализаторы фирмы Catalystics, особенностью к-рых является наличие специальных добавок – «ловушек» металлов. Это позволяет перерабатывать тяжелые остатки, содержащие до 20 тыс.мг/кг тяжелых металлов. Использование обычных катализаторов для переработки такого сырья требует увеличения в 3 раза частоты добавки свежего катализатора в систему.

Технологические параметры. Количество и качество продуктов крекинга зависят от характера сырья, типа катализатора и технологического режима процесса. Результаты К.к. определяются глубиной превращения (конверсии) сырья, выходом целевых продуктов и их качеством. Под глубиной превращения сырья принято считать суммарный выход бензина, газообразных углеводородов и кокса, к-рый достигает на современных установках К.к. 70-80% масс.

На глубину К.к., кроме типа катализатора и качества сырья, влияют следующие факторы: массовая скорость подачи сырья (или время реагирования сырья с катализатором), массовое соотношение катализатора и сырья (или кратность циркуляции катализатора), т-ра крекинга и парциальное давление паров сырья в зоне реакции. В свою очередь на промышленных установках эти параметры связаны прежде всего с производительностью по сырью и т-рой его предварительного подогрева, т-рой регенерации и расходом водяного пара, подаваемого на смешение с сырьем. Поскольку на промышленных установках превалирует прямоточная схема подачи сырья в лифт-реактор, где происходит его контакт с катализатором, массовая скорость подачи сырья (отношение массы сырья, подаваемого в реактор за 1 ч., к массе катализатора в зоне крекинга, $м^3/(м^3 \cdot ч)$ или $ч^{-1}$) в этом случае является условной из-за неточности определения массы катализатора в зоне реакции. Физический смысл имеет время контакта катализатора с сырьем, к-рое определяется временем прохождения сырья и катализатора от начала лифт-реактора до выхода продуктов реакции из отстойной зоны реактора.

Изменение времени контакта сырья с катализатором сказывается на степени его превращения и выходов продуктов крекинга. С увеличением времени контакта катализатора с сырьем выход бензина проходит через максимум, а конверсия сырья, содержание кокса, металлов и азота на катализаторе возрастают. При этом с ростом т-ры реакции максимальный выход бензина сдвигается в область меньших значений времени контакта сырья с катализатором.

Для лифт-реакторов легко регулируемым параметром является т-ра крекинга, повышение к-рой способствует возрастанию глубины конверсии сырья, постепенному уменьшению выхода бензина (вследствие глубокого разложения ранее образовавшихся углеводородов), соответственно увеличению выхода газа C_1-C_4, усилению коксообразования (неизменным остается лишь выход циркулирующего газойля), а также увеличению степени ароматизации продуктов К.к., что приводит, в частности, к повышению ОЧ бензина.

Давление в системе «реактор–регенератор» поддерживается практически постоянным для данного типа установок. Повышение давления ухудшает селективность процесса и приводит к росту выхода газа. На первых промышленных установках К.к. давление в реакторе не превышало 0,07 МПа. В дальнейшем с целью интенсификации выжига кокса с поверхности катализатора давление было увеличено до 0,4 МПа. При этом возрастание затрат на сжатие воздуха, подаваемого на регенерацию катализатора, компенсируется использованием энергии отходящих дымовых газов, образующихся при выжиге кокса, напр. установкой турбины для привода воздушного компрессора. Поскольку с увеличением давления коксообразование значительно возрастает, выход кокса стремятся уменьшить разбавлением сырья водяным паром, что особенно важно при переработке тяжелого нефтяного сырья.

Один из основных параметров К.к. – кратность циркуляции катализатора. Изменяя кратность, можно регулировать т-ру в реакторе, а также длительность пребывания катализатора в реакционном объеме и степень закоксованности катализатора, отводимого из реактора. При прочих равных условиях с увеличением кратности катализатора глубина крекинга увеличивается, и закоксованность катализатора уменьшается, хотя общий выход кокса от сырья возрастает. Это объясняется тем, что образующееся количество кокса приходится на большее количество циркулирующего катализатора. Регулирование кратностью циркуляции катализатора позволяет поддерживать тепловой баланс процесса, стабилизировать работу установки крекинга и обеспечивать необходимые технико-экономические показатели. Рост кратности циркуляции аналогичен снижению массовой скорости подачи сырья.

Варьирование рабочих условий К.к. заметно изменяет не только выход, но и качество продуктов: изменяются такие показатели как плотность, т-ра застывания легкого и тяжелого газойлей, ОЧ бензина.

В процессе К.к. производится рециркуляция непревращенной части сырья в смеси со свежим сырьем с целью увеличения конверсии сырья, а также возврата катализатора, вынесенного с парами продуктов из реактора – катализаторного шлама. С переходом на цеолитсодержащие катализаторы резко повысилась глубина конверсии за проход, в связи с чем необходимость рециркуляции газойлей снизилась (с 30% на алюмосиликатном до 10-15% на цеолитсодержащем катализаторе). На современных установках К.к. на цеолитсодержащих катализаторах рециркуляцию тяжелого газойля осуществляют с целью возврата катализаторного шлама, регулирования теплового режима реакторного блока, улучшения качества тяжелых фракций (270-420°С). Катализаторный шлам вместе с частью тяжелого газойля рекомендуется возвращать на крекинг не с сырьем, а по отдельной линии в верхнюю часть реактора или зоны десорбции, так как полициклические углеводороды из тяжелого газойля резко снижают активность катализатора. Имеются даже разновидности процессов («двухступенчатый крекинг»), в к-рых крекинг рециркулята проводится в отдельном реакторе.

Р е г е н е р а ц и я. Сущность регенерации заключается в сгорании коксовых отложений при их контактировании с кислородом воздуха при 650-800°С. В результате выделяется значительное количество тепла (25120-31400 кДж/кг кокса), к-рое в основном расходуется на разогрев гранул катализатора и частично выводится с дымовыми газами, во избежание перегрева катализатора и его необратимой дезактивации. Количество кокса на поверхности катализатора при современном крекинге составляет от 0,7-0,9 до 2,0% масс. в зависимости от качества сырья, режима процесса и типа реактора. Во время выжигания кокса образуются газы – оксиды углерода, серы, азота и водяной пар. Углерод кокса сгорает до CO и CO_2, причем их соотношение зависит от химического состава катализатора, реакционной способности кокса, расхода воздуха, т-ры регенерации, конструкции реактора. Повышение т-ры регенерации и концентрации кислорода, введение в состав катализатора промоторов окисления уменьшает образование CO. Наименьшей скоростью окисления среди компонентов кокса обладает сера, поэтому ее содержание в остаточном коксе регенерированного катализатора в 1,2-3 раза больше, чем на закоксованном. Водяной пар, образующийся при регенерации, способствует ускорению процесса регенерации.

На установках с движущимся слоем катализатора регенерацию шарикового катализатора проводят в многосекционном аппарате, снабженном для снятия избытка тепла водяными змеевиками, соединенными с котлом-утилизатором. Регенерацию закоксованного катализатора на установках с микросферическим катализатором осуществляют в аппаратах в псевдоожиженном слое. На установках каталитического крекинга сырья с высокой коксуемостью регенерацию катализатора проводят в двухступенчатых регенераторах, снабженных холодильником для снятия избыточного тепла. Это позволяет раздельно регулировать т-рный режим как в реакторе, так и в регенераторе.

Регенерация микросферического цеолитсодержащего катализатора в псевдоожиженном слое происходит при т-рах до 650°С в начальный

период, при 650-670°С в переходных порах (второй период) и при т-рах выше 670°С во внутридиффузионной области катализатора (выжиг глубинных отложений кокса). Содержание кокса на катализаторе после регенерации должно составлять 0,2-0,3% для аморфного и не более 0,02-0,05% для цеолитсодержащего катализатора.

Промышленные установки имеют однотипную технологическую схему: подогрев сырья в трубчатой печи; смешение нагретого сырья с потоком регенерированного катализатора; собственно К.к. в реакторе; разделение реакционной смеси в ректификационной колонне на целевые продукты; конденсация, охлаждение и вывод продуктов с установки; обработка катализатора водяным паром в десорбере (отпарной секции); выжиг в регенераторе кокса, отложившегося на поверхности катализатора, и возврат его в реактор. Подготовка сырья, газофракционирование и стабилизация бензина могут осуществляться на отдельно стоящих установках в составе НПЗ или входить в комплекс установки. Установки различаются в основном принципом работы и конструктивным оформлением системы «реактор–регенератор».

В отечественной нефтепереработке эксплуатируются установки разных поколений: типа 43–102 с циркулирующим шариковым катализатором и 43–103, 1А/1М, ГК-3, Г-43–107 и КТ-1 – с циркулирующим микросферическим катализатором. Установки К.к. с движущимся слоем шарикового катализатора еще находятся в эксплуатации, но вследствие недостаточной экономической эффективности свое назначение утратили.

Реакторно-регенераторный блок с циркулирующим микросферическим катализатором имеет многочисленные варианты конструктивного оформления:

- параллельное разновысотное расположение реактора и регенератора с напорным транспортом катализатора (установки 1А/1М и Г-43–107, КТ-1);
- параллельное равновысотное расположение реактора и регенератора с транспортом катализатора в U-образных катализаторопроводах по принципу сообщающихся сосудов (установка 43-103);
- соосное расположение реактора и регенератора с напорным транспортом катализатора (установка ГК-3).

Реактор современной конструкции (установки Г-43–107, КТ-1) представляет собой прямоточный лифт-реактор постоянного или переменного сечения, заканчивающийся отбойными пластинами, разделительными циклонами, зоной форсированного кипящего слоя (или же зона кипящего слоя секционирована горизонтальными непровальными решетками).

Применяемые в промышленности регенераторы выполняют с общим псевдоожиженным слоем катализатора, с секционированием регенерационного пространства горизонтальными провальными или беспровальными решетками, вертикальными перегородками.

Все установки последнего поколения (Г-43–107 и КТ-1) базируются на технологии, предусматривающей проведение крекинга в лифт-реакторе на цеолитсодержащем катализаторе. Особенность этой системы – осуществление превращений углеводородов в слое мелких частиц твердого катализатора (основная часть размером 20-160 мкм), энергично и непрерывно перемешиваемых в реакторе восходящим потоком паров сырья и продуктов реакции. Регенерация катализатора проводится в отдельном аппарате – регенераторе также в слое взвешенных частиц катализатора, но в потоке воздуха в смеси с дымовыми газами. Анализ работы установок К.к. показал, что этот процесс в значительной степени протекает в транспортной трубе по тракту от начала контакта катализатора с сырьем до выхода смеси в кипящий слой катализатора в реакторе. Поэтому в промышленной практике все шире применяют К.к. в две ступени: первая – внешний катализаторопровод (лифт-реактор) с восходящим потоком катализатора, к-рый вместе с продуктами крекинга и остатками непрореагировавщего сырья поступает на вторую ступень – в реактор с «кипящим слоем». Самой удачной из действующих российских установок является схема реакторно-регенераторного блока секций К.к. Г-43–107 и КТ-1. Эти установки являются комбинированными. В их состав входят секции каталитического крекинга с вертикальным лифт-реактором. В схему комплекса Г-43–107 включены секции гидроочистки вакуумного газойля, газофракционирование. Этот комплекс полностью входит в состав комбинированной установки КТ-1, куда еще добавляется установка вакуумной перегонки мазута и висбрекинга гудрона.

Аппаратурное оформление реакторно-регенераторного блока установки Г-43–107 представлено на **рис. К-6**. При этом конструктивном варианте крекинг сырья и рециркулята производится в лифт-реакторе совместно и заканчивается в зоне форсированного псевдоожиженного слоя. В случае необходимости реактор может быть выполнен в виде прямоточного лифт-реактора без зоны форсированного псевдоожижения.

Для высокой эффективности регенерации катализатора в регенераторе применено горизонтальное секционирование аппарата двумя провальными решетками. Это способствует повышению эффективности сжигания кокса (удельная интенсивность выжига кокса при 0,24 МПа в регене-

раторе составляет 80 кг на тонну катализатора в час). В реакторе и регенераторе применены две ступени высокоэффективных циклонов со спиральным вводом потока, что обеспечивает высокую степень очистки газов от пыли. В системе «реактор-регенератор» используется промотор дожига CO. Предусмотрено эффективное теплоиспользование для выработки водяного пара и ряд других мероприятий.

В России процесс каталитического крекинга получил меньшее развитие, чем в США и Западной Европе. Основные разработчики технологий и конструкций установок К.к. в кипящем слое, так называемые установки ККФ (FCC – **каталитический крекинг-флюид,** т.е. крекинг в псевдоожиженном слое микросферического катализатора), за рубежом являются фирмы ABB Lummus Global, Shell Global Solution International B.V., UOP LLC, Kellogg Brown & Root, Stone & Webster и др. Возможность использовать К.к. для переработки остатков ограничивается их коксуемостью и содержанием металлов. Поэтому чаще всего используются смеси прямогонных газойлей с мазутом или гидроочищенным мазутом, реже с гудроном после деметаллизации и деасфальтизации или без подготовки с коксуемостью до 8-10% и содержанием суммы ванадия и никеля до 66 мг/кг. Обычно в сырье содержится от 10 до 100% остатков. Доля остаточного сырья, к-рую можно вовлечь в переработку, оценивается с учетом максимально допустимой производительности регенератора по выжигу кокса, т-ре регенерации, необходимости отвода тепла и его количества, производительности воздуходувки и газового компрессора. Переработка смешанного и остаточного сырья на установках ККФ связана с повышенным коксообразованием, что приводит к возрастанию коксовой нагрузки регенератора и

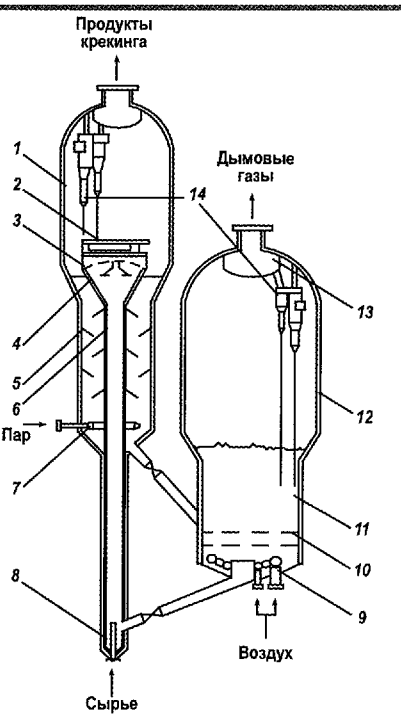


Рис. К-6. Схема реакторно-регенераторного блока установки Г-43-107:

1 – отстойная зона реактора; *2* – зона форсированного псевдоожиженного слоя; *3* – решетка; *4* – переходный конус; *5* – отпарная секция; *6* – лифт-реактор; *7* – коллектор водяного пара; *8* – эжектор; *9* – воздухораспределитель; *10* – горизонтальные секционирующие провальные решетки; *11* – зона псевдоожиженного слоя; *12* – регенератор; *13* – газосборник; *14* – циклоны

повышению т-ры регенерации до 800°C, отравлением катализатора отложениями тяжелых металлов и увеличением его расхода, увеличением газообразования. В процессе применяются специальные термопаростойкие и устойчивые к отравлению металлами катализаторы с пониженным газо- и коксообразованием. Общая характерная особенность этих процессов – применение двухступенчатых регенераторов, в к-рых имеются специальные устройства для отвода тепла. В США, Западной Европе, Японии, Китае накоплен значительный опыт по переработке остаточного сырья на установках ККФ. В этих странах построен ряд специализированных установок, предназначенных исключительно для переработки остаточного сырья.

Широкое развитие получил процесс RCC (Reduced Crude Conversion), предложенный компанией UOP. К числу особенностей процесса относятся: диспергирование сырья с помощью рециркулирующих легких углеводородных газов; подача этих же газов ниже точки ввода сырья (вниз реактора) для регулирования активности катализатора и пассивации отлагающихся на нем металлов; установка на выходе паров из лифт-реактора устройства оригинальной конструкции для быстрого отделения катализатора от потока паров, что предупреждает избыточную деструкцию сырья; наличие двухступенчатого регенератора. Двухступенчатая регенерация катализатора в процессе RCC осуществляется в сравнительно мягких условиях, что обеспечивает длительное сохранение активности катализатора. Для охлаждения катализатора в регенераторе имеется выносной холодильник. Условия осуществления процесса: т-ра крекинга 500-545°C, избыточное давление в системе 0,07-0,21 МПа, т-ра в регенераторе 720-760°C.

Фирмой UOP в сотрудничестве с BARCO разработан также процесс MSCC (Milli-Second Catalytic Cracking – миллисекундный каталитический крекинг) переработки тяжелых дистиллятов и остаточного сырья с ультракоротким временем контакта. Сущность процесса заключается в значительном сокращении времени контакта сырья и катализатора (до 0,1 с вместо характерных для ККФ 4-20 с), что стимулирует протекание первичных реакций крекинга (деструкция исходных углеводородов); при этом незавершенными остаются вторичные реакции. В результате возрастает выход бензинового дистиллята и уменьшается выход газообразных продуктов, но увеличивается образование непредельных соединений. Кроме того, снижается закоксованность катализатора, что позволяет поддерживать высокую активность катализатора. Крекинг осуществляется в горизонтальном патрубке небольшой длины. Нагретое и диспергированное сырье вводят перпендикулярно нисходящему из регенератора потоку катализатора, далее продукты реакции и катализатор направляют в сепаратор с циклонами для быстрого разделения. Сочетание факторов быстрого разделения катализатора и паров с небольшим объемом реакционной зоны обеспечивает сокращение нежелательных вторичных реакций.

КРЕКИНГ КАТАЛИТИЧЕСКИЙ ГЛУБОКИЙ – более жесткая форма *каталитического крекинга*, направленная на увеличение производства легких олефинов, в основном пропилена и изобутилена. Бензин с установки К.к.г. характеризуется высоким ОЧ – 93 (ОЧи+ОЧм)/2 и высоким содержанием бензольно-толуольно-ксилольной фракции (БТК), т.е. пригоден для экстракции. Для улучшения стабильности может быть проведена его селективная гидроочистка. В середине 1997 г. компанией Thai Petrochemical Industries (TPI) был сдан в эксплуатацию первый комплекс К.к.г. В процессе используются различные типы тяжелого сырья, такие как вакуумный газойль, гидроочищенный вакуумный газойль, деасфальтизат, парафино-масляное сырье, газойли с установки коксования и атмосферный остаток. В настоящее время установка компании TPI работает, используя более 30% масс. мазута в составе сырья.

Катализаторы процесса обладают высокой активностью матрицы для первичного крекинга тяжелых углеводородов, модифицированной мезопористым цеолитом со структурой пентансила для вторичного крекинга бензина, высокой активностью в отношении селективной изомеризации и низким переносом водорода. Используемый цеолит семейства пентансила – ZSM-5 с устьем пор 5,1–5,6 Å (0,51–0,56 нм). В такие мелкие поры могут проникнуть только молекулы бензина и подвергнуться каталитическому крекингу с образованием олефинов C_3 и C_4. Катализаторы имеют высокую стойкость к металлам, необходимую для переработки остатков.

Существует два режима работы К.к.г. (**табл. К-34**), направленные на максимальное производство пропилена (очень жесткий режим работы – тип I) и изоолефина (менее жесткий режим работы – тип II). В обоих вариантах получение легких олефиновых углеводородов происходит за счет вторичной реакции крекинга бензина. В зависимости от заданного ассортимента продуктов доля бензина может быть увеличена при сохранении высоких выходов C_3 и C_4.

К-34. Режимы процесса глубокого каталитического крекинга вакуумного газойля

Показатели	Тип I	Тип II
Температура в реакторе, °С	530-575	505-555
Катализатор/сырье (масса/масса)	8/15	7/12
Степень разбавления сырья водяным паром, % масс.	20-30	10-15
Тип реактора	Лифт-реактор и слой катализатора	Лифт-реактор

Режим II более применим в случае переоборудования установки ККФ (каталитический крекинг-флюид – см. *Крекинг каталитический*) в установку глубокого каталитического крекинга. Для строящейся установки. Режим I – наиболее экономически эффективен для производства пропилена. При этом режиме может быть отобран также этилен, содержание к-рого в сухом газе составляет почти 50%. Установка К.к.г. может быть объединена с установкой крекинга с водяным паром для производства как этилена, так и пропилена. В **табл. К-35** приведен ассортимент и выход продуктов процесса.

Технологические схемы К.к.г. и ККФ аналогичны. Используются те же конструкции блоков: реакторно-регенераторного, главной фракционирующей колонны и системы отбора легких фракций.

К-35. Ассортимент и выход продуктов процесса глубокого каталитического крекинга

Материальный баланс, % (масс)	Тип I	Тип II	ККФ
C_1, C_2	11,9	5,6	3,5
C_3, C_4	42,2	34,5	17,6
Бензин	26,6	39,0	54,8
Легкий рецикловый газойль	6,6	9,8	10,2
Тяжелый газойль	6,1	5,8	9,3
Кокс + потери	6,6	5,3	4,6
Выход легких олефинов, % масс.:			
этилен	6,1	2,3	0,8
пропилен	21,0	14,3	4,9
бутилен (в т.ч. изобутилен)	14,3 (5,1)	14,7 (6,1)	8,1
амилен (в т.ч. изомилен)	–	9,8 (6,8)	2,3

Широкое распространение получили конструкции с вводом сырья в основание лифт-реактора, что позволяет использовать тепло более горячего катализатора. Для максимального крекинга легкого бензина в пропилен требуются сопла особой конструкции. Рециркуляцией бензина можно увеличить выход пропилена на 2-3% масс. Рассматривая вариант крекинга с рециркуляцией бензина, следует принять в расчет мощность реактора и секций главной фракционирующей колонны. Возможным решением является установка второго лифт-реактора только для крекинга бензина (или сырья с высоким содержанием бензина). Второй стояк работает при более высоких т-рах; в нем используется более высокое соотношение катализатора к сырью. С учетом низкой конверсии бензина за один проход необходима высокая скорость его рециркуляции. Следовательно, второй стояк должен иметь большой диаметр. При этом возникают дополнительные проблемы, такие как вывод второго стояка в существующий разгрузочный подъемник катализатора, снижение времени пребывания и т-ры в регенераторе, изменение характеристики потока катализатора и пр. Это делает процесс экономически нецелесообразным. Поэтому обычно используется только малая кратность рециркуляции бензина для небольшого увеличения выхода пропилена.

КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИЕ ЖИДКОСТИ (полисилоксаны, полиорганосилоксаны, силиконы, силоксаны) – соединения, содержащие чередующиеся атомы кремния и кислорода; кремний в силиконе связан также с органическими радикалами, с водородом или галогенами. Не содержат функциональных групп. Имеют линейное и разветвленное или циклическое строение, сохраняют текучесть в широком диапазоне температур (от –135 до +250...300°С). По внешнему виду бесцветные, прозрачные маслянистые жидкости различной вязкости. Они мало изменяют вязкость с изменением т-ры, превосходя в этом все известные жидкости; химически инертны, характеризуются высокой термической (до 240-350°С) и термоокислительной (150-300°С) стабильностью, почти не испаряются в течение долгого времени. Поэтому К.ж. довольно широко применяются в качестве основ приборных масел для смазывания узлов трения, работающих при небольших и средних нагрузках в широком интервале температур от –70 до +250°С и выше.

КРИОГЕННОЕ ТОПЛИВО – относится к группе низкокипящих ЖРТ. Некоторые криогенные вещества – газы, переходящие в жидкость при очень низких т-рах (напр. кислород сжижается при т-ре ниже, чем –183°С, а водород – ниже, чем –253°С), представляют собой топлива, характеризующиеся большой теплотворной способностью. Однако криогенные компоненты имеют ряд недостатков, к к-рым относятся крупногабаритность промышленных установок для ожижения газов, длительность заправки ракеты (несколько часов) и необходимость теплоизоляции топливных баков.

КРИОСКОПИЧЕСКИЙ МЕТОД – метод определения молекулярной массы веществ путем оценки изменения т-ры застывания разбавленных растворов этих веществ в эталонных соединениях, напр. бензоле или нафталине.

КРИСТАЛЛИЗАТОР – **1.** Промышленный аппарат для кристаллизации парафинов и церезинов, создания определенной кристаллической структуры сырья в процессах депарафинизации и обезмасливания кристаллизацией путем охлаждения сырья или его растворов. Основное назначение К. – создание за счет охлаждения нужной кристаллической структуры сырья. В скребковом К., представляющем аппарат типа «труба в трубе» во внутреннюю трубу подают сырье. В центре нее расположен вращающийся вал со скребками, плотно прижимаемыми к внутренней поверхности трубы для очистки ее от выделившихся кристаллов парафина. Наружная труба К. служит для подачи хладагента. В зависимости от типа хладагента различают регенеративные (хладагент – раствор депарафинированного масла), аммиачные, пропановые, этиленовые К. Кроме того, применяют К., в к-рых сырье охлаждается холодным растворителем и из него кристаллизуются твердые углеводороды – К. смешения.

2. К. – лабораторный, чаще всего цилиндрический невысокий стеклянный аппарат для охлаждения образцов при проведении анализов.

КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ ДРОБНАЯ – см. *Холодное фракционирование.*

КРИТИЧЕСКАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ МИЦЕЛЛООБРАЗОВАНИЯ (ККМ) – концентрация поверхностно-активных дифильных молекул в жидкой среде, при к-рой в системе образуются в заметных количествах устойчивые *мицеллы*, не имеющие поверхностной активности. При разбавлении раствора мицеллы распадаются, а при увеличении концентрации вновь возникают. Выше ККМ весь избыток дифильных молекул находится в виде мицелл. При ККМ наблюдается резкое отклонение свойств раствора дифильных молекул от идеальности со скачкообразным изменением свойств. На кривых зависимости некоторого свойства от состава (концентрации ПАВ) в точке, соответствующей ККМ, наблюдаются перегибы, экстремумы, изломы и другие особенности.

Величина ККМ зависит от строения дифильной молекулы.

В углеводородной среде при увеличении длины углеводородного радикала дифильной молекулы повышается их растворимость и ККМ возрастает. Разветвленность и циклизация углеводородного радикала также уменьшают склонность к *мицеллообразованию* и увеличивают ККМ.

Вклады полярной группы (A) и алифатического радикала (B) в стандартную энергию Гиббса мицеллообразования можно оценить по уравнению:

$$\ln C_{кк} = A + B \cdot n_c,$$

где B – величина, пропорциональная свободной молярной энергии мицеллообразования, приходящейся на один атом углерода; n_c – число атомов углерода в молекуле.

КУБОВЫЙ НЕФТЯНОЙ КОКС – кокс, получаемый коксованием тяжелых нефтяных остатков.

К.н.к. по своим характеристикам отличается от коксов, полученных на установках замедленного коксования, меньшей массовой долей летучих веществ и крупными размерами частиц. В зависимости от свойств используемого сырья К.н.к. может иметь анизотропную и изотропную структуру и использоваться в производстве высококачественных электродных и конструкционных изделий. Рядовые К.н.к. используются в изготовлении анодов и электродов малого сечения.

Качество К.н.к. определяется по методам испытаний нефтяных коксов (см. *Нефтяной кокс*), кроме показателя «Массовая доля обмасливающего продукта».

КУЛАЧКИ – эксцентрики на распределительном валу, используемые в большинстве ДВС для открывания и закрывания клапанов.

КУСКОВОЙ НЕФТЯНОЙ КОКС (крупный) – надрешеточные фракции 8-250 мм нефтяного кокса, полученного на установке замедленного коксования путем отсева через сито с размером ячеек 8х8 мм (**табл. К-36**).

К-36. Характеристика крупнокускового, мелкого и суммарного коксов для прокаливания

Показатели	Метод испытания	Кокс электродный для алюминиевой промышленности (ТУ 38.301-29-88-97)			Кокс нефтяной непрокаленный мелкий замедленного коксования (ТУ 028-093-0151806-94)
		КЗ суммарный	крупно-кусковой	КЗ (0-25)	
Массовая доля общей влаги, %, не более	ГОСТ 27588	3,0	3,0	3,0	3,0
Выход летучих веществ, %, не более	ГОСТ 22898	11,0	9,5	12,0	11,5
Зольность, %, не более	ГОСТ 22692	0,6	0,6	0,6	0,8
Массовая доля серы, %, не более	ГОСТ 1437	1,8	1,8	1,8	1,8
Содержание кусков, %, размером:	ГОСТ 22898				
менее 8 мм		–	≤10	–	–
более 8 мм		≥45	–	≥15	–
более 250 мм		Отс.	–	Отс.	–

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКОГО РЕЙТИНГА – аккредитованная испытательная лаборатория, регулярно подтверждающая посредством межлабораторных сравнительных испытаний свои измерительные возможности.

ЛАБОРАТОРНАЯ ПРОБА НЕФТЯНОГО КОКСА отбирается и готовится по ГОСТ 16799. Подготовка включает дробление и сокращение пробы механизированным способом (допускается деление вручную) (**рис. Л-1**). Л.п.н.к. имеет массу около 0,5 кг и размер частиц 0-3 мм.

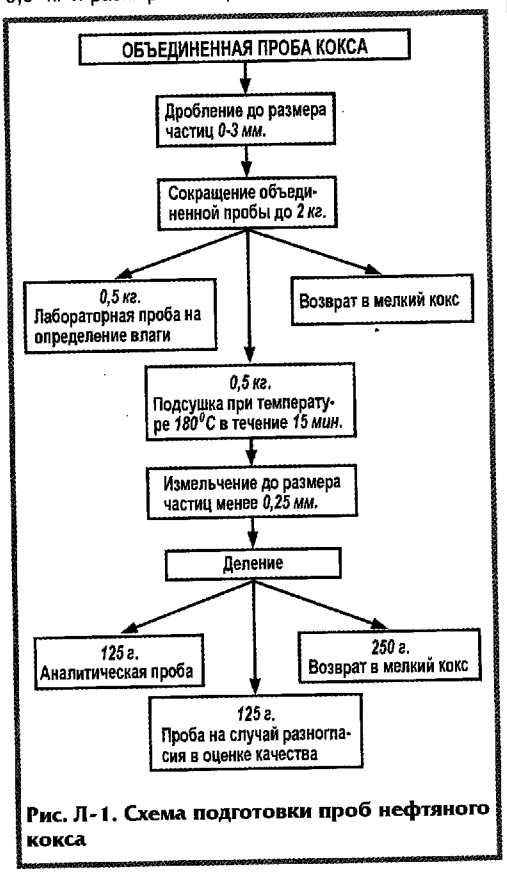


Рис. Л-1. Схема подготовки проб нефтяного кокса

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ (АНАЛИЗ) – оценка соответствия качества контрольной пробы нефтепродукта требованиям нормативного документа, проводимая в условиях лаборатории с использованием стандартных методов испытаний по установленному перечню показателей качества.

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ МОТОРНЫХ МАСЕЛ проводят обычно стандартными методами при паспортизации товарной продукции, контроле соответствия партий масла требованиям *нормативной документации*. В несколько расширенном объеме Л.и.м.м. входят как обязательная составная часть в *комплекс методов квалификационной оценки моторных масел*. Л.и.м.м. нестандартными исследовательскими методами широко используют при изучении эффективности *функционального действия присадок к маслам*, *приемистости базовых компонентов* к присадкам, *синергизма* или *антагонизма присадок* при их сочетаниях в композициях. Очень высокая стоимость моторных испытаний стимулирует создание комплексов Л.и.м.м., результаты к-рых позволяют прогнозировать результаты *моторных испытаний* с удовлетворительной вероятностью, а иногда даже заменять моторные испытания лабораторными (напр. моторный метод Sequence IID заменен лабораторным Ball Rust Test при испытаниях масел категории SL по классификации API).

ЛАКООБРАЗНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ (лак) – **1.** Вид углеродистых отложений, образующихся на деталях двигателя, нагревающихся до 150-200°С и выше. Имеют очень малую толщину и цвет от светло-желтого до черного. Состав Л.о. различен в двигателях, работающих на разных топливах, так как в их образовании участвуют *продукты окисления масла и сгорания топлива*. Наибольшее негативное влияние Л.о. оказывают на работу деталей цилиндро-поршневой группы. Они ухудшают охлаждение поршней маслом, нарушают работу *поршневых колец*. При работе двигателей на моторных маслах с высокими моюще-диспергирующими и антиокислительными свойствами лакообразование предотвращается полностью или сводится к минимуму.

2. Плотные продукты окислительных превращений на горячей поверхности формы. Наличие лаковой пленки в процессе высокотемпературной формовки необходимо для качественного отделения изделия из формы.

ЛАНОЛИН – *модификатор композиции на основе твердых углеводородов*; представляет собой животный воск, содержащий холестерин и изохолестерин. Получают при промывке шерсти овец. Светло-желтая, полупрозрачная густая вязкая масса, не растворяющаяся в воде. Т-ра каплепадения 30-35°С. Обладает гидрофильными свойствами и высокой эмульгирующей способностью.

ЛЕГИРОВАНИЕ МОТОРНЫХ МАСЕЛ МЕТОДОМ КАСКАДА – ступенчатое изменение содержания пакета присадок в готовых маслах. Многие производители моторных масел используют готовые пакеты присадок, в состав к-рых входят детергенты, дисперсанты, антиокислители, противопенная присадка. Производители пакетов присадок обычно дают рекомендации по оптимальному дозированию пакета для получения моторного масла той или иной категории по уровню эксплуата-

ционных свойств. Если при максимальном введении пакета присадок в *базовое масло* можно получить готовое масло с высшим уровнем эксплуатационных свойств, то добавлением меньших количеств того же пакета можно получить масла других категорий.

ЛЕГИРОВАННОЕ СМАЗОЧНОЕ МАСЛО – масло, содержащее присадки.

ЛЕПЕШКА, осадок – продукт, отлагающийся на фильтровальной ткани вакуумного барабанного фильтра или фильтр-пресса при фильтрации сырьевой суспензии. Представляет собой смесь кристаллов твердых углеводородов, жидкой фазы сырья и растворителя.

ЛЕТНИЕ МОТОРНЫЕ МАСЛА – см. *Сезонные моторные масла.*

ЛЕТУЧЕСТЬ БЕНЗИНА – свойство, определяющее потери от испарения легких фракций и *давление насыщенных паров бензина.*

ЛЕТУЧИЙ ИНГИБИТОР КОРРОЗИИ (Г-2, Г-4, НДА, ХНА, КЦА, ХЦА. ВНХЛ-49, ВНХ-Л-20, ВНХ-ЛФ-408, ИФХАН-1 и др.) – *ингибитор*, способный в обычных условиях испаряться и самопроизвольно попадать из газовой фазы на поверхность металла (ГОСТ 5272).

Л.и.к. предназначен для долговременной защиты от атмосферной и микробиологической коррозии (*биокоррозии*) сложных изделий, состоящих из различных металлических и неметаллических материалов, при эксплуатации, хранении, транспортировании в различных климатических условиях. Л.и.к. выгодно отличается от других средств противокоррозионной защиты, так как не требуют искусственного нанесения на поверхность металлов, а также удаления. Однако применение Л.и.к. предполагает наличие хорошей герметизации изделия.

С помощью Л.и.к. защищают от коррозии изделия из стали, чугуна, меди и ее сплавов, никеля, олова, серебра, алюминия и его сплавов, а также изделий, имеющих оксидированные, фосфатированные, алюминированные, никелированные, кадмированные, омедненные, луженые и хромированные металлические поверхности.

Л.и.к. для защиты черных металлов представляют собой, как правило, композиции на основе нитрита натрия или соли аммония или аминов с органическими и неорганическими слабыми кислотами. Широкое применение в качестве Л.и.к. для черных металлов нашли смеси уротропина с нитритом натрия, к-рые используют, в основном, в виде ингибированной бумаги, нитрит дициклогексиламина (НДА), карбонат циклогексиламина (КЦА), карбонат моноэтаноламина, бензоат моноэтаноламина и др.

Л.и.к. для защиты цветных металлов – в основном ингибиторы для защиты меди, а также сочетания меди с другими металлами. Для этих целей используют производные бензола, содержащие азот, напр. бензотриазол. В качестве Л.и.к. для цветных металлов известно также использование смеси бензотриазола и бензамида, бензимидозола, соли моно- и диалкильных эфиров фосфорной кислоты, производных тиомочевины, бензоатов циклогексиламина и др.

Универсальные Л.и.к. для защиты изделий из черных и цветных металлов, созданные на основе аминов, можно условно разделить на два класса: нитробензойные соли аминов (типа НБА) и гетероалкилированные низшие амины (типа ИФХАН). Один класс от другого отличается механизмом защитного действия, агрегатным состоянием и давлением насыщенного пара. Наибольшее применение в промышленности нашли м-нитробензоат гексаметиленимина (Г-2), м-нитробензоат диэтиламина (ДЭА-2), 3,5-динитробензоат гексаметиленимина (Г-4), 3,5-динитробензоат пиперидина (П-4), 1-диэтиламино-2-метилбутанон-3 (ИФХАН-1). Способность универсальных Л.и.к. одновременно защищать черные и цветные металлы позволяет использовать их для защиты сложной радиотехнической и электронной аппаратуры, приборной техники. Л.и.к., используемые для этих целей, не должны оказывать отрицательного влияния на некоторые специфические свойства металлических и неметаллических материалов (переходное сопротивление контактных пар, диэлектрические свойства электроизоляционных материалов и др.).

Срок временной противокоррозионной защиты с использованием Л.и.к. (от 1 до 10 лет) зависит от способа применения Л.и.к, условий хранения, эксплуатации, транспортирования металлоизделий и наличия хорошо герметизированной упаковки. Л.и.к. применяют в виде порошка, засыпаемого в сублиматор для получения защитной атмосферы (ингибированного воздуха); порошка для опудривания или напыления на защищаемые поверхности; водных и спиртовых растворов; ингибированной бумаги на пористом носителе, в виде таблеток, гранул.

ЛИОФИЛЬНЫЕ КОЛЛОИДНЫЕ СИСТЕМЫ – см. *Коллоидные системы.*

ЛИОФОБНЫЕ КОЛЛОИДНЫЕ СИСТЕМЫ – см. *Коллоидные системы.*

ЛИТЕЙНЫЙ КРЕПИТЕЛЬ – дисперсная система частично окисленного петролатума в уайт-спирите, применяется в машиностроении в качестве временной связки при производстве литейных опок.

ЛУБРИКАТОРНАЯ СИСТЕМА СМАЗЫВАНИЯ – состоит из лубрикаторов (насосов), маслопроводов и клапанов, через к-рые масло подается на стенку цилиндра. Л.с. оборудованы все *крейцкопфные дизели*. В некоторых *тронковых среднеоборотных дизелях* в верхнюю часть цилиндра от разбрызгивания поступает недостаточно масла. Это двигатели с большим ходом поршня и небольшой частотой вращения коленчатого вала. Для обеспечения надежного смазывания цилиндров в таких дизелях *циркуляционное масло* подается лубрикаторами непосредственно на стенки цилиндров. Подача масла лубрикаторами регулируется. Поэтому расход цилиндровых масел в крейцкопфных дизелях устанавливается в соответствии с указаниями инструкций по эксплуатации, а не изменяется произвольно, как в тронковых двигателях.

ЛЮМИНОМЕТРИЧЕСКОЕ ЧИСЛО – характеристика интенсивности теплового излучения пламени при сгорании реактивного топлива – радиация пламени. Л.ч. определяют по ГОСТ 17750. Его устанавливают по т-рам газов в камере сгорания прибора ПЛЧТ-69 при сжигании испытуемого и эталонных образцов топлив (тетралина и изооктана) при одинаковом уровне монохроматического излучения пламени этих топлив в зеленожелтой полосе видимого спектра. Т-ра газов над пламенем опытного и эталонных топлив определяется при интенсивности свечения их пламени, равной интенсивности свечения пламени тетралина в точке дымления. Прибор ПЛЧТ-69 – люминометр, состоящий из оптической системы измерения высоты некоптящего пламени, системы для оценки яркости пламени, системы термопар, усовершенствованной стандартной фитильной лампы, оборудованной полуавтоматическим поджогом фитиля и механизмом вертикального перемещения горелки, электронного самопишущего потенциометра, стабилизатора напряжения и комплекта горелок для топлива. В горелки наливают по 10 мл эталонных и испытуемого топлив и с помощью запала поджигают фитиль. После установления постоянной силы тока по индикатору, соответствующей эталонной яркости пламени, определяют характеристику теплового излучения пламени тетралина, изооктана и испытуемого топлива.

Л.ч. испытуемого топлива вычисляют по формуле:

$$ЛЧ=100(\Delta t_т-\Delta t_{тр})/(\Delta t_{из}-\Delta t_{тр}),$$

где $\Delta t_т$ – разность температур газов над пламенем испытуемого топлива и воздуха, поступающего к горелке, °С; $\Delta t_{тр}$ и $\Delta t_{из}$ – то же для тетралина и изооктана, °С.

МАГНИТНАЯ СЕПАРАЦИЯ СОТС – отделение ферромагнитных частиц загрязнителя от СОТС при воздействии на жидкость магнитных полей.

МАЗУТ – остаток >350-360°С атмосферной перегонки нефти. Жидкость темно-коричневого цвета. Выход М. около 50% масс. в расчете на исходную нефть. М. – смесь углеводородов молекулярной массы 400-1000, нефтяных смол молекулярной массы 500-3000 и более, асфальтенов, карбенов, карбоидов и органических соединений, содержащих металлы (V, Ni, Fe, Mg, Na, Ca). Физико-химические свойства М. зависят от химического состава исходной нефти и степени отгона дистиллятных фракций. Характеристики М.: вязкость – 8-80 мм^2/с (при 100°С), плотность при 20°С – 0,89-1,00 г/см^3, т-ра застывания – 10-40°С, содержание серы – 0,5-3,5%, золы до 0,3%, низшая теплота сгорания 39,4-40,7 МДж/кг.

МАЗУТ ТОПОЧНЫЙ – см. *Остаточное топливо*.

МАЗЬ – однородное полутвердое мазеобразное вещество, плавящееся при т-ре 27-45°С. Является композицией твердого парафина, нефтяного церезина, вазелина, минерального масла и различных добавок. Применяется для лечения различных заболеваний (см. *Медицинские мази*).

МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА СГОРАНИЯ – наивысшая т-ра газов в рабочем объеме цилиндра в конце процесса сгорания.

МАЛОСЕРНИСТЫЙ НЕФТЯНОЙ КОКС (электродный, рядовой, регулярный – по зарубежной терминологии) с содержанием серы менее 1,5% (ГОСТ 22898) используют после прокаливания для получения анодной продукции – обожженных анодов, применяемых в производстве алюминия, рядовых графитированных электродов для дуговых печей, используемых в сталеплавильной промышленности и других электротермических производствах. Используют М.н.к. также в производстве карбидов Ca и Si, в качестве восстановителей в химической промышленности (напр. в производстве BaS_2 из барита), в качестве сульфидизаторов в цветной металлургии (для перевода оксидов металла или металлов, напр. в производствах Cu, Ni и Co, в сульфиды для облегчения их последующего извлечения из руд), в цементной промышленности и энергетике (**табл. М-1, М-2**).

М-1. Область применеиия малосернистых нефтяных коксов

Марка кокса	Технология изготовления	Область применения
КНПС-СМ	Коксование в кубах смолы пиролиза	Производстео углеродных конструкционных материалов специального назначения
КНПС-КМ	То же	Производство углеродных конструкционных материалов
КНГ	Коксование в кубах прямогонных, крекинговых и лиролизных остатков	Производство графитированной продукции
КЗГ	Замедленное коксование (кокс с кусками размером свыше 8 до 250 мм)	То же
КЗА	То же	Алюминиевая промышленность
КНА	Коксование в кубах прямогонных и крекинговых остатков	То же
КЗО	Замедленное коксование (коксовая мелочь с размером кусков до 8 мм)	Производство абразивов и др. продукции

М-2. Характеристика малосернистых нефтяных коксов (ГОСТ 22898)

Показатели	КНПС-СМ высший сорт	КНПС-КМ первый сорт	КНГ	КЗГ	КЗА высший сорт	КЗА первый сорт	КНА	КЗО (коксовая мелочь)	Метод испытания
	Специальный		Электродный						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Массовая доля общей влаги, %, не более	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	ГОСТ 27588
Массовая доля летучих веществ, %, не более	6,0	6,0	8,0	9,0	7,0	9,0	8,0	11,5	ГОСТ 2298, п. 4.9
Зольность, %, не более	0,15	0,30	0,50	0,60	0,40	0,60	0,50	0,80	ГОСТ 22692
Массовая доля серы, %, не более	0,20	0,40	1,00	1,00	1,20	1,50	1,00	1,50	ГОСТ 1437, ГОСТ 8606
Массовая доля мелочи, %, не более, куски размером:									ГОСТ 2298, п. 4.3
менве 25 мм	4,0	4,0	–	–	–	–	–	–	
менее 8 мм	–	–	10,0	10,0	8,0	10,0	10,0	–	
Действительная плотность после прокаливания при 1300°С в течение 5 ч, г/см^3	2,04-2,08	2,04-2,08	2,08-2,13	2,08-2,13	2,10-2,13	2,08-2,13	2,04-2,08	–	ГОСТ 2298, п. 4.3

Окончание табл. М-2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Истираемость, %, не более	9,0	11,0	–	–	–	–	–	–	ГОСТ 2298, п. 4.5
Массовая доля, %, не более:									ГОСТ 2298, п. 4.6
кремния	–	–	–	–	0,04	0,08	0,04	–	
железа	–	–	–	–	0,05	0,08	0,05	–	
ванадия	–	–	–	–	0,01	0,015	0,012	–	
Оценка микроструктуры, баллы, не менее	Не нормируется		–	–	–	–	–	–	ГОСТ 26132

Примечание.
1. Оценка микроструктуры определяется периодически не реже одного раза в неделю для кокса КНПС-СМ и не реже одного раза в месяц для кокса КНПС-КМ.
2. Для кокса КЗА первого сорта из парафинистых нефтей допускается массовая доля летучих веществ не более 9,5% и ванадия - не более 0,02%.
3. Допускается выработка Комсомольским НПЗ кубового кокса, соответствующего требованиям марки КЗА, без ограничения верхнего размера кусков.
4. Долускается массовая доля общей влаги до 10%.
5. Для специального кокса марки КНПС-СМ плотность определяется ло ГОСТ 8606.
6. Для ОАО "ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка" допускается выработка кокса марки КНПС-КМ с массовой долей серы не более 0,6% по согласованию с потребителем

Качество М.н.к. определяется по методам испытаний нефтяных коксов (см. *Нефтяные коксы.*), кроме показателя «Массовая доля обмасливающего агента».

МАЛЬТЕНЫ – см. *Смолисто-асфальтеновые вещества.*

МАННИХА ОСНОВАНИЯ – см. *Высокомолекулярные основания Манниха.*

МАННИХА РЕАКЦИЯ – замена подвижного атома водорода в соединениях с С–Н связью на аминометильную группу взаимодействием этих соединений с формальдегидом и аммиаком (или аминами). При получении присадок используют реакцию полиалкилфенола с формальдегидом и полиаминами.

МАРКА ПРОДУКЦИИ (маркировка или обозначение) – название, номерное или буквенное обозначение продукции, состав и свойства к-рой регламентированы документально в стандарте или технических условиях.

МАРКЕРЫ используют для скрытой маркировки топлив, к-рая проявляется при определенном химическом или физико-химическом воздействии, напр. облучении ультрафиолетовым светом. Рабочие концентрации М. составляют тысячные доли процента.

МАРКИРОВКА НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ – надпись (этикетка) на потребительской таре, включающая наименование нефтепродукта, его марку, обозначение стандарта, товарный знак предприятия-изготовителя (при упаковывании нефтепродуктов на нефтебазе указывают ее наименование), массу нетто или объем, дату изготовления нефтепродукта, номер партии, надписи «Огнеопасно» для легковоспламеняющихся, «Яд» – для ядовитых нефтепродуктов, цену, если нефтепродукт предназначен для розничной торговли.

На каждой единице транспортной тары с нефтепродуктом должна быть сделана надпись с помощью трафарета или штампа, не смываемая водой и нефтепродуктами.

В ГОСТ 1510 указаны особенности маркировки различной транспортной тары для различных продуктов. Каждая партия нефтепродуктов должна сопровождаться документом о качестве, содержащим нормы показателей качества и результаты испытаний нефтепродукта в соответствии с нормативной документацией.

МАРКИРОВКА (обозначение) ТРАНСМИССИОННОГО МАСЛА – см. *Классификация трансмиссионных масел по ГОСТ 17479.2, Классификация трансмиссионных масел SAE, Классификация трансмиссионных масел API.*

МАРКИРОВКА (обозначение) ИНДУСТРИАЛЬНЫХ МАСЕЛ – см. *Классификация индустриальных масел по ГОСТ 17479.4.*

МАРКИРУЮЩИЙ КАРАНДАШ – карандаш, применяемый для маркировки стеклянной посуды в химических лабораториях, кожаных, резиновых и строительных изделий. Готовят на основе твердых парафинов с добавкой нефтяных церезинов, вазелинов, полиэтилена, оксида алюминия и различных красителей. М.к. должен иметь т-ру плавления 45-65°С, быть достаточно твердым, не крошиться и после нанесения надписей не смываться водой.

МАСЛА АВИАЦИОННЫЕ – см. *Авиационные масла.*

МАСЛА БЕЛЫЕ - см. *Белые масла.*

МАСЛА ВАКЦИННЫЕ – см. *Вакцинные масла.*

МАСЛА ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ – в международной практике принято называть **ATF** – Automatic Transmission Fluids (жидкости для автоматических трансмиссий). Эти специфические жидкости представляют собой отдельную группу

смазочных материалов и относятся к наиболее сложным многофункциональным продуктам.

ATF применяются в автоматических коробках передач (АКП); в гидроусилителях рулевого управления; в силовых коробках передач внедорожной строительной, сельскохозяйственной и горнодобывающей техники; в гидравлических системах автомобилей, тракторов, промышленного оборудования, мобильной техники и судов; в ротационных винтовых компрессорах.

Эксплуатационный уровень ATF определяется спецификациями производителей автомобильной техники. Общие требования к ATF определяются конструктивными особенностями и условиями работы АКП. К основным функциям ATF относятся смазывание; охлаждение; передача вращающего момента; обеспечение фрикционного сцепления; защита от износа и коррозии; подавление пенообразования.

При этом ATF должны быть совместимы со всеми деталями трансмиссии, работать в условиях как высоких (до 150°С), так и низких (до –50°С) температур, обеспечивать высокий КПД трансмиссии, а также сохранять функциональные свойства на протяжении длительного срока службы.

Поскольку АКП включают в себя совершенно разнородные узлы (гидротрансформатор, шестеренчатую коробку передач, сложную систему управления) с различными материалами пар трения (сталь, бронза, металлокерамика, фрикционные прокладки, эластомеры), к ATF предъявляются очень высокие требования по вязкостно-температурным характеристикам, противоизносным, антикоррозионным, антиокислительным, антипенным и фрикционным свойствам.

Требования по вязкостно-температурным характеристикам достаточно противоречивы: для смазывания шестерен АКП вязкость масла должна быть максимальной, а для обеспечения нормальной работы гидротрансформатора – минимальной. Таким образом, подбор оптимальной вязкости ATF – достаточно сложная задача.

Высокий эксплуатационный уровень ATF обеспечивается введением в состав базового масла эффективных загущающих, антиокислительных, противоизносных и антипенных присадок, модификаторов трения и модификаторов набухания уплотнительных материалов.

Для идентификации и скорейшего обнаружения утечек ATF окрашивают в красный цвет

Их не разделяют по эксплуатационным свойствам и вязкости, как моторные и трансмиссионные масла по SAE и API. Они классифицируются только по требованиям основных производителей автомобилей. Наибольшее распространение получили спецификации General Motors (фирменное название ATF – DEXRON) и Ford (фирменное название ATF – Mercon) (**табл. М-3**).

М-3. Спецификации на жидкости для автоматических коробок передач

Компания General Motors		Компания Ford	
Год введения	Спецификация	Год введения	Спецификация
1949	Type A	1959	M2C33-B
1957	Type A	1961	M2C33-D
	Suffix A (TASA)	1967	M2C33-F (Type-F)
1967	Dexron B	1972	SQM-2C9007A,
1973	Dexron II C		M2C33-G (Type-G)
1981	Dexron II D	1975	SQM-2C9010A, M2C138-CJ (Type-CJ)
1991	Dexron II E		
1994	Dexron III (F)	1981	ESPM-2C166-H (Type H)
1997	Dexron III (G)	1987	Mercon
2003	Dexron III (H)	1993	Mercon (с дополнениями)
2006	Dexron VI (Service Fill)	1996	Mercon V (M2C202 B, Type B)

Примечание. Спецификации Dexron IV и Dexron V были разработаны и объявлены, но не были утеерждены

Для автоматических трансмиссий большинством производителей современных автомобилей рекомендованы масла, отвечающие требованиям спецификаций Dexron III и Mercon, к-рые, как правило, взаимозаменяемы и совместимы.

Масла, отвечающие требованиям последних спецификаций, напр. Dexron III, можно использовать для доливки или замены в механизмах, где ранее применялись масла, соответствующие спецификации Dexron II, а в некоторых случаях и Type A. Обратная замена масел недопустима.

Масла по спецификации Mercon V имеют особые свойства и с другими маслами не взаимозаменяемы.

В апреле 2006 г. **General Motors** опубликовала спецификацию для след. поколения трансмиссионных жидкостей **Dexron VI Service Fill ATF.** Она разработана в соответствии с требованиями для новых шестискоростных трансмиссий, к-рые компания **General Motors** начала устанавливать в своих автомобилях модельного ряда 2006 г. Офиц. эта спецификация вступает в силу в начале 2007 г. и заменит Dexron III (F), III (G), II (E), II (D) и более ранние.

Allison Transmission Div. (отделение по производству трансмиссий корпорации General Motors) в своих изделиях, предназначенных для тяжелых условий эксплуатации и устанавливаемых в грузовых автомобилях и внедорожной технике, рекомендует использовать жидкости, удовлетворяющие требованиям спецификации Allison C-4.

Компания Caterpillar для смазывания своих агрегатов трансмиссий требует использования сезонных жидкостей, соответствующих жестким требованиям спецификации TO-4. Такие жидкости обладают отличными противоизносными и фрикционными характеристиками.

Некоторые европейские производители техники, в частности, Voith, Zahnradfabrik Friedrichshafen (ZF), DaimlerChrysler, имеют свои собственные спецификации на ATF.

Японские производители техники не выпускают спецификаций, а рекомендуют для эксплуатации только свои «оригинальные» масла.

В зависимости от климатических условий применения ATF отличаются вязкостно-температурными характеристиками: индексом вязкости, т-рой застывания, динамической вязкостью. Они могут быть изготовлены как на минеральной, так и на синтетической основе.

МАСЛА ДЛЯ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ ФИЛЬТРОВ (висциновые масла) – очищенные масла из малосернистых нефтей. Вырабатывается по ГОСТ 7611. Предназначено для поглощения пыли из воздуха, проходящего через фильтр. Показатели качества М.в.ф. приведены в **табл. М-4.**

М-4. Показатели качества масла для вентиляционных фильтров, масла для пайки и полугудрона

Показатели	Характеризуемое свойство	Метод определения
НАЗНАЧЕНИЕ		
Плотность	Реологические свойства	ГОСТ Р 51069, ASTM D 1298
Вязкость кинематическая	То же	ГОСТ 33, ASTM D 445
Вязкость условная	-"-	ГОСТ 6258
Т-ра застывания	-"-	ГОСТ 20287, ASTM D 97
Содержание воды	Состав	ГОСТ 2477
Зольность	То же	ГОСТ 1461
Содержание серы	-"-	ГОСТ 1437
Наличие водорастворимых кислот и щелочей	-"-	ГОСТ 6307
Содержание механических примесей	Загрязненность	ГОСТ 6370
Кислотное число	Стабильность	ГОСТ 5985
Коксуемость	Состав	ГОСТ 19932
НАДЕЖНОСТЬ		
Гарантийный срок хранения	Стабильность показателей	Устанавливается изготовителем при соблюдении потребителем условий хранения по ГОСТ 1510
ЭКОЛОГИЧНОСТЬ		
ПДК паров вредных веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений	Воздействие на организм	Прибор УГ-2
Токсичность	То же	ГОСТ 12.1.007 (ССБТ "Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности")
БЕЗОПАСНОСТЬ		
Т-ра вспышки в открытом тигле	Пожаровзрывоопасность	ГОСТ 4333
Класс опасности	-"-	ГОСТ 12.1.005 (ССБТ "Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны")

МАСЛА ДЛЯ ВЕРТОЛЕТОВ – используют для смазывания двигателей, редукторов трансмиссии и шарниров втулок винтов. В двигателях вертолетов МИ-6 и МИ-10 используют масла МС-8п и МС-8рк, вертолетов МИ-2 и МИ-8 – синтетическое масло Б-3в, в турбокомпрессорной части силовой установки вертолета МИ-26 – синтетическое изопарафиновое масло ИПМ–10 (см. также *Авиационные масла. Ассортимент*). В двигателе и редукторе перспективных и вновь проектируемых вертолетов ранее рекомендовалось применять синтетическое масло ПТС-225.

Для редукторов трансмиссии вертолетов применяют широкий ассортимент масел различного назначения, уровень качества к-рых невысок. Так как маловязкие моторные масла имеют недостаточную смазывающую способность, а высоковязкие нефтяные масла обладают неудовлетворительными низкотемпературными свойствами, то для смазывания редукторов трансмиссии широко применяют *маслосмеси авиационные*.

МАСЛА ДЛЯ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ СО СТАЦИОНАРНОЙ ГАЗОТУРБИННОЙ УСТАНОВКОЙ. В газоперекачивающих агрегатах (ГПА) такого типа широко используют турбинные масла для смазывания и охлаждения подшипников скольжения нагнетателя, стационарных газотурбинных установок (ГТУ), электродвигателей, зубчатых муфт, торсионного вала, а так же для обеспечения постоянного превышения давления масла по сравнению с давлением газа на всех режимах работы агрегата с целью исключения прорыва газа из нагнетателя в контейнер турбоагрегата.

Масло в нагнетателе выполняет две функции:

- смазывает (и охлаждает) опорные и упорные подшипники ротора;
- уплотняет радиальные зазоры между ротором и статором нагнетателя для ограничения утечек газа в атмосферу.

Поскольку в циркуляционных системах современных турбоагрегатов масла работают при повышенных т-рах (в условиях свободного доступа воздуха и возможного попадания в них воды) качество масел определяют такие показате-

ли как стабильность против окисления, склонность к эмульгированию и вспениванию, способность защищать металлические поверхности от коррозии. Одна из наиболее важных эксплуатационных характеристик газотурбинных масел – стабильность против окисления и способность сохранять ее в условиях длительной эксплуатации в широком интервале температур. От этого зависит работоспособность масла и срок его службы.

Для смазывания нагнетателей применяют взаимозаменяемые масла ТП-22с, ТП-22б.

МАСЛА ДЛЯ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ. В связи с конструктивными особенностями газотурбинных двигателей (ГТД) условия работы масел в них существенно отличаются от условий работы масел в поршневых двигателях: масло в ГТД изолировано от камеры сгорания (зоны горения топлива), в наиболее ответственных узлах трения реализуется в основном трение качения, а не скольжения, как в поршневых двигателях (коэффициент трения качения на порядок ниже коэффициента трения скольжения). Вал турбокомпрессора ГТД хорошо сбалансирован, и при высокой частоте вращения и больших осевых и радиальных нагрузках не испытывает резких переменных нагрузок.

Т-ра масла на входе в ГТД колеблется от 20 до 50°С, а на выходе зависит от теплонапряженности двигателя. В двигателях самолетов, летающих с дозвуковыми скоростями, она не превышает 125°С, а при скорости полета с *числом Маха* около 2 она достигает 200°С.

Масла для ГТД должны отвечать следующим требованиям:

• надежное смазывание всех узлов и агрегатов двигателя с минимальным износом в пределах рабочих температур от –50 до +200°С;

• пологая вязкостно-температурная кривая и хорошая прокачиваемость при низких т-рах (пусковые свойства масла должны обеспечивать надежный запуск двигателя до т-ры –50°С без подогрева);

• однородный и стабильный фракционный состав, что обусловливает минимальную испаряемость фракций и сохраняет вязкостные характеристики масла в течение всего времени работы двигателя (целесообразно применять смазочные масла узкого фракционного состава);

• высокие антиокислительные свойства и минимальное окисление в двигателе при рабочих т-рах 150-200°С и выше;

• минимальная вспениваемость, высокая т-ра самовоспламенения;

• неагрессивность по отношению к металлам, сплавам, резинотехническим изделиям и др. материалам.

МАСЛА ДЛЯ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ И РЕДУКТОРОВ ВЕРТОЛЕТОВ. Наличие двух раздельных маслосистем (турбокомпрессорной части и редуктора) требует использования двух видов смазочных материалов: для двигателя – маловязкое масло МС-8п, для редуктора – *маслосмеси авиационные* (в летнее время – СМ-11,5, в зимнее – СМ-8).

МАСЛА ДЛЯ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ. В гидромеханических передачах (ГМП) масло передает механическому редуктору мощность, вырабатываемую двигателем; смазывает узлы трения гидропередачи и, одновременно, является рабочей жидкостью и смазывающим маслом в системах автоматического управления; служит рабочей средой во фрикционных муфтах и тормозах; является охлаждающей средой в гидропередаче. Такая многофункциональность обусловливает жесткие и во многом противоречивые требования к его свойствам, важнейшими из к-рых являются вязкостные, фрикционные, противоизносные и антиокислительные.

Вязкость масла для ГМП должна обеспечивать наименьшую потерю мощности и наименьшее сопротивление при его прокачивании через малые диаметры трубопроводов системы автоматического управления. В то же время масло должно быть достаточно вязким, чтобы обеспечить смазывание подшипников и зубьев колес, а также исключить потери на испаряемость и утечки через уплотнения. Кроме того, высокое значение вязкости при отрицательных т-рах не обеспечит легкий запуск гидросистемы при низких отрицательных т-рах. Однако вязкость масла не может быть очень низкой, так как масло должно иметь необходимые фрикционные свойства. При переключении скоростей в редукторе при малой вязкости может произойти проскальзывание фрикционных дисков, а высокая вязкость масла вызовет потери на трение в других узлах гидросистемы.

Еще одним противоречием является необходимость введения противоизносной присадки для уменьшения износа деталей гидросистемы.

Для повышения КПД скорости потоков масла для ГМП должны быть довольно высокие. Поэтому при их разработке существует такое понятие как минимальная вязкость: масло при отрицательных т-рах должно иметь вязкость, при к-рой оно хорошо прокачивается.

При эксплуатации ГМП важна конструкция сальников и совместимость масел с резинотехническими изделиями. При длительной эксплуатации в масле накапливаются продукты разложения, к-рые, отлагаясь на фрикционных дисках сцепления, вызывают образование гладких «засаленных» поверхностей. Для предотвращения

этого процесса в масла вводят специальные детергентно-диспергирующие (моющие) присадки, удерживающие продукты разложения в объеме масла во взвешенном состоянии.

Масла для ГМП вырабатывают из маловязких фракций глубоко очищенных дистиллятов сернистых парафинистых нефтей.

Масло марки «А» (ТУ 38.1011282–89) всесезонно используется в гидротрансформаторах и автоматических коробках передач автомобилей, а также в качестве зимнего масла в гидростатических приводах самоходной сельскохозяйственной и др. техники при т-ре окружающей среды от +50 до –35°С;

Масло МГТ (ТУ 38.1011103–87) применяется в гидромеханических коробках передач и гидронавесном оборудовании подвижной техники при т-ре от +50 до –50°С;

Масло марки «Р» (ТУ 38.1011282–89) предназначено для гидроусилителей руля и объемных гидропередач при т-ре от +50 до –40°С.

МАСЛА ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ, РАБОТАЮЩИХ НА ГАЗЕ. Бензиновые двигатели, переведенные на сжатый природный или сжиженный нефтяной газ (смесь бутана с пропаном), обычно смазывают моторными маслами, применяемыми при работе на бензине. Автотракторные дизели, переведенные на газ и оборудованные искровым зажиганием или работающие с воспламенением от впрыскивания дизельного топлива (газодизельный процесс), а также газовые двигатели с высокой степенью сжатия необходимо смазывать специальными маслами. Основные отличия М.д.р.г. – строго ограниченная *сульфатная зольность* – не выше 0,8%, высокая стойкость к окислению и воздействию оксидов азота (минимальное содержание в базовом масле ароматических структур). При сгорании газов образуется больше воды и меньше CO_2, чем при сгорании жидких топлив. Поэтому масла для таких двигателей должны быть влагостойкими. Высокое содержание NO_x в продуктах сгорания газо-воздушной смеси и наличие H_2S в природном газе обусловливают обязательное использование в маслах нейтрализующих присадок, обеспечивающих щелочное число не менее 6 мг KOH/г.

Автопроизводители формулируют свои требования в фирменных спецификациях или допускают к применению масла, прошедшие эксплуатационные испытания в автомобилях их производства. Фирменные спецификации выпущены MAN, DaimlerChrysler, Renault. Их обозначения: MAN M3271-1, MB 229.6 и PGD соответственно.

МАСЛА ДЛЯ ДВУХТАКТНЫХ БЕНЗИНОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ. Для смазывания двухтактных бензиновых двигателей необходимо применять только специальные моторные масла, к-рые отличаются очень низкой сульфатной зольностью (до 0,18-0,25%), обязательной смешиваемостью с бензином, высокими противозадирными свойствами. Двухтактные бензиновые двигатели смазывают либо топливо-масляной смесью, либо непосредственной подачей масла на впуск. М.д.б.д. обладают высокой смазывающей способностью, малой склонностью к образованию отложений на поршне, во впускных и выпускных окнах, выпускном тракте. Кроме того, они должны обеспечивать минимальную дымность *отработавших газов* и надежно защищать двигатель от ржавления. Для улучшения смешиваемости с бензином масла часто разбавляют керосином. К маслам, используемым в подвесных лодочных моторах, предъявляют повышенные требования по *биоразлагаемости моторных масел* в воде.

Классификация М.д.б.д. Требования к М.д.б.д. регламентированы классификациями NMMA, CEC, API, ISO, JASO.

Классификация NMMA распространяется только на масла для подвесных лодочных моторов с водяным охлаждением. В порядке возрастания эксплуатационных свойств классы масел обозначают так: TC-W, TC-WII®, TC-W3. В настоящее время действует только норма TC-W3.

Классификация API содержит два класса масел:

TA – для малых двухтактных двигателей с цилиндром рабочим объемом до 50 см³, устанавливаемых на мопеды, малые электрогенераторы, газонокосилки и другие механизированные инструменты;

TC – для мощных двигателей с цилиндром рабочим объемом до 500 см³, устанавливаемых на мотоциклы и различные легкие транспортные средства (за исключением подвесных лодочных моторов с водяным охлаждением).

Классификации ISO и JASO не предопределяют назначение масел, а подразделяют их на классы по уровням эксплуатационных свойств, определяемых комплексом моторных испытаний, при к-рых классифицируемые масла сравнивают с эталонными по смазочной способности, моющим свойствам, дымности отработавших газов и загрязнению отложениями выпускного тракта.

Классы JASO в порядке возрастания эксплуатационных свойств обозначают так: FA, FB, FC, FD (в этом ряду они возрастают, что контролируется ужесточением проходных критериев при моторных испытаниях масел по стандарту JASO M-345), а классы ISO – GB, GC, GD.

Класс JASO FA не имеет аналога в классификации ISO, JASO FB соответствует ISO GB, JASO FC – ISO GC, JASO FD – ISO GD.

Согласно классификациям ISO и JASO контролируются следующие свойства масел: противоизносные, влияние на дымность отработавших газов, моющие, сохраняемость исходного крутящего момента, загрязнения системы выпуска отработавших газов. Оценка основана на сравнении с эталонным маслом.

Назначение и условные обозначения классов масел для двухтактных бензиновых двигателей приведены в **табл. М-5.**

М-5. Обозначения классов масел для двухтактных бензиновых двигателей

Назначение масел	ISO	API*, CEC	NMMA
Для двигателей воздушного охлаждения с рабочим объемом до 50 см³ (мопеды, газонокосилки, малые электрогенераторы)	L-E-TA	TA (TSC-1)	–
Для двигателей с рабочим объемом от 50 до 200 см³ (мотоциклы, L-E-TB мотороллеры, мотопилы)	L-E-TB	(TB) (TSC-2)	–
Для двигателей с рабочим объемом от 200 до 500 см³ (кроме подвесных лодочных моторов водяного охлаждения)	L-E-TC	TC (TSC-3)	–
Для подвесных лодочных моторов водяного охлаждения	L-E-TD	(TD) (TSC-4)	(TC-W) (TC-WII) TC-W3

* В скобках приведены прежние обозначения и ныне отмененные классы

Основной упор в классификации JASO делается на ограничение степени дымления двигателей, к-рая особенно жестко лимитируется для группы FC. Появление данного требования было вызвано необходимостью снизить задымление в крупных городах азиатского региона. Таким образом, масла группы FC будут играть доминирующую роль.

ISO также разрабатывает международную классификацию масел для двухтактных двигателей, к-рая должна в международном масштабе стандартизировать требования классификации JASO и ввести дополнительные более строгие требования.

М-6. Оценочные индексы[1] спецификации JASO и предлагаемой ISO

Свойства	Оценочные индексы по классификации ISO			
	-	GB	GC	GD[2]
	JASO			
	FA	FB	FC	-
Смазывающие свойства, не менее	90	95	95	105
Моющие свойства, не менее	80	85	95	125
Дымление, не более	40	45	85	85
Забивка системы выпуска, не менее	30	45	90	90
Начальный крутящий момент, не менее	98	98	98	–

[1] Индекс=(опытное масло/эталонное масло)x100.
[2] Предельные значения группы ISO GD находятся в стадии разработки

Различием между спецификациями JASO и ISO является включение группы GD (**табл. М-6**), требования к-рой превышают требования JASO FC. Претендующие на соответствие данной группе масла должны будут обладать улучшенными детергентными свойствами и более эффективно противодействовать пригоранию колец, чем любое масло по спецификации JASO.

В дополнение к указанным эксплуатационным свойствам масла также должны обладать соответствующей смешиваемостью и текучестью для использования как в предварительной смеси с бензином, так и путем впрыска через форсунку. Эти характеристики приведены в рекомендациях SAE «Классификация масел для двухтактных двигателей по смешиваемости/текучести – J1536», к-рая охватывает четыре группы масел: F/M 1 для тропического климата, F/M 2 и 3 для умеренного климата и F/M 4 для арктического климата (**табл. М-7**).

М-7. Классификация масел по смешиваемости с топливом

Группа SAE	Т-ра испытания[1], °С	Эталонное масло[2]
F/M 1	0	VI-GG
F/M 2	-10	VI-FF
F/M 3	-25	VI-D
F/M 4	-40	VI-II

[1] Определяется смешиваемость и вязкость по Брукфильду.
[2] Результаты на испытуемом масле не должны превышать результатов на эталонном более чем на 10%

МАСЛА ДЛЯ ДЕФЕКТОСКОПИИ. Масло для дефектоскопии МКД (ТУ 0253-003-001151911–93) предназначено для приготовления масляной маг-

М-8. Характеристика масла для дефектоскопии МКД и методы оценки

Показатель	Значение	Методы оценки
Внешний вид: при дневном освещении при ультрафиолетовом освещении	Однородная прозрачная жидкость Однородная прозрачная жидкость с отсутствием флуоресценции	Визуально
Кинематическая вязкость при 20°С, мм²/с	6,0-8,5	ГОСТ 33
Т-ра вспышки в закрытом тигле, °С, не ниже	120	ГОСТ 6356
Т-ра застывания, °С, не выше	-10	ГОСТ 20287
Содержание воды	Отсутствие	ГОСТ 2477
Содержание механических примесей	Отсутствие	ГОСТ 6370
Массовая доля ароматических углеводородов, %, не более	2	ГОСТ 6994
Фракционный состав: т-ра начала кипения, °С, не ниже т-ра конца кипвния, °С, не выше	210 350	ГОСТ 2177
Цвет, ед. ЦНТ, не более	0,5	ГОСТ 3900

нитно-люминисцентной суспензии при дефектоскопии деталей. Масло удерживает порошок во взвешенном состоянии, обладает минимальной флуоресценцией, не взаимодействует с люминофором магнитно-люминисцентного порошка, удовлетворяет санитарно-гигиеническим требованиям производства.

Масло МКД получают по технологии, включающей каталитическую переработку газойлевой фракции западносибирских нефтей, с последующей доочисткой. Масло МКД не содержит сернистых соединений, смол, а также полициклических ароматических углеводородов. Состоит их 35% парафиновых, 63% нафтеновых и незначительного количества ароматических углеводородов бензольного ряда (**табл. М-8**).

МАСЛА ДЛЯ ДИЗЕЛЕЙ. Дизели отличаются от других двигателей внутреннего сгорания большим разнообразием конструкций, способов смесеобразования, назначений, условий эксплуатации и чрезвычайно широким диапазоном агрегатных мощностей (от нескольких киловатт до десятков тысяч). Поэтому ассортимент М.д. значительно различается по предъявляемым к ним требованиям и эксплуатационным свойствам. Важнейшие критерии, определяющие выбор М.д. – тип и назначение дизеля, уровень его форсирования, степень жесткости условий эксплуатации, вид и качество применяемого топлива. Все М.д. содержат присадки, вводимые в дистиллятные, компаундированные или остаточные базовые масла селективной очистки, выработанные из малосернистых или сернистых нефтей, или в синтетические базовые масла, или их смеси с минеральными. Диапазон уровней эксплуатационных свойств М.д. охватывает все группы *классификации моторных масел по ГОСТ 17479.1*.

По назначению М.д. различают:

- *масла для тепловозных дизелей*;
- *масла для судовых дизелей*;
- масла для автотракторных дизелей;
- *масла для стационарных дизелей*.

МАСЛА ДЛЯ КОМПРЕССОРОВ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН. К М.к.х.м. предъявляют специфические требования, обусловленные непрерывным контактом смазывающего материала с хладагентом, а также постоянным изменением т-ры и давления среды. Рекомендуется применять минеральные и синтетические масла с достаточно низкой т-рой застывания и высокой химической стабильностью. Под химической стабильностью принято понимать склонность масел к взаимодействию с хладагентами на основе галогенопроизводных углеводородов жирного ряда при повышенных т-рах и давлении. Важнейшие эксплуатационные характеристики М.к.х.м. – способность к взаимному растворению с хладонами, а также т-ра, при к-рой из растворов выпадают компоненты масла (напр. хлопья парафина).

Ассортимент. Основные марки: нефтяные – ХА-30, ХФ-12-16, ХФ22-24, синтетические – ХФ22С-16, ХС-40.

МАСЛА ДЛЯ КРЕЙЦКОПФНЫХ ДИЗЕЛЕЙ – см. *Масла для судовых дизелей*.

МАСЛА ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКИХ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ – применяют в цилиндрических, спирально-конических и гипоидных передачах с малым смещением осей механических узлов и агрегатов трансмиссий, работающих при контактных напряжениях до 3000 МПа и т-ре масла в объеме до 150°С:

- в синхронизированных коробках передач;
- в передачах переднего ведущего моста;
- в малонагруженных главных передачах с дифференциалом;
- в раздаточных коробках;
- в агрегатах трансмиссий и мостов, работающих в условиях умеренных скоростей и нагрузок.

МАСЛА ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ. Работа масла в агрегатах механических трансмиссий современной техники имеет специфические особенности. Условия трения в зубчатых передачах более напряженные, чем в двигателях внутреннего сгорания и других механизмах. Трансмиссионное масло работает при высоких контактных давлениях, больших скоростях скольжения и широком диапазоне температур. Его пусковые свойства и длительная работоспособность должны обеспечиваться в интервале температур от –60 до +150°С рабочей т-ры в объеме масла. При этом фактическая т-ра масла в зоне контакта зубьев шестерен может быть на 150-200°С выше т-ры масла в объеме. Для областей трения зубчатых передач характерны гидродинамическая, смешанная и граничная смазки.

В агрегатах трансмиссии смазочное масло – неотъемлемый элемент конструкции. Способность масла выполнять и длительно сохранять функции конструкционного материала определяется его эксплуатационными свойствами.

К основным функциям М.м.т. относятся:

- предохранение поверхностей трения от износа, задира, питтинга и, в итоге, поломки зубьев;
- снижение до минимума потерь энергии на трение;
- отвод тепла из зоны контакта зубчатой передачи;
- снижение шума и вибрации, уменьшение ударных нагрузок.

К основным свойствам М.м.т. относятся:

- смазывающая способность;

• вязкостно-температурные характеристики;
• защитные (при контакте с водой и другими агрессивными средами);
• противозадирные;
• противоизносные;
• противопиттинговые;
• антикоррозионные;
• противопенные;
• термоокислительная, физическая и механическая стабильность;
• совместимость с резиновыми уплотнениями;
• совместимость с другими трансмиссионными маслами.

Смазывающая способность – свойство масла предотвращать задир и снижать износ контактирующих поверхностей. Смазывающая способность масла возрастает по мере увеличения его вязкости.

При гидродинамической смазке смазывающая способность обеспечивается вязкостью базового масла (т.е. толщиной масляной пленки). Однако гидродинамическая смазка может возникнуть только на периферии контакта зубчатых передач. Непосредственно в зоне контакта наблюдаются смешанная и граничная смазки. При граничной смазке, возникающей в трансмиссии под воздействием высоких температур и нагрузок, защита от задира и износа обеспечивается при помощи противозадирных и противоизносных присадок, в качестве к-рых обычно используют серо- и фосфорсодержащие вещества.

При граничной смазке пленка смазочного материала становится очень тонкой, в точках микроконтактов зубчатых колес возникают очень высокие т-ры, к-рые в десятитысячные доли секунды достигают и превосходят т-ру плавления металла. При этом активные элементы противозадирных и противоизносных присадок вступают в химическое взаимодействие с металлом, образуя модифицированные слои (так называемые «эвтектические смеси») с более низким напряжением сдвига, чем у металлов. Эти модифицированные слои представляют собой сульфиды, оксиды, фосфаты или фосфиды железа (в зависимости от присадки, входящей в состав масла). Модифицированная пленка образуется мгновенно и предотвращает задир зубьев. Далее, под действием сил, возникающих в агрегате трансмиссии, эта пленка может быть подвергнута частичному сдвигу. При этом в точке контакта зубьев шестерен снова быстро повышается т-ра, что вызывает повторение реакции и образование пленки и т.д.

Вязкость масла в этих условиях не имеет такого принципиального значения, как при режиме контактно-гидродинамического смазывания. Однако в очень тонком слое масла малой вязкости может содержаться недостаточное количество противозадирной присадки, вследствие чего возникает опасность непосредственного контакта металлических поверхностей. Поэтому при создании маловязких трансмиссионных масел их противозадирный потенциал повышают увеличением концентрации серо- и фосфорсодержащих присадок в 1,5 раза.

Вязкостно-температурные характеристики имеют большое значение для эксплуатационных свойств трансмиссионного масла. От вязкости зависят потери мощности на трение, а также способность масла удерживаться в смазываемом узле. Между вязкостью и потерями мощности в агрегатах трансмиссии автомобиля существует прямая связь. Чем меньше вязкость масла, тем меньше потери энергии на внутреннее трение, тем больше КПД трансмиссии.

Общие потери энергии в агрегатах трансмиссии значительны. Если 25% полезной мощности автомобиля поступает от двигателя к трансмиссии, то в общей системе агрегатов трансмиссии вследствие собственных потерь эта мощность, передаваемая колесам, снижается уже до 12%. Поэтому для обеспечения снижения расхода топлива масло должно характеризоваться минимальной вязкостью. Однако с уменьшением вязкости масла существует опасность увеличения задира, износа и питтинга. Кроме этого, уменьшение вязкости масла ниже определенного уровня может привести к повышению его расхода из-за несовершенства уплотнений или недостаточной герметичности узлов трансмиссии.

В связи с этим к маслу при его разработке предъявляют противоречивые требования. Для обеспечения холодного пуска трансмиссии при возможно низких т-рах и снижения потерь на преодоление трения в передачах вязкость масла должна быть минимальной, а для обеспечения высокой несущей способности масляной пленки и предотвращения потерь масла через уплотнения – максимальной.

Однако по мере совершенствования конструкций агрегатов трансмиссий, повышения интенсивности их работы доминирующими видами смазки узлов становятся граничная и смешанная, при к-рых вязкость масла теряет свое прежнее значение, а первостепенное значение приобретает введение в масло эффективных функциональных присадок для защиты поверхностей трения от задира и износа. Улучшение материалов уплотнений также позволяет использовать маловязкие масла в агрегатах трансмиссий.

Таким образом, при сочетании хороших низкотемпературных свойств и минимально допус-

тимой вязкости при рабочей т-ре трансмиссионного масла достигается заметная экономия топлива, особенно в период пуска и разогрева автомобиля.

Возможности снижения расхода топлива при применении энергосберегающих трансмиссионных масел значительно ниже, чем при использовании маловязких моторных масел. Однако в масштабах транспортного парка экономия топлива может быть достаточно велика. Годовая экономия топлива в результате применения трансмиссионных масел пониженной вязкости может составить 2-3%. В отдельных случаях (при работе транспорта в городских условиях, на коротких дистанциях и при холодном запуске) этот показатель может возрасти до 5-6%.

Защитные свойства – способность масла противостоять коррозии и ржавлению металлов в присутствии влаги. Оценивается по водовытесняющей способности масла и быстродействию вытеснения маслом агрессивных электролитов с поверхности. По ГОСТ 9.054 (метод 1) определяется стойкость масляной пленки к коррозии в условиях повышенной относительной влажности воздуха и т-ры, с периодической конденсацией влаги на образцах. Это испытание проводится в течение 8 сут. По методу 5 ГОСТ 9.054 определяется способность масла вытеснять бромистоводородную кислоту с поверхности металлической пластинки (в течение 4 ч).

Противозадирные свойства – способность смазочного материала предотвращать повреждение поверхностей трения в направлении скольжения в виде широких и глубоких борозд.

Противозадирные свойства оцениваются на четырехшариковой машине трения (ЧШМ) по ГОСТ 9490 и модельном шестеренном стенде IAE по квалификационному методу.

На ЧШМ трения способность масла противостоять задиру контактирующих поверхностей оценивают по трибологическим характеристикам: индексу задира ($И_з$), критической нагрузке ($Р_к$) и нагрузке сваривания ($Р_с$).

Шестеренный стенд IAE выполнен по принципу замкнутого силового контура, имеет два редуктора – испытуемый и замыкающий, в к-рых установлены цилиндрические шестерни. Метод оценки противозадирных свойств на этом стенде заключается в определении наименьшей нагрузки, при к-рой возникают задиры рабочих поверхностей зубьев испытуемых шестерен, означающие их выход из строя. Эта нагрузка характеризует влияние масла на предельную работоспособность трущихся поверхностей зубьев шестерен по критерию полного разрушения этих поверхностей вследствие задира.

Определение противозадирных свойств на стенде IAE следует рассматривать как этап, промежуточный между испытаниями масла на ЧШМ и стендовыми испытаниями в реальной зубчатой передаче.

Противоизносные свойства – способность масел предотвращать износ трущихся поверхностей. Оценивают на ЧШМ (ГОСТ 9490) по показателю «Диаметр пятна износа», определяемому при постоянной нагрузке (196 или 392 Н), установленной в нормативно-технической документации на смазочный материал.

Противопиттинговые свойства – потенциальное влияние масла на усталостную долговечность подшипников качения. Оценивают по квалификационному методу на модифицированной высокоскоростной ЧШМ по времени (в минутах) появления первых признаков усталостного разрушения верхнего шарика.

Антикоррозионные свойства – способность масла противостоять коррозии цветных металлов. Оценивают по ГОСТ 2917 или аналогичному методу ASTM D 130. Сущность метода заключается в выдерживании медной пластинки в испытуемом продукте при повышенной т-ре и фиксировании изменения внешнего вида пластинки. Обычно испытание проводится в течение 3 ч. Степень коррозионного поражения медных пластинок оценивают в баллах по специально разработанной цветной шкале или по ее описанию.

Противопенные свойства – способность масла противостоять образованию пены. Наличие пены в трансмиссионном масле вызывает нарушение нормальной работы агрегатов трансмиссий и может привести к их поломке. Оценка проводится по ГОСТ 23652, п. 5.5 или аналогичному методу ASTM D 892. Сущность метода заключается в продувании определенного объема воздуха с постоянной скоростью через фиксированное количество испытуемого масла и определении объема образовавшейся пены при 24, 94 и 24°С после испытания при 94°С.

Термоокислительная стабильность – способность масла противостоять старению в процессе работы под длительным окислительным воздействием воздуха при высокой т-ре. Трансмиссионные масла в процессе работы зубчатых передач вследствие трения интенсивно разогреваются. Повышенная т-ра в сочетании с активным действием кислорода воздуха и каталитическим действием металлических поверхностей приводит к усиленному окислению масла. В результате окисления изменяются физико-химические и эксплуатационные свойства масел: увеличивается вязкость и кислотное число, накапливаются продукты окисления, ухудшаются противозадир-

ные свойства. Скорость и глубина окисления масла зависят от длительности окисления. Термоокислительная стабильность оценивается двумя методами: по ГОСТ 23652, п.5.4. на шестеренной машине и на приборе типа ДК-НАМИ. Сущность первого метода заключается в окислении масла при 155°С в течение 50 ч и определении увеличения вязкости окисленного масла и содержания в нем веществ, нерастворимых в петролейном эфире или бензине. Метод аналогичен действующему в США методу CRC L-60. Сущность второго метода заключается в окислении масла при 140°С в течение 20 ч в присутствии медной пластинки и последующем определении изменения вязкости и массовой доли осадка, нерастворимого в петролейном эфире.

Физическая стабильность – показатель, характеризующий стабильность масла в процессе хранения. Определяется по квалификационному методу, сущность к-рого заключается в непродолжительном хранении масла, выдерживании его при высоких и низких т-рах, центрифугировании и определении изменения трибологических характеристик масла после центрифугирования. Физическая стабильность масла (или смеси масел) оценивается по изменению показателей, характеризующих противозадирные и противоизносные свойства верхнего и нижнего слоев масла после центрифугирования.

Механическая стабильность (деструкция) – показатель, характеризующий степень изменения (в %) кинематической вязкости масла при 100°С после ультразвукового воздействия на масло в течение 1 ч. Механическую стабильность (стабильность вязкости) оценивают по квалификационному методу на ультразвуковом диспергаторе УЗДН-2, после чего определяют кинематическую вязкость образца после «озвучивания» и рассчитывают процент деструкции. Необходимо отметить, что 1 ч ультразвукового воздействия на масло примерно равен 2-3 тыс. км пробега автомобиля.

В процессе эксплуатации трансмиссионного масла содержащиеся в нем полимерные присадки при значительных контактных напряжениях и высоких скоростях сдвига подвергаются деструкции, в связи с чем вязкость масла по сравнению с исходной снижается. Для контроля степени деструкции проводится оценка механической стабильности масла. После испытания на деструкцию кинематическая вязкость масла должна остаться в заявляемом классе вязкости.

Совместимость с резиновыми уплотнениями – показатель, характеризующий способность масла продолжительно контактировать с резиновыми деталями (сальниками, манжетами, прокладками и др.). Воздействие масла на резину оценивают по ГОСТ 9.030. Сущность метода состоит в действии испытуемого масла на стандартные резиновые образцы при заданных т-ре и продолжительности, после чего определяется их стойкость по изменению объема и массы.

Совместимость с другими маслами – показатель, характеризующий способность одного масла смешиваться с другим без ухудшения свойств смеси по сравнению с исходными маслами. Совместимость оценивают по квалификационному методу. Она имеет большое значение для прогнозирования возможности смешения различных сортов масел в процессе эксплуатации. Метод заключается в оценке основных эксплуатационных свойств смесей масел (в соотношении 90:10, 50:50, 10:90). Полученные результаты сравнивают по тем же показателям с исходными (смешиваемыми) маслами.

При определении совместимости исследуют следующие эксплуатационные свойства масел и их смесей:

- трибологические характеристики;
- термоокислительную стабильность;
- физическую стабильность;
- механическую стабильность;
- защитные свойства;
- коррозионное воздействие на медь;
- воздействие на резины различных марок.

Наибольшее применение в легковых и грузовых автомобилях, а также внедорожной технике (включая строительную, карьерную и сельскохозяйственную) получили трансмиссионные масла трех групп под условными названиями:

- *масла для механических коробок передач* (ТМ-4 или API GL –4);
- *гипоидные масла* (ТМ-5 или API GL–5 и API MT-1);
- *масла* (чаще их называют жидкости) *для автоматических коробок передач.*

Классификация трансмиссионных масел. Существуют различные системы классификации, установленные национальными и международными стандартами:

- *классификация трансмиссионных масел по ГОСТ 17479.2;*
- *классификация трансмиссионных масел API;*
- *классификация трансмиссионных масел SAE;*
- *спецификации на трансмиссионные масла.*

МАСЛА ДЛЯ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ ВАЛКОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ – масла для смазывания металлокерамических подшипников скольжения валкового оборудования (кашировальные машины, каландры, электроугольные вальцы, вариато-

ры печатных машин и др.) при переработке, в частности, пластмасс. Поры таких подшипников пропитываются смазкой, обеспечивающей работу узлов трения в режиме самосмазывания в условиях высоких температур (до 200-250°С) и повышенных нагрузок (до 5,0 МПа).

Надежность и долговечность работы подшипников в таких режимах зависит от качества и износостойкости антифрикционного материала подшипников и, безусловно, применяемой смазки.

ВИП-130 (ТУ 38.101619–76) – высокотемпературное масло для смазывания подшипников. Кинематическая вязкость 130 мм²/с при 100°С. Содержит в качестве базовых компонентов гидрированные поли-α-олефиновые масла, полибутен, октол-600 марки Б. Масло ВИП-130 рекомендовано к промышленному производству и, наряду с применением его для смазывания подшипников скольжения правильных цилиндров – валов в кашировальных машинах, может применяться для смазывания узлов трения другого валкового оборудования, работающего при высоких т-рах, напр. каландров, электроугольных вальцов, вариаторов печатных машин и т.д.

МАСЛА ДЛЯ ПОРШНЕВЫХ АВИАДВИГАТЕЛЕЙ – (см. также *Авиационные масла)*. В поршневых авиадвигателях масла работают в тяжелых условиях, создаваемых высокими т-рами в зоне поршневых колец внутренней части поршней клапанов и других деталей. Условия работы М.п.а. (попадание масла в камеру сгорания и в зону горения) аналогичны условиям работы в двигателях автомобильной техники. В качестве М.п.а. применяют высоковязкие масла, подвергнутые специальной очистке. Они должны иметь высокую смазочную способность, быть не агрессивными к металлам, сплавам и другим конструкционным материалам и обладать достаточной стабильностью к окислению при высоких т-рах и в условиях хранения.

МАСЛА ДЛЯ ПОРШНЕВЫХ И РОТАЦИОННЫХ КОМПРЕССОРОВ применяют для смазывания компрессоров, эксплуатируемых в различных отраслях промышленности и на транспорте. В поршневых и ротационных компрессорах смазочное масло находится в прямом соприкосновении со сжатым газом, имеющим высокую т-ру. Состав и свойства газа в значительной мере определяют требования к маслу и его работоспособность.

В поршневых компрессорах масла применяют для смазывания цилиндров и клапанов, а также в качестве уплотняющей среды для герметизации камеры сжатия.

Известны попытки сформулировать в виде национальных и международных стандартов требования к наиболее распространенным воздушным компрессорам.

Стандарт DIN 51506 предусматривает классификацию масел для воздушных компрессоров по степени напряженности работы:

• сорта VB, VB-L для всех воздушных компрессоров с конечной т-рой сжатия до 140°С;

• сорта VC, VC-L для стационарных воздушных компрессоров с конечной т-рой сжатия до 160°С и компрессоров, установленных на транспортных средствах, с т-рой нагнетания до 220°С;

• сорта VD, VD-L для стационарных воздушных компрессоров с конечной т-рой сжатия до 220°С и компрессоров, установленных на транспортных средствах, с т-рой нагнетания до 220°С.

Буква L в обозначении класса означает, что масло легировано присадками.

Таким образом, стандарт DIN 51506 в основу классификации полагает конечную т-ру компримируемого воздуха и не учитывает его давление.

Стандарт ISO 6743-3A предлагает следующую классификацию масел для воздушных компрессоров.

• Сорт DAA. Условия работы легкие. Для компрессоров, работающих в режиме пуск-остановка или с переменной производительностью, когда время остановок достаточно для охлаждения компрессора. Для непрерывно работающих компрессоров со степенью сжатия менее 3:1, т-рой нагнетания менее 160°С при давлении менее 10 атм и т-рой нагнетания менее 140°С при давлении более 10 атм.

• Сорт DAB. Условия работы средние. Для периодически работающих компрессоров, когда время остановок достаточно для охлаждения компрессора. Для непрерывно работающих компрессоров со степенью сжатия более 3:1, с т-рой нагнетания более 160°С при давлении менее 10 атм и т-рой нагнетания в пределах 140-160°С при давлении более 10 атм.

• Сорт DAC. Условия работы тяжелые. Параметры те же что и для среднего режима. Периодически или непрерывно работающие компрессора, в к-рых масла, предназначенные для среднего режима работы, дают сильные отложения нагара в нагнетательной линии.

Стандарт ISO 6521 излагает требования к маслам вышеперечисленных классов.

Таким образом, стандарт ISO 6743-3A вводит новые критерии оценки «тяжести» работы компрессора – давление нагнетаемого воздуха и степень сжатия на ступени. Очевидно также различие стандартов DIN 51506 и ISO 6743-3A в подходе к допустимым температурным пределам эксплуатации масел в воздушных компрессорах. Стандарт ISO 6743-3A не предполагает решения проблемы смазывания промышленных воздушных компрессоров при давлении более 10 атм и

т-ре нагнетания выше 160°С. В тоже время российская промышленность эксплуатирует значительный парк воздушных компрессоров среднего и высокого давления с гораздо более высокими т-рами нагнетания. Другая проблема стандартизации компрессорных масел – отсутствие международного лабораторного метода испытаний, позволяющего надежно прогнозировать образование нагаров в теплонапряженных воздушных компрессорах высокого давления. Не позволяют решить эту проблему и методы DIN 51352-1 и DIN 51352-2, используемые в упомянутых спецификациях на компрессорные масла.

Ассортимент. Основные марки: К-19, КС-19 – для поршневых компрессоров среднего и высокого давления; К3-10 и К3-10Н – для поршневых компрессоров с т-рой нагнетания до 200°С, а также ротационных компрессоров; К2-24, К3-20, К4-20, К2-220 – для смазывания тяжелонапряженных компрессоров высокого давления.

МАСЛА ДЛЯ РЕДУКТОРОВ ВЕРТОЛЕТОВ – см. *Масла для газотурбинных двигателей и редукторов вертолетов*.

МАСЛА ДЛЯ СТАНОВ ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ АЛЮМИНИЯ – масла для смазывания эксплуатируемых в жестких режимах работы узлов трения, гидросистем, а также СОЖ. К числу наиболее ответственных узлов станов относятся подшипники скольжения (ПЖТ) или подшипники типа Morgoil. Наряду с общими требованиями, они имеют ряд специфических особенностей, обусловленных характером выпускаемой продукции (фольга, тонкий лист, профиль и т.д.), высокими требованиями по чистоте поверхностей, отсутствию на них пятен нагара после отжига.

Подшипники типа Morgoil – подшипники скольжения закрытого типа. Благодаря использованию соответствующих конструкционных материалов они способны испытывать сравнительно высокие нагрузки в условиях жидкостного трения (давление – до 23 МПа, скорость скольжения – 35 м/с, частота вращения – 548 мин$^{-1}$).

Одним из важных требований, предъявляемых к маслам для подшипников прокатных станов, является совместимость с СОЖ, применяемой при прокатке алюминия и его сплавов. Совместимость должна проявляться в незначительном изменении физико-химических и эксплуатационных свойств СОЖ при попадании в нее масла в допустимых пределах. Так, в процессе прокатки алюминия при попадании масла в количестве не более 50% на алюминиевой полосе после отжига не должно оставаться пятен нагара.

ТМП-200 (ТУ 38 101691–91) – масло для ПЖТ типа Morgoil. Применение полибутенов с молекулярной массой до 3500 в качестве основы и октола 600 марки Б позволяет получить масла с повышенной нагрузочной способностью и улучшенными нагарообразующими свойствами и при отжиге металлов.

МПМ-50М и **МПМ-70М** (ТУ 38.4011175–2005) – масла для ПЖТ станов холодной прокатки алюминия, работающих при меньших нагрузках и более высоких скоростях прокатки.

МАСЛА ДЛЯ СТАЦИОНАРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ, работающих в составе дизель-генераторов на автономных или резервных электростанциях, или на приводе насосов на перекачивающих станциях. Выбирают из ассортимента масел для автотракторных, тепловозных или судовых дизелей в зависимости от конструкции, рабочего объема стационарного дизеля и используемого в нем топлива.

МАСЛА ДЛЯ СУДОВЫХ ДИЗЕЛЕЙ. В судовых дизелях используют остаточные топлива с высоким содержанием серы (2-5% масс.). Этим обусловлены высокие требования к нейтрализующей способности М.с.д.

В качестве силовых установок для морских судов доминируют два типа двигателей – двухтактные малооборотные (50-250 мин$^{-1}$) крейцкопфные дизели и двух- и четырехтактные среднеоборотные (400-2000 мин$^{-1}$) тронковые дизели.

Двухтактные малооборотные крейцкопфные дизели смазывают двумя маслами: одно – для смазывания цилиндра (цилиндровое), другое – для смазывания коленчатого вала, крейцкопфного механизма, турбокомпрессора (циркуляционное).

Среднеоборотные тронковые дизели смазывают только одним маслом, так как у них единая циркуляционная смазочная система.

Официальной классификации масел для судовых дизелей не существует, но есть их разделение по назначению и щелочному числу.

По назначению М.с.д. разделяют на следующие:

- *цилиндровые масла для крейцкопфных дизелей;*
- *циркуляционные (системные) масла для крейцкопфных дизелей;*
- *циркуляционные масла для тронковых дизелей.*

По щелочному числу М.с.д. разделяют на малощелочные, среднещелочные и высокощелочные. Цилиндровые масла в этом ряду имеют следующие значения щелочного числа: 8-16, 30-40 и 80-100 мг КОН/г, циркуляционные для тронковых дизелей соответственно 8-12, 18-25 и 30-40 мг КОН/г. В циркуляционных системах крейцкопфных дизелей применяют масла с щелочным числом 5-10 мг КОН/г.

МАСЛА ДЛЯ ТЕКСТИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ – нефтяные и синтетические масла с присадками, применяемые для смазывания узлов трения ме-

ханизмов, ткацких станков, высокоскоростных швейных машин и другого оборудования легкой промышленности.

К М.т.о. в зависимости от условий работы предъявляются соответствующие требования по вязкостно-температурным показателям, т-рам вспышки и застывания, противоизносным, антифрикционным свойствам, стабильности против окисления. К специфическим свойствам относится **смываемость масел с текстильной продукции.** Для ее оценки на образцы тканей стеклянной палочкой или пипеткой наносят «масляные пятна» эталонного и оцениваемого масла. Выдерживают образцы с нанесенными на ткань маслами в течение 10-15 мин, давая им возможность впитаться в ткань. Затем загрязненную поверхность обильно смачивают тампоном с приготовленным мыльным раствором, имеющим т-ру 50-60°С, и удаляют масляное пятно, протирая загрязненное место. После этого образцы тканей промывают теплой водой (40-50°С). Смываемость масел оценивается визуально.

Масло смазочное для пропитки спеченных колец прядильных и крутильных машин (ТУ 38.401102–90) применяется для пропитки металлокерамических подшипников из спеченного антифрикционного материала для узлов трения, где по тем или иным причинам невозможна регулярная подача смазочного материала, в частности для спеченных колец прядильных и крутильных машин. Основными требованиями к пропиточному маслу для такого вида подшипников являются высокая устойчивость против термоокисления, так как оно постоянно находится при повышенной т-ре и в тесном контакте с металлическими поверхностями и кислородом воздуха. В условиях работы спеченных самосмазывающихся подшипников, где длительность работы ограничена запасом смазки в порах, решающее значение имеет износостойкость пропитывающих масел. Кроме того, последние должны выполнять функции консервационных смазок для защиты пористых подшипников от влаги и кислорода воздуха. Поэтому желательно, чтобы применяемые для пропитки масла обладали антифрикционными и консервационными свойствами.

Текстимол 23 (ТУ 38.401162–87) – масло для смазывания узлов трения бесчелночного ткацкого оборудования отечественных станков марки СТБ и импортных фирмы «Зульцер» (Германия).

За рубежом некоторыми фирмами созданы масла на основе полиоксиалкиленгликоля для смазывания подшипников, передач, циркуляционных систем, работающих при высоких нагрузке и т-ре. Эти масла характеризуются хорошими стабильностью к окислению при высоких т-рах и противоизносными свойствами, имеют индекс вязкости 130-150, т-ру застывания от –30 до –36°С, хорошую смываемость водой.

И-Л-С-22 (вс) (ТУ 38.1011352–91) – нефтяное дистиллятное масло с композицией присадок для легконагруженных пар трения высокоскоростных швейных машин с частотой вращения вала до 10000 мин$^{-1}$.

И-Л-Д (вр) (ТУ 38.1011330–90) – нефтяное дистиллятное масло с композицией присадок и специальными эмульгирующими добавками, предназначенное для смазывания швейных и прядильных машин, трикотажных автоматов, ткацких станков.

МКМ-110 (ТУ 1011011–85), **МКМ-50** (ТУ 38.401107–91) – высокотемпературные масла для смазывания нагруженных механизмов. Представляют собой смесь остаточного очищенного масла и полибутена молекулярной массой 2500-4000 с добавлением композиции присадок, улучшающих эксплуатационные свойства. Предназначены для смазывания спеченных подшипников скольжения плавильных валков кашировальных машин, работающих в условиях высоких температур и повышенных нагрузок, а также для смазывания цепей сушильно-ширильных стабилизационных машин в текстильном производстве.

Направляющие цепи, подшипники валков, каландров и др. работают в условиях повышенных нагрузок, низких скоростей и высоких температур (до 200°С и выше). Для ширения и сушки плащевых и шелковых тканей применяются сушильно-ширильные и стабилизационные машины фирм «Кранц» (Германия) и «Элитекс» (Чехия), «Вакояма» (Япония). В зависимости от обрабатываемой ткани скорость цепей достигает 80 м/ч. Кроме того, при крашении тканей применяется различное валковое оборудование, на поверхности к-рого т-ра достигает 180°С.

Для перечисленного оборудования требуются специальные масла с повышенной термической и термоокислительной стабильностью, улучшенными смазочными свойствами.

За рубежом для указанных целей используют синтетические масла на основе полигликолей, олигомеров олефинов. Известно применение частично синтетических масел. Для смазывания направляющих цепей сушильно-ширильных и стабилизационных машин фирмой «Клюбер» (Германия) рекомендовано масло Кеттенойл Ф, представляющее собой минеральный компонент с добавкой.

МАСЛА ДЛЯ ТЕПЛОВОЗНЫХ ДИЗЕЛЕЙ. Для оценки эксплуатационных свойств М.т.д. не существует общепринятых методов. Изготовители тепловозных дизелей отбирают и испытывают масла,

основываясь на опыте эксплуатации и единственным способом получить допуск масла к применению является подтверждение уровня его свойств обширными эксплуатационными испытаниями. Большинство имеющихся на рынке М.т.д. соответствуют уровню категории API CD и обладают большим резервом щелочности, компенсирующей вредное влияние серы в применяемом топливе. Для предотвращения повреждения деталей на состав масла налагают некоторые ограничения, напр. по содержанию цинка.

Классификация М.т.д. В отличие от масел для автомобильных двигателей М.т.д. официально не классифицированы. В США LMOA принято подразделять масла на пять поколений, различающихся по *диспергирующей способности* и *щелочному числу* (**табл. М-9**). Они возрастают от первого до пятого поколения. Масла пятого поколения должны отвечать следующим требованиям:

• обеспечивать периодичность замены не менее чем через 180 дней при работе в дизелях с низким расходом масла, при среднем месячном пробеге 16 тыс. км или же потребляющих около 75 700 л в месяц топлива с содержанием серы до 0,5%;

М-9. Признаки поколений масел для тепловозных дизелей

Поколение	Диспергирующая способность	Щелочное число (нейтрализующая способность), мг КОН/г
1	Низкая	4-5
2	Умеренная	7
3	Умеренная	10
4	Высокая	13
5	Высокая	До 20

• удовлетворять требованиям производителей техники по антиокислительным, антикоррозионным и антифрикционным свойствам;

• успешно проходить все стендовые и эксплуатационные испытания, предусмотренные изготовителями двигателей.

С повышением диспергирующей способности и щелочного числа значительно возрастает пробег тепловозов до замены масла, уменьшается расход фильтрующих элементов масляных фильтров. Эти различия между маслами разных поколений многократно подтверждены эксплуатационными испытаниями.

В магистральных тепловозах обычно применяют масла вязкостного класса 14 по ГОСТ 17479.1 (SAE 40). В целях экономии топлива некоторые зарубежные железнодорожные службы и производители тепловозных дизелей разрешают применять загущенные масла классов SAE 15W-40, 20W-40 или менее вязкие класса SAE 30. На российских железных дорогах в двигателях магистральных тепловозов используют масла М-14$В_2$, М-14$Г_2$, М-14$Г_2$ЦС по ГОСТ 12337, М-14$Д_2$(у) по ТУ 38.301-41-181–2002.

МАСЛА ДЛЯ ТУРБОВИНТОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ. Турбовинтовые двигатели (ТВД) оснащены многоступенчатыми редукторами для передачи больших усилий и работают при высоких частотах вращения. Поэтому для ТВД применяют масла с более высокой вязкостью, чем для турбореактивных двигателей.

Требования, предъявляемые к маслам для ТВД:

• пологая вязкостно-температурная кривая и хорошая прокачиваемость при низких т-рах;

• высокие противоизносные и противозадирные свойства;

• устойчивость к окислению в условиях высоких температур (150–175°С) и контакта с воздухом и различными авиационными материалами;

• инертность по отношению к металлам, сплавам, резинам, покрытиям, клеям и др. конструкционным материалам;

• минимальные вспениваемость и испаряемость.

Применяют нефтяные и синтетические масла. Основные смазочные материалы – *маслосмеси авиационные* СМ-4,5, СМ-8, СМ-11,5 из маловязкого минерального масла типа МС-8п и высоковязкого остаточного масла МС-20, получаемые смешением на местах потребления.

МАСЛА ДЛЯ ТУРБОКОМПРЕССОРОВ. Для смазывания турбокомпрессорных машин в основном применяют турбинные масла. При выборе масла необходимо учитывать особенности его применения относительно требуемых противоизносных свойств. Внимательно рассмотреть возможные последствия попадания в масло компримируемого газа, провести испытания совместимости масла и газа в условиях моделирующих эксплуатационные. Для турбокомпрессоров применяется отечественное масло Кп8С.

МАСЛА ДЛЯ ТУРБОРЕАКТИВНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ – см. *Минеральные (нефтяные) авиационные масла* и *Синтетические авиационные масла*.

МАСЛА ДЛЯ ХИМИЧЕСКИХ ВОЛОКОН используются в текстильной промышленности в процессах авиважной обработки и замасливания, а также в качестве минерального растворителя текстильно-вспомогательных веществ (ТВВ). М.х.в. получают глубокой селективной очисткой. Иностранные производители предлагают для такого применения масла более глубокой очистки, получаемые гидрогенизационным способом.

Отечественной промышленностью выпускаются М.х.в. С-9, С-15, С-25 (ТУ 38.10133–01) и НЗМ-40 (ТУ 38.101785–79), различающиеся в основном уровнем вязкости.

Свойства М.х.в., характеризующие их качество, оцениваются показателями, приведенными в **табл. М-10.** Одним из основных показателей является цвет, к-рый определяется по оптической плотности на фотоэлектроколориметрах ФЭК-56М или КФК с применением светофильтра № 3 (синий), кюветы толщиной поглощающего слоя 10 мм и вазелинового масла по ГОСТ 3164. Перед проведением испытания исследуемый продукт фильтруют через бумажный фильтр для очистки продукта от механических примесей.

М-10. Показатели качества масел для химических волокон и методы их определения

Показатели	Характеризуемое свойство	Метод определения
НАЗНАЧЕНИЕ		
Плотность при 20°С	Реологические свойстеа	ГОСТ Р 51069, ASTM D 4052
Показатель преломления	Состав	ГОСТ 18995.2
Вязкость кинематическая	Реологические свойства	ГОСТ 33, ASTM D 445
Содержание механических примесей	Загрязненность	ГОСТ 6370
Содержание серы	Состае	ГОСТ 1437
Кислотное число	-"-	ГОСТ 5985
Зольность	-"-	ГОСТ 1461
Т-ра застывания	Реологические свойства	ГОСТ 20287, ASTM D 97
Содержание воды	Состав	ГОСТ 2477
Йодное число		ГОСТ 2070, метод А
Цвет		ГОСТ 20284
Фракционный состав	Эксплуатационные свойства	ГОСТ 10120
НАДЕЖНОСТЬ		
Гарантийный срок хранения	Стабильность показателей	Устанавливается изготовителем при соблюдении потребителем условий хранения по ГОСТ 1510
ЗКОЛОГИЧНОСТЬ		
ПДК паров вредных веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений	Воздействие на организм	Прибор УГ-2
Токсичность	-"-	ГОСТ 12.1.007 (ССБТ "Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности")
БЕЗОПАСНОСТЬ		
Т-ра вспышки в закрытом тигле	Пожаровзрывоопасность	ГОСТ 6356, ASTM D 93
Класс опасности	-	ГОСТ 12.1.005 (ССБТ "Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны")

Оптическую плотность измеряют следующим образом: в правый пучок света прибора помещают кювету с исследуемым продуктом, а в левый пучок – кювету с вазелиновым маслом. Индекс левого барабана устанавливается на нулевом делении шкалы оптической плотности (100% по шкале светопропусканий). Вращением круговых фотометрических клиньев стрелку гальванометра устанавливают на ноль (сначала при положении переключателя I, затем II).

В правый пучок света вводят кювету с вазелиновым маслом, при этом стрелка гальванометра отклоняется от нулевого положения. Вращением измерительных барабанов стрелку гальванометра вновь устанавливают по левому барабану. Оптическую плотность отсчитывают по левому барабану.

Измерение следует проводить несколько раз, подводя стрелку гальванометра к нулю, то справа, то слева. Из полученных отсчетов вычисляют средние значения оптической плотности.

МАСЛА ДЛЯ ХОЛОДНОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ, в частности для волочения и штамповки труб, профилей, проволоки из алюминия и его сплавов. Должны обладать высокими смазывающими свойствами, стабильностью в процессе обработки, не образовывать нагара при отжиге изделий, не быть токсичными.

Символ-80 – синтетическое масло для волочения труб из алюминия и его сплавов содержит в качестве основы полибутен молекулярной массой 800-1000 с вязкостью 200-350 мм²/с при 100°С. При использовании полибутена большей вязкости и молекулярной массы отсутствуют пятна при отжиге алюминиевых труб. Несмотря на низкую т-ру вспышки по сравнению с маслом цилиндровым тяжелым 52 разработанное масло по эксплуатационным свойствам превосходит его и не образует коксового остатка при отжиге труб, что исключает промывки труб керосином.

МАСЛА ДЛЯ ЧЕТЫРЕХТАКТНЫХ БЕНЗИНОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ – в отличие от моторных масел другого назначения характеризуются улучшенными диспергирующими, антипиттинговыми и противоизносными свойствами в условиях эластогидродинамического режима смазки, лучшими противоржавейными свойствами. Этим предотвращается образование низкотемпературных отложений и «*черного осадка*», обеспечивается защита от *износа*, *питтинга* и *задира* деталей механизма газораспределения, исключается коррозионное поражение чугунных и стальных деталей конденсатом *картерных газов* при коротких поездках в городе. Масла для четырехтактных бензиновых двигателей в большинстве случаев в сравнении с дизельными маслами имеют пониженную *сульфатную зольность*. Современные высококачественные масла для бензиновых двигателей – это *всесезонные*, *долгоработающие моторные масла*, совместимые с *катализаторами нейтрализации отработавших газов*.

М-11. Показатели качества масел-наполнителей и методы их определения

Показатели	Характеризуемое свойство	Метод определения
НАЗНАЧЕНИЕ		
Вязкость кинематическая	Реологические свойства	ГОСТ 33, ASTM D 445
Показатель преломления	Состав	ГОСТ 18995.2, ASTM D 1218
Т-ра застывания	Реологические свойства	ГОСТ 20287, ASTM D 97
Содержание воды	Состав	ГОСТ 2477
Зольность	-"-	ГОСТ 1461
Плотность	Реологические свойства	ГОСТ 3900, ASTM D 4052
Содержание серы	Состав	ГОСТ 1437
Кислотное число	-"-	ГОСТ 5985
Наличие водорастворимых кислот и щелочей	-"-	ГОСТ 6370
Стабильность против окисления	Эксплуатационное свойство	ГОСТ 5734 (см. также *Стабильность против окисления пластичной смазки*)
Содержание механических примесей	Загрязненность	ГОСТ 6370
Анилиновая точка	Состав	ГОСТ 12329
Вязкостно-весовая константа	-"-	ASTM D 2501
Цвет	-"-	ГОСТ 20284
БЕЗОПАСНОСТЬ		
Т-ра вспышки в открытом тигле	Пожаровзрывоопасность	ГОСТ 4333, ASTM D 92
Т-ра вспышки в закрытом тигле	-"-	ГОСТ 6356, ASTM D 93

МАСЛА-НАПОЛНИТЕЛИ. Свойства масел, установленные техническими условиями (**табл. М-11**), учитываются на стадии разработки и постановки на производство новых масел, в нормативно-технической документации на масла, а также при оценке качества продукции.

К основным физико-техническим показателям относятся вязкость, т-ра вспышки, групповой углеводородный состав, анилиновая точка, т-ра застывания, плотность.

Вязкость масла влияет на эластичные свойства резин и определяется молекулярной массой и групповым углеводородным составом. Она является показателем подвижности и летучести масла, кинематическая вязкость при 100°С изменяется в пределах 10-70 мм²/с. С увеличением вязкости масел возрастает вязкость вулканизаторов и относительное удлинение резин.

Классификация масел-наполнителей. Для классификации используется вязкостно-весовая константа (ВВК), увеличивающаяся пропорционально числу нафтеновых и ароматических колец (метод ASTM D 2501). Расчет ВВК основан на эмпирических зависимостях, связывающих групповой углеводородный состав масел и их физические свойства: вязкость и плотность.

По измеренным вязкости (ГОСТ 33, ASTM D 445) и плотности (ГОСТ 3900, ASTM D 4052) образца масла рассчитывают ВВК:

$$\text{ВВК}=\frac{\rho+0{,}0887-0{,}776\log\log(10\nu-4)}{1{,}082-0{,}72\log\log(10\nu-4)},$$

где ρ – плотность масла при 15,6°С (60°F), г/см³; ν – вязкость при 37,8°С (100°F), мм²/с.

Точные данные по ВВК можно получить, пользуясь другими уравнениями и другими температурными измерениями. Метод ASTM D 2501 дает некоторые из этих альтернатив.

Метод включает расчет, основанный на двух экспериментально определенных значениях.

МАСЛА-НАПОЛНИТЕЛИ ПАРАФИНО-НАФТЕНОВОГО ОСНОВАНИЯ применяются в производстве резино-технических изделий (РТИ), в основном, для наполнения каучуков, имеющих двойные связи (полибутадиен, бутилкаучук, сополимер этилена с пропиленом и т.д.). Отечественная промышленность выпускает следующие М-н.П-н.О.

НЕТОКСОЛ (ТУ 38.101999–84) – высокоочищенное дистиллятное масло, получаемое из малосернистых нефтей селективной очисткой, депарафинизацией и гидроочисткой соответствующей масляной фракции. Применяется в производстве резиновых изделий пищевого и медицинского назначения, а также в производстве резиновой обуви.

МП-75 (ТУ 38.101 545–80) – дистиллятное масло, получаемое из западно-сибирских нефтей селективной очисткой с последующей депарафинизацией и гидроочисткой. Применяют в производстве резиновых подошв и других резиновых изделий.

СТАБИЛПЛАСТ-62 (ТУ 38.101 545–80) получают путем селективной очистки масляного дистиллята из малосернистых нефтей с последующей депарафинизацией и доочисткой глиной или гидроочисткой. Применяют в производстве резиновой обуви и РТИ, в том числе цветоокрашенных резиновых изделий.

ПМ (ТУ 38.401172–90) – получают из дистиллятов малосернистых нефтей путем селективной очистки, депарафинизации и гидроочистки. Применяют в производстве шинных резин и РТИ.

СТАБИЛОЙЛ-18 (ТУ 38.101367–78) – композиция дистиллятного и остаточного компонентов масел селективной очистки из малосернистых нефтей. Применяют в производстве шинных ездовых камер, РТИ и других резиновых изделий на основе неполярных каучуков.

МП-873 (ТУ 38.401191-92) – получают из Ярегской нафтеновой нефти путем выделения целевой масляной фракции требуемого качества. Применяют в производстве губчатых изделий на основе латекса.

НАФТОПЛАСТ (ТУ 38.101936–83) – масляная фракция из Ярегской нефти нафтенового основания, выкипающая в пределах 340-410°С. Применяют в производстве РТИ общего назначения, в том числе из наирита, а также в производстве подошвенных резин и регенерата.

ПОЛИМЕРПЛАСТ (ТУ 38.101937–83) – масляная фракция из Ярегской нефти нафтенового основания, выкипающая в пределах 410-460°С. Применяют в производстве полимерных, битум-полимерных и битумных строительных материалов, а также в производстве РТИ общего назначения в процессах высокотемпературной вулканизации.

МПс и МПа (ТУ 38.401587–90) – применяют при изготовлении синтетических каучуков. Масло МПс из сернистых нефтей получают селективной очисткой и глубокой депарафинизацией; содержит антиокислительную присадку. Масло МПа вырабатывают из малопарафинистой нефти нафтенового основания путем селективной очистки.

МАСЛА ПЕРВОЙ ЗАПРАВКИ (FF Oils) – масла, заливаемые в двигатели новых автомобилей на заводах-изготовителях (Factory Fill Oils). Отличаются от масел, применяемых в процессе эксплуатации автомобилей (Service Fill Oils), тем, что первые обладают лучшими *защитными* и *приработочными свойствами*. Эти свойства обеспечивают дальнейшую приработку деталей новых автомобилей после короткой заводской обкатки на стенде и предотвращают *ржавление* чисто обработанных поверхностей в период от выпуска автомобиля до его продажи и начала эксплуатации, т.е. консервируют двигатель на то время, когда автомобили перевозят на открытых платформах или морских судах. Многие автомобилестроительные фирмы выпускают спецификации на масла первой заправки.

МАСЛА-ТЕПЛОНОСИТЕЛИ АМТ – высокотемпературные нефтяные масла, работоспособные при т-ре до 280-300°С, служат для поддержания и регулирования высокой т-ры, при к-рой протекают многие технологические процессы. Являются продуктами глубокой переработки нефти, в к-рых, благодаря соответствующим технологическим процессам, достигается высокое содержание ароматических углеводородов.

Аббревиатура АМТ означает ароматизированное масло-теплоноситель.

АМТ должны обладать:

• высокой термической стабильностью во избежание образования легких продуктов разложения, а также продуктов уплотнения;

• низкой т-рой застывания для удобства эксплуатации нагревательной установки;

• небольшой вязкостью для интенсивного теплообмена с теплообменной поверхностью, а также для удобства запуска нагревательной установки;

• минимальным агрессивным воздействием на конструкционные металлы и минимальной токсичностью;

• пожаро- и взрывобезопасностью (т-ры вспышки, воспламенения и самовоспламенения являются критериями пожаробезопасности теплоносителя);

• температурный предел эксплуатации ограничивают термическая стабильность и т-ра самовоспламенения.

Термическая стабильность. Органические теплоносители при высоких т-рах подвержены термическому разложению с образованием смолистых и легкокипящих продуктов. Термическое разложение в значительной степени зависит от т-ры граничного слоя, предельно-допустимое значение к-рой для масла АМТ составляет 340°С. Термическое разложение масла в первый период эксплуатации теплоносителя ухудшает его свойства, но в дальнейшем, после удаления продуктов разложения, они стабилизируются.

Наиболее термически стабильны ароматические углеводороды с короткими боковыми цепями и повышенной цикличностью (2-3 цикла).

Термическая стабильность – одно из основных свойств масла-теплоносителя. Ее оценивают термогравиметрическим методом, анализируя физико-химические изменения вещества под воздействием т-ры в окислительной или инертной среде, проявляющиеся в изменении массы и теплового эффекта процесса.

Термическая стабильность масла при термогравиметрических исследованиях оценивают по т-рам потери 5, 10, 25, 50, 75, 90% массы и по значениям потери массы при т-рах 200, 220, 250, 280, 300, 310°С. Также фиксируются т-ры начала потери массы ($T_н$) и интенсивной потери массы ($T_и$).

Т-ра самовоспламенения – один из критериев пожарной опасности теплоносителя, ограничивающий допустимый температурный предел нагрева масла-теплоносителя при его эксплуатации. Определяют по ГОСТ 12.1.044. Это наименьшая т-ра, при к-рой в условиях специальных испытаний наблюдается самовоспламенение вещества. Сущность метода определения т-ры самовоспламенения заключается во введении определенной массы вещества в нагретый объем и оценке результатов испытания. Изменяя т-ру испытания, находят ее минимальное значение, при к-ром происходит самовоспламенение.

Теплофизические свойства. Применение теплоносителя существенно зависит от его теплофизических свойств, поскольку они определяют процесс теплопередачи.

М-12. Теплофизические свойства АМТ при различных температурах

Т-ра, °С	Плотность, кг/м³	Вязкость, мм²/с	Теплопроводность, Вт/(м·К)	Теплоемкость, Дж/К
20	960	150	0,12	1599
50	945	28	0,118	1700
200	850	4,7	0,104	2211
300	780	0,4	0,093	2546

М-13. Показатели качества масел-теплоносителей АМТ и методы их определения

Показатели	Характеризуемое свойство	Метод определения
НАЗНАЧЕНИЕ		
Плотность при 20°С	Реологические свойства	ГОСТ Р51069, ASTM D 1298
Вязкость кинематическая	-"-	ГОСТ 33, ASTM D 445
Т-ра застывания	-"-	ГОСТ 20287, ASTM D 97
Показатель преломления	Состав	ГОСТ 18995.2
Содержание механических примесей	Загрязненность	ГОСТ 6370
Содержание воды	Состав	ГОСТ 2477
Кислотное число	-"-	ГОСТ 5985
Фракционный состав	Эксплуатационные свойства	ГОСТ 10120
Т-ра самовоспламенения	Эксплуатационные свойства и пожаровзрывобезопасность	ГОСТ 12.1.044 (ИСО 4589)
Термическая стабильность	Стабильность	По исследовательскому методу
НАДЕЖНОСТЬ		
Гарантийный срок хранения	Стабильность показателей	Устанавливается изготовителем при соблюдении потребителем условий хранения по ГОСТ 1510
ЭКОЛОГИЧНОСТЬ		
ПДК паров вредных веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений	Воздействие на организм	Прибор УГ-2
Токсичность	-"-	ГОСТ 12.1.007 (ССБТ "Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности")
Цвет	Внешний вид	ГОСТ 20284
БЕЗОПАСНОСТЬ		
Т-ра вспышки в закрытом тигле	Пожаровзрывобезоопасность	ГОСТ 6356
Класс опасности		ГОСТ 12.1.005 (ССБТ "Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны")

Теплофизические свойства определяются теплоемкостью и теплопроводностью, к-рые зависят от плотности и вязкости (**табл. М-12**).

Свойства масел-теплоносителей АМТ оцениваются показателями, приведенными в **табл. М-13.**

Ассортимент АМТ. Наиболее распространенными в отечественной практике являются два масла-теплоносителя АМТ-300 и АМТ-300 Т..

АМТ-300 (ТУ 38.401-58-358–2005) получают из экстракта селективной очистки дистиллятных масляных фракций с последующей селективной депарафинизацией и гидроочисткой. Оно представляет собой концентрат (до 90%) ароматических углеводородов и соединений. Применяется в качестве теплоносителя в жидкой фазе в закрытой системе, исключающей контакт горячего масла с воздухом, с интенсивной принудительной циркуляцией (теплообмен при вынужденном движении) при т-ре не выше 280°С.

АМТ-300 Т (ТУ 38.1011023–85) вырабатывается на основе экстракта тяжелого газойля каталитического крекинга (фракция 350-475°С) с последующей селективной депарафинизацией и доочисткой (адсорбционной или гидрокаталитической). Применяется в закрытых системах обогрева, оборудованных приспособлением для удаления легкокипящих продуктов разложения, к-рые могут образоваться при длительной работе теплоносителя. Предельно допустимая т-ра эксплуатации масла при интенсивной принудительной циркуляции 300°С.

МАСЛА УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ДЛЯ РЕДУКТОРОВ И ПОДШИПНИКОВ – масла для редукторов, подшипников скольжения и качения, а также др. механизмов оборудования металлургических, машиностроительных заводов, целлюлозно-бумажных комбинатов.

В связи с жесткими условиями эксплуатации (повышенные нагрузки, т-ры и скорости, воздействие агрессивных сред, паров, влажности, возможные загрязнения абразивными материалами, применение цветных сплавов) к маслам предъявляются повышенные требования по смазывающим свойствам, предохраняющим узлы трения от изнашивания и выхода из строя, по защитным свойствам, предупреждающим коррозию оборудования в присутствии проникнувшей влаги, по термоокислительной стабильности, обеспечивающей прозрачность и длительный срок службы без образования осадков, по деэмульгирующим и противопенным свойствам, предупреждающим образование стойкой водомасляной эмульсии и пены, по степени чистоты и фильтруемости через фильтры с тонкостью фильтрации 6-25 мкм.

Состоят из высокочищенных дистиллятных и остаточных масляных фракций с композициями присадок, улучшающих вязкостно-температурные, деэмульгирующие, противоизносные, антиокислительные, антикоррозионные, противопенные свойства и фильтруемость.

М.у.р.п. обозначаются в соответствии с *классификацией индустриальных масел по ГОСТ 17479.4*.

Серия И-Т-С (пр) (-100, -150, -220) (ТУ 0253-013-00151911–97) – универсальные масла для циркуляционных смазочных систем тяжело нагруженных узлов трения бумаго- и картоноделательных машин целлюлозно-бумажных комбинатов и оборудования машиностроительных и металлургических заводов, в том числе для смазывания подшипников жидкостного трения (ПЖТ) и редукторов высокоскоростных прокатных станов, в том числе фирмы «Скет» (Германия). Представляют собой нефтяные масла глубокой очистки с присадками. Заменяют соответствующие по вязкости масла: И-50А, МС-20, ИГП-49, ИГП-72, ИГП-91, ИГП-114, И-Т-Д-150. Применение этих масел обеспечивает высокие эксплуатационные свойства и фильтруемость.

Масло И-Т-С-320 (мт) (ТУ 0253-008-00151911–94) – масло для смазки методом масляного тумана и жидкой смазки металлургического оборудования, смонтированного в производственных помещениях. Представляет собой остаточное масло из сернистых нефтей селективной очистки с композицией присадок, улучшающих противозадирные, противоизносные, антиокислительные и антипенные свойства, эффективность туманообразования. Применение масла при экономичном расходе обеспечивает надежную работу подшипников качения валков прокатных станов, в том числе фирмы «Шлеман Зимаг» (Германия).

Масла ИГП-72, ИГП-91, ИГП-114 – для гидравлических систем тяжелого прессового оборудования и для смазывания шестеренчатых передач, средненагруженных зубчатых и червячных редукторов, в циркуляционных смазочных системах различного оборудования. Высокоиндексные базовые масла селективной очистки из сернистых нефтей серии ВИ (ТУ 38.101308–97 с изм. 1) предназначены для применения в качестве основ при изготовлении индустриальных масел ИГП с присадками.

Масла ИГП-152, ИГП-182 – для смазывания нагруженных зубчатых и червячных передач, коробок скоростей, редукторов и других узлов. Высокоиндексные базовые масла селективной очистки из сернистых нефтей серии ВИ (ТУ 38.101308–97 с изм. 1) предназначены для применения в качестве основ при изготовлении индустриальных масел ИГП с присадками.

МАСЛОЗАБОРНИК – элемент *смазочной системы двигателя*, погружающийся в объем масла, находящегося в поддоне *картера «мокрого»*, и этим обеспечивающий непрерывное всасывание масла насосом при понижении уровня масла из-за его расхода или колебаниях уровня при разгоне, торможении автомобиля, его движении на подъем или под уклон. Маслозаборник оснащен сетчатым фильтром, исключающим попадание в маслонасос посторонних предметов и крупных загрязнений.

МАСЛО ОТРАБОТАННОЕ – см. *Отработанное масло*.

МАСЛООЧИСТИТЕЛЬ ЦЕНТРОБЕЖНЫЙ. К М.ц. относятся центрифуги и сепараторы. В этих агрегатах очищаемое масло проходит через силовое поле, в к-ром загрязнения (твердые и жидкие), имеющие плотность больше, чем плотность масла при данной т-ре, отделяются от масла, образуя осадок. М.ц. эффективнее очищают масло при повышении т-ры, так как при этом уменьшаются его вязкость и плотность.

МАСЛООЧИСТИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА – элементы смазочной системы двигателя или автономные агрегаты, работающие непрерывно или периодически. К первым относятся сетки маслоприемника, *полнопоточные фильтры* грубой и тонкой очистки, полнопоточные приводные и реактивные центрифуги, полости шатунных шеек коленчатого вала, оборудованные маслозаборными трубками, *неполнопоточные* (байпасные) *фильтры* тонкой очистки и неполнопоточные центрифуги. Ко вторым относятся сепараторы и автономные фильтры. Иногда используют дополнительные байпасные фильтры сверхтонкой очистки масла в смазочной системе двигателя для увеличения времени бессменной работы масла и лучшей защиты двигателя от износа. При этом увеличивается объем масла в смазочной системе и поверхность теплоотдачи от масла к воздуху, что приводит к уменьшению нагрузки на масло и снижает его т-ру в объеме. Для извлечения из масла *ферромагнитных частиц*, попадающих в него вследствие *износа* стальных и чугунных деталей, иногда в корпусах фильтров и на сливной пробке поддона картера устанавливают постоянные магниты.

МАСЛОРАСТВОРИМЫЙ ИНГИБИТОР КОРРОЗИИ (АКОР-1, КП, КП-2, БМП, В 15/41, АЯА, СИМ, Сламин, Мифол, ВНХ-1, ВНХ-5, ВНХ-101 и др.) – ПАВ, полностью растворимое в углеводородах (маслах) благодаря углеводородному радикалу, характеризующееся наивысшей полярностью и поверхностной активностью в малополярных углеводородных средах.

В химмотологии и в *коррозиологии* применительно к углеводородным средам различают М.и.к., к-рые также называют *защитными присадками* и *антикоррозионными присадками*. М.и.к. вводят в нефтепродукты для улучшения их *защитных свойств*, т.е. с целью улучшения способности нефтепродуктов защищать металл от воздействия *коррозионной среды*, главным образом, в тонкой пленке при превалирующем проте-

кании *электрохимической коррозии*. Антикоррозионные присадки вводят в нефтепродукты для уменьшения или предотвращения *коррозионной агрессивности нефтепродуктов*, главным образом, в их объеме при превалирующем влиянии *химической коррозии*. Различать М.и.к. и антикоррозионные присадки следует не только в теоретическом, но и в практическом плане. Так многие М.и.к. (амины, имидазолины, основания Манниха, алкенилсукцинимиды, жирные кислоты и др.) усиливают химическую коррозию цветных металлов, напр. вкладышей подшипников двигателей внутреннего сгорания. Аналогично этому многие антикоррозионные присадки (сульфиды, диалкилдитиофосфаты и др.) ухудшают защитные свойства масел.

Согласно толкованию Ю.Н.Шехтера о механизме действия М.и.к. и деления их на *ингибиторы акцепторного, донорного* и *экранирующего действия*, на активных для данного М.и.к. участках металла (анодных или катодных) происходит его хемосорбция, а остальная часть поверхности покрывается адсорбционной пленкой тем более прочной, чем теснее происходит смыкание углеводородных радикалов экранирующих ингибиторов, чем более разветвленными являются углеводородные цепи вблизи функциональных групп молекул М.и.к.

Принципиальным отличием механизма действия М.и.к. и *водорастворимых ингибиторов коррозии* является то, что М.и.к. действуют преимущественно за счет размыкания цепи *электрохимической коррозии* в результате замены полярной фазы электролита на поверхности металла на адсорбционно-хемосорбционный слой органических веществ. Полярные М.и.к. вытесняют воду с поверхности металла в результате избирательной адсорбции на наиболее активных его участках с постепенным распространением по всей поверхности и одновременным закреплением на металле в виде хемосорбционных соединений. Таким образом, характерной особенностью М.и.к. является гидрофобизация поверхности и увеличение краевого угла смачивания каплей воды пленки продукта, содержащего М.и.к.

В качестве М.и.к. широкое распространение получили нефтяные и синтетические алкилбензолсульфонаты щелочных и щелочноземельных металлов, нитрованные масла и другие нитрованные нефтепродукты, окисленные нефтепродукты, высокомолекулярные фосфаты, их соли, алкенил- и алкилсукцинимиды, соли алкенилянтарной кислоты, высокомолекулярные алифатические и ароматические амины, амиды, имиды, производные аминов, органических кислот, имидозалины, основания Манниха и другие соединения.

М.и.к. является одним из основных компонентов (5–20% масс.) *консервационных масел* и *смазок, пленкообразующих ингибированных нефтяных составов* и *защитных водовытесняющих составов*. Содержание М.и.к. в рабоче-консервационных маслах, как правило, не превышает 5% масс. В топлива для придания защитных свойств М.и.к. добавляют в количестве 0,001–0,1% масс.

МАСЛОРАСТВОРИМЫЙ ИНГИБИТОР КОРРОЗИИ АКЦЕПТОРНОГО ДЕЙСТВИЯ (БМП, СИМ) – маслорастворимое ПАВ (*катодный ингибитор коррозии*), являющееся акцептором электронов в результате хемосорбционного взаимодействия с металлом. М.и.к.а.д. содержат в своем составе группы с положительным суммарным электронным эффектом: $–NH_2$, –NH, –Me, –OH и др. Эти ингибиторы коррозии более полярны по сравнению с *маслорастворимыми ингибиторами коррозии донорного действия*. Они образуют хемосорбционные соединения, что подтверждается электрохимическими и электронографическими исследованиями, фиксируется по эффекту последействия и устойчивости защитной пленки при высоких т-рах. М.и.к.а.д. несут на своих активных группах положительный заряд и предпочтительнее адсорбируются на отрицательных металлах или их участках (на катодных участках корродирующего металла).

Большая часть М.и.к.а.д. хорошо защищает черные металлы, но усиливает коррозию цветных металлов, что объясняется способностью аминов, амидов, имидов образовывать с ионами магния, меди, синца и др. металлов маслорастворимые комплексные соединения. В результате, особенно при трении, происходит интенсивная коррозия цветных металлов.

МАСЛОРАСТВОРИМЫЙ ИНГИБИТОР КОРРОЗИИ ДОНОРНОГО ДЕЙСТВИЯ (АКОР-1, КСК, алкилбензолсульфонат Ca, Na, Ba) – маслорастворимое ПАВ (*анодный ингибитор коррозии*), являющееся донором электронов в результате хемосорбционного взаимодействия с металлом. Содержат в своем составе активные группы с сильным отрицательным суммарным электронным эффектом: $–NO_2$, $–SO_3H$. Эти ингибиторы коррозии достаточно полярны и адсорбируются, прежде всего, на положительно заряженных участках (на анодных участках корродирующего металла). Защищают как черные, так и цветные металлы. Образуемые ими хемосорбционные соединения не растворяются в масле, а хемосорбционная фаза имеет значительную энергию связи с металлом. Об образовании хемосорбционной фазы свидетельствуют электрохимические и электронографические исследования, ярко выраженный эффект последействия на черных и цветных металлах, сохранение защитной эффективности при высоких т-рах.

МАСЛОРАСТВОРИМЫЙ ИНГИБИТОР КОРРОЗИИ ХЕМОСОРБЦИОННОГО ТИПА – см. *Маслорастворимый ингибитор коррозии акцепторного действия* и *Маслорастворимый ингибитор коррозии донорного действия.*

МАСЛОРАСТВОРИМЫЙ ИНГИБИТОР КОРРОЗИИ ЭКРАНИРУЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ (окисленный петролатум, окисленный церезин МНИ-5, МНИ-7, АЯА, КАП-25, соль СЖК и мочевины) – маслорастворимое ПАВ, взаимодействие к-рого с поверхностью металла связано с физическим процессом адсорбции и определяется, в основном, *Ван-дер-Ваальсовыми силами*. Это наименее полярные соединения по сравнению с маслорастворимыми ингибиторами коррозии хемосорбционного типа. Образуют на металле адсорбционные пленки, к-рые удаляются растворителем, не обладают эффектом последействия и не выдерживают повышенных температур из-за тепловой десорбции с поверхности металла.

М.и.к.э.д. имеют определенные преимущества перед ингибиторами коррозии хемосорбционного типа, что делает их незаменимыми в *комбинированных ингибиторах коррозии* и композициях *защитных материалов*. Прежде всего они обладают хорошими водовытесняющими и водоудерживающими свойствами, необходимым быстродействием, а также проявляют синергетический эффект усиления защитных свойств при сочетании их с ингибиторами коррозии донорного и акцепторного действия.

МАСЛОСМЕСИ АВИАЦИОННЫЕ. Так как маловязкие моторные масла имеют недостаточную смазывающую способность, а высоковязкие нефтяные масла обладают неудовлетворительными низкотемпературными свойствами, то для преодоления этих недостатков широко применяют смеси масел. До недавнего времени М.а. готовили путем смешения двух масел непосредственно на месте потребления (на аэродромах, в летных частях и т.п.). В последние годы освоено промышленное производство М.а., что упростило эксплуатацию техники и повысило безопасность полетов. Применяют М.а. для турбовинтовых двигателей (ТВД) самолетов (СМ-11,5, СМ-8 и СМ-4,5), для шарниров втулок винтов и агрегатов трансмиссии вертолетов (СМ-9 и СМ-50/50) и центрального редуктора управления закрылками и редуктора механизма перестановки стабилизатора самолетов ЯК-40 и ЯК-42 (СМ-6).

Ассортимент. СМ-4,5 (ОСТ 54-3-175-72–99) – смесь авиационных масел МС-8п и МС-20 в соотношении 75:25% масс. Предназначена для применения в ТВД самолетов типа АИ-20, АИ-24.

СМ-6 (ТУ 0253-001-49878493–2005) – смесь из 40% об. масла для гипоидных передач ТСгип и 60% об. масла АМГ-10. Предназначена для смазывания центрального редуктора управления закрылками и редуктора механизма перестановки стабилизатора самолетов ЯК-40 и ЯК-42.

СМ-8 (ТУ 0253-001-49878493–2005) – смесь авиационных масел МС-8п и МС-20 в соотношении 50:50% масс. Используется на ТВД самолетов и для летней (до –10°С) эксплуатации в вертолетах МИ-6 и МИ-8.

СМ-9 (ТУ 0253-001-49878493–2005) – смесь из 67% об. масла для гипоидных передач ТСгип и 33% об. масла АМГ-10. Предназначена для смазывания шарниров втулок винтов и агрегатов трансмиссии вертолетов.

СМ-11,5 (ТУ 0253-001-49878493–2005) – смесь авиационных масел 25% масс. масла МС-8п и МС-20 в соотношении 25:75% масс. Используется на турбовинтовых двигателях самолетов и для зимней эксплуатации в вертолетах МИ-6 и МИ-8.

СМ-50/50 (ТУ 0253-001-49878493–2005) – смесь из 50% об. масла для гипоидных передач ТСгип и 50% об. масла АМГ-10. предназначена для смазки шарниров втулок винтов и агрегатов трансмиссии вертолетов.

МАСЛЯНАЯ ПЛЕНКА (ISO 1998/1) – тонкий слой смазочного материала, находящийся между двумя твердыми, перемещающимися друг относительно друга, поверхностями и препятствующий непосредственному контакту между ними.

МАСЛЯНИСТОСТЬ – см. *Смазывающая способность.*

МАСЛЯНОЕ ГОЛОДАНИЕ – режим работы подшипника, в к-ром в результате каких-либо причин смазочный слой настолько истончается, что не может создавать сплошную пленку. Возникновение режима масляного голодания неблагоприятно сказывается на длительности работоспособности подшипника.

Режим масляного голодания может наступить в следующих случаях:

- превышение предельных для данной смазки параметров трения;
- превышение предельной для данной смазки т-ры;
- применение смазки, имеющей слишком высокую вязкость для данных условий эксплуатации.

Для более вязких жидкостей режим масляного голодания наступает при меньшей предельной быстроходности.

МАСЛЯНЫЕ СОТС могут содержать жировые, противоизносные, противозадирные и другие присадки, а также не содержать их. Основу (до 50-98% масс.) М.СОТС составляют нефтяные, синтетические или растительные масла, или продукты химической переработки растител-

ных масел (жирные кислоты, эфиры жирных кислот) или их смеси. В настоящее время наметилась тенденция к использованию в качестве основы СОТС синтетических и природных сложных эфиров, к-рые являются безопасным воспроизводимым сырьем. При выборе базовых компонентов масляных СОТС для обработки металлов резанием предпочтение отдается маслам с максимально высоким содержанием парафиновых, изопарафиновых, нафтеновых и минимальным – ароматических углеводородов. Низкоароматические масла проявляют меньшую склонность к нагаро- и лакообразованию, имеют повышенную стабильность против окисления, мало изменяют вязкость в зависимости от т-ры, имеют меньшую токсичность и лучший внешний вид. Они нейтральны к лакокрасочным покрытиям станков и оказывают меньшее отрицательное влияние на резиновые детали металлорежущего оборудования. Обычно вязкость масел для изготовления масляных СОТС составляет 5-50 ед. ISO YG по ISO 3448 или DIN 5159. Маловязкие (1,4-4 и 4-10 мм²/с при 50°С) высокоочищенные масла и узкие нефтяные фракции с т-рой вспышки выше 100°С используются в качестве основы СОТС для хонингования, шлифования, глубокого сверления и др., где охлаждение, смачивание и смывание стружки играют первостепенную роль. Такие масла используют для замены пожароопасных керосина, дизельного топлива и масляно-керосиновых смесей, применяемых в качестве СОТС.

М-14. Основные технические требования к качеству нефтяных масел для масляных СОТС, применяемых при обработке металлов

Показатели	Кинематическая вязкость нефтяных масел при 50°С, мм²/с									
	2-4	4-6	6-10*	10-14	10-18 (14-18)	16-18	15-20	20-25	25-30	30-35
Цвет, ед. ЦНТ, не выше	-	0,5	1,0	1,5	-	-	2,0	-	-	-
Индекс вязкости, не ниже	-	-	-	-	-	-	95	95	95	95
Содержание водорастворимых кислот и щелочей	Отсутствие									
Кислотное число, мг КОН/г не более	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Содержание,% масс.:										
механических примесей	Отсутствие									
воды	Отсутствие									
серы, не более	0,2	0,1	0,2	1,0	0,2	1,0	1,0	1,0	0,3	1,0
ароматических углеводородов, не более	15	-	15	10	15	10	15	15	15	18
Температура, °С:										
вспышки, не ниже	120	140	150	180	170	190	180	185	210	215
застывания, не выше	-15	-15	-30	-20	-30	-15	-15	-15	-10	-15

Особенные требования предъявляются к М.СОТС для проката алюминиевой ленты и фольги. Их основа должна иметь узкий фракционный состав и высокую т-ру вспышки, так как наиболее легкая (низкокипящая) часть СОТС может в процессе эксплуатации быстро испаряться, что приводит к увеличению вязкости и расхода СОТС, повышению пожароопасности и загрязнению окружающей среды. Кроме того, СОТС должны обладать необходимыми трибологическими характеристиками, равномерно растекаться по поверхности листа и не давать нагара при низкотемпературном отжиге алюминиевого рулона.

Жидкости с более высокой вязкостью используются при необходимости высоких трибологических характеристик, *адгезии* и *демпфирующего действия СОТС*. Основные требования к качеству нефтяных масел для основных видов обработки металлов приведены в **табл. М-14**.

Выбор базовых компонентов и присадок – см. *Жидкие СОТС*.

МАСЛЯНЫЙ РАДИАТОР – теплообменный агрегат, в к-ром масло охлаждается, отводя теплоту к охлаждающей жидкости и в окружающий воздух. В некоторых двигателях необходимо поддерживать т-ру масла в заданных пределах или ограничивать его максимальную т-ру. Это достигается автоматическим регулированием потока масла через радиатор или регулированием потока охлаждающей среды.

МАСЛЯНЫЙ ФИЛЬТР ГРУБОЙ ОЧИСТКИ – полнопоточный *маслоочиститель*, предназначенный для предотвращения попадания в смазочную систему крупных частиц загрязнений размером порядка 0,08-0,15 мм и более. Наиболее распространены фильтры, в к-рых масло проходит через металлическую сетку или ткань из синтетического материала.

МАСЛЯНЫЙ ФИЛЬТР ТОНКОЙ ОЧИСТКИ – полнопоточный или частично поточный *маслоочиститель*, предназначенный для очистки масла от частиц загрязнений размером от 1-8 до 25-40 мкм. Вместе с этими частицами на элементах М.ф.т.о. осаждаются адсорбированные на них продукты окисления масла и некоторое количество *моющедиспергирующих присадок*. Фильтрующие мате-

риалы – специальные бумаги и синтетические материалы, имеющие требующийся размер пор, малое гидравлическое сопротивление и достаточную прочность, чтобы выдерживать перепад давления. В целях достижения малых габаритов и достаточной фильтрующей поверхности фильтрующие материалы в элементах укладываются в виде многолучевой звезды или спирали. Тонкость отсева частиц, загрязняющих масло, несколько улучшается по мере заполнения пор фильтрующего материала отложениями, но пропускная способность фильтра снижается. Часть продуктов окисления масла растворима в нем при т-ре выше 70-80°С, а ниже этой т-ры становятся нерастворимыми и задерживаются М.ф.т.о.

МАССОВАЯ ДОЛЯ ВЛАГИ В УГЛЕ. Определение влагосодержания проводится по ГОСТ 12597 путем сушки навески угля в сушильном шкафу до постоянной массы при 120°С. При этом фиксируют потерю массы.

МАССОВАЯ ДОЛЯ ВОДОРАСТВОРИМОЙ ЗОЛЫ В УГЛЕ. Определяют массу сухого остатка, полученного после выпаривания воды с экстрагированными в процессе кипячения веществами угля.

Содержание водорастворимых соединений железа. Первоначально навеску угля озоляют. Полученную золу обрабатывают растворами слабых кислот при кипячении. Далее проводят качественно-количественный сравнительный анализ на присутствие железа в растворах после кислотной обработки анализируемого угля и исходного эталонного угля различными индикаторами до одинаковой окраски сравниваемых растворов. Массовую долю железа в пересчете на железо вычисляют в процентах по ГОСТ 4453.

МАССОВАЯ ДОЛЯ ЗОЛЫ В УГЛЕ. Зольность активных углей определяется прокаливанием навески, помещенной в фарфоровый тигель, в электрической муфельной печи при 850°С. Хорошо воспроизводимые значения получают по ГОСТ 12596.

МАССОВАЯ ДОЛЯ КРЕМНИЯ, ВАНАДИЯ И ЖЕЛЕЗА В КОКСЕ (ГОСТ 22898, п. 4.9). Аналитическую пробу кокса, отобранную по ГОСТ 16799, массой не менее 100 г тщательно перемешивают, из разных мест отбирают навеску массой 5 г, помещают в сухой платиновый тигель и озоляют при 850±20°С. С целью ускорения озоления пробы кокса допускается подача кислорода или воздуха в рабочее пространство муфельной печи.

При массовой доле ванадия менее 0,01% навеску увеличивают до 10 г. Содержание элементов определяют параллельно из двух навесок кокса.

После озоления тигель вынимают из муфеля, охлаждают, к остатку прибавляют 2 г безводного углекислого натрия, тщательно перемешивают платиновой или стеклянной палочкой и сверху засыпают еще 1 г углекислого натрия. Тигель помещают в муфельную печь с т-рой 900±25°С и сплавляют содержимое до получения однородного плава в течение 10-15 мин. Затем тигель вынимают из муфеля и охлаждают на воздухе.

Тигель с плавом помещают в термостойкий стакан объемом 250 см³ и заливают 70-80 см³ горячей дистиллированной воды. Стакан закрывают часовым стеклом и помещают на электрическую плитку для растворения плава. При этом соли кремния и ванадия переходят в раствор, а в осадке остаются соли железа. Стакан снимают с плитки, тигель вынимают щипцами и тщательно обмывают горячей дистиллированной водой, собирая промывную воду в стакан. Содержимое стакана фильтруют, осадок на фильтре 6-8 раз промывают горячим раствором углекислого натрия. Фильтрат переносят в мерную колбу вместимостью 250 см³, охлаждают, доводят холодной дистиллированной водой до метки и тщательно перемешивают (раствор 1). Из раствора 1 определяют содержание кремния и ванадия.

Фильтр с осадком помещают в тот же термостойкий стакан и заливают раствором соляной кислоты 1:1 в количестве 20 см³.

После растворения плава в воде на стенках платинового тигеля остается кольцеобразный налет коричневого цвета. Его смывают раствором соляной кислоты 1:1 с помощью стеклянной палочки, обернутой кусочком беззольного фильтра, и переносят в стакан с осадком. Платиновый тигель обмывают 2-3 раза дистиллированной водой над стаканом с осадком. Если осадок растворяется плохо, то стакан помещают на электрическую плитку и нагревают 15-20 мин до просветления.

После охлаждения раствор фильтруют в мерную колбу вместимостью 250 см³, фильтр промывают 2-3 раза дистиллированной водой. Объем фильтрата доводят дистиллированной водой до метки (раствор 2). В растворе 2 определяют содержание железа.

Определение массовой доли кремния. Для построения градуировочного графика готовят эталонный раствор кремния. Навеску двуокиси кремния массой 0,0214 г, взвешенную с погрешностью не более 0,0002 г, предварительно прокаленную в течение 2 ч при 500°С, смешивают в платиновом тигеле с 2 г безводного углекислого натрия, сверху насыпают еще 1 г углекислого натрия и сплавляют в муфельной печи при 900±25°С до получения однородного плава. Тигель вынимают из муфельной печи, охлаждают, помещают в термостойкий стакан вместимостью 250 см³, заливают 70-80 см³ горячей дистиллированной воды и помещают на электрическую плитку до полного растворения плава. Тигель вы-

нимают из стакана, обмывают горячей дистиллированной водой.

Содержимое стакана переносят в мерную колбу вместимостью 1000 мл, охлаждают, доводят дистиллированной водой до метки, после чего переливают в полиэтиленовый сосуд. 1 см³ раствора содержит 0,01 мг кремния. Из этого раствора в колбы вместимостью 100 см³ пипетками наливают 1, 2, 3, 4, 5, 7, 10 см³ раствора, обмывают горлышко и стенки колб небольшим количеством дистиллированной воды, нейтрализуют по фенолфталеину 1Н раствором серной кислоты (H_2SO_4)=1моль/дм³, доводят дистиллированной водой до объема 20 см³ и приливают 5 см³ 1Н раствора H_2SO_4. В каждую колбу приливают по каплям 10 см³ свежеприготовленного раствора молибденовокислого аммония. Раствор тщательно перемешивают, выдерживают 10 мин, а затем небольшими порциями приливают 25 см³ 9Н раствора серной кислоты и 10 см³ раствора аскорбиновой кислоты, доводят дистиллированной водой до метки и еще раз тщательно перемешивают. Через 10 мин измеряют оптическую плотность раствора на фотоэлектроколориметре, применяя светофильтр, работающий в области длин волн 600±10 – 700±5 нм, и кювету с толщиной колориметрируемого слоя 50 мм, по отношению к контрольному раствору. Контрольный раствор готовят так же, как эталонный, но без навески двуокиси кремния. Для построения каждой точки графика вычисляют среднее значение оптической плотности трех параллельных определений.

Для построения графика на оси абсцисс откладывают значения концентрации растворов кремния в граммах на 100 см³, а по оси ординат – соответствующие значения оптической плотности. Градуировочный график должен иметь вид прямой линии, к-рый проверяют один раз в три месяца.

Аликвотную часть исследуемого раствора 1 (подбирают так, чтобы оптическая плотность была в пределах 0,1-0,7) переносят в мерную колбу вместимостью 100 см³, нейтрализуют по фенолфталеину 1Н раствором H_2SO_4 и доводят дистиллированной водой до объема 20 $см_3$.

Далее прибавляют 5 см³ 1Н раствора H_2SO_4, по каплям 10 см³ свежеприготовленного раствора молибденовокислого аммония и тщательно перемешивают. Через 10 мин небольшими порциями приливают 25 см³ 9Н раствора H_2SO_4 и 10 см³ раствора аскорбиновой кислоты, доводят дистиллированной водой до метки, еще раз тщательно перемешивают и спустя 10 мин измеряют оптическую плотность раствора на фотоэлектроколориметре, применяя красный светофильтр (длина волны 650-700 нм) и кювету с толщиной колориметрируемого слоя 50 мм. Контрольный раствор готовят так же, как и исследуемый, с той же аликвотной частью, но без золы анализируемого кокса.

Концентрацию исследуемого раствора определяют по градуировочному графику.

Определение массовой доли ванадия. Для построения градуировочного графика готовят эталонный раствор ванадия. Навеску пятиокиси ванадия 0,1785 г, взвешенную с погрешностью не более 0,0002 г, предварительно прокаленную в течение 2 ч при 400-500°С, растворяют в термостойком стакане в 10 см³ раствора гидроокиси натрия при нагревании. После охлаждения раствор нейтрализуют по фенолфталеину раствором соляной кислоты и дают небольшой избыток ее до слабого пожелтения раствора. Раствор переносят в мерную колбу вместимостью 500 см³, доводят дистиллированной водой до метки и тщательно перемешивают. Отбирают пипеткой 50 см³ этого раствора, переносят в мерную колбу вместимостью 200 см³ и доводят дистиллированной водой до метки. 1 см³ раствора содержит 0,05 мг ванадия. Из этого раствора в колбы вместимостью 100 см³ пипетками наливают 1, 2, 3, 5, 7, 10 см³ раствора, содержащего известные количества ванадия, доводят дистиллированной водой до объема 40-45 см³. В каждую из колб приливают по 2 см³ раствора ортофосфорной кислоты, тщательно перемешивают, прибавляют по 1 см³ раствора вольфрамовокислого натрия, снова тщательно перемешивают и добавляют дистиллированную воду до метки. Через 10 мин измеряют оптическую плотность раствора на фотоэлектроколориметре, применяя синий светофильтр (длина волны 400-430 нм) и кювету с толщиной колориметрируемого слоя 50 мм, по отношению к контрольному раствору. Контрольный раствор готовят так же, как эталонный, но без навески пятиокиси ванадия. Для построения каждой точки графика вычисляют среднее значение оптической плотности трех параллельных определений.

Для построения графика на оси абсцисс откладывают значения концентрации растворов ванадия в граммах на 100 см³, а по оси ординат – соответствующие значения оптической плотности. Градуировочный график должен иметь вид прямой линии.

Аликвотную часть раствора 1 переносят в мерную колбу вместимостью 100 см³, приливают 2-3 капли фенолфталеина, нейтрализуют раствором соляной кислоты до исчезновения малинового окрашивания и дают избыток ее 2-3 капли. Приливают 2 см³ раствора ортофосфорной кислоты, тщательно перемешивают, затем прибавляют 1 см³ вольфрамовокислого натрия, снова тщательно перемешивают и доводят дистиллированной водой до метки.

Примечание. При помутнении окрашенного раствора необходимо отделить основную массу кремниевой кислоты до измерения оптической плотности. Для этого повторно отбирают аликвотную часть раствора 1 в термостойкий стакан вместимостью 100 см³, нейтрализуют по фенолфталеину раствором соляной кислоты, отфильтровывают в мерную колбу вместимостью 100 см³. Тщательно обмывают стакан и осадок на фильтре водой, собирая промывные воды в ту же колбу. Далее приливают перекись водорода и ведут определение, как описано выше.

Через 10 мин измеряют оптическую плотность раствора на фотоэлектроколориметре, применяя синий светофильтр (длина волны 400-430 нм) и кювету с толщиной колориметрируемого слоя 50 мм, по отношению к контрольному раствору. Контрольный раствор готовят так же, как исследуемый, с той же аликвотной частью, но без золы анализируемого кокса.

Концентрацию исследуемого раствора определяют по градуировочному графику.

Определение массовой доли железа. Для построения градуировочного графика готовят эталонный раствор железа. Навеску металлического (восстановленного) железа массой 0,05 г, взвешенную с погрешностью не более 0,0002 г, переносят в коническую колбу вместимостью 250 см³ и растворяют в 25 см³ раствора соляной кислоты 1:1 при неоднократном нагревании, доводят каждый раз раствор до кипения, после чего снимают с плитки и охлаждают. После охлаждения его переносят в мерную колбу вместимостью 500 см³ и доводят дистиллированной водой до метки. 1 см³ раствора содержит 0,1 мг железа. В мерные колбы вместимостью 100 см³ пипетками наливают 1, 2, 3, 5, 7 и 10 см³ раствора, содержащего известные количества железа, и доводят дистиллированной водой до объема 20-25 см³.

В каждую колбу добавляют 1 г сернокислого аммония, 15 см³ раствора сульфосалициловой кислоты, а затем приливают раствор аммиака до появления устойчивого желтого окрашивания и дают избыток 1 см³. Раствор охлаждают, доводят дистиллированной водой до метки и тщательно перемешивают. Через 10 мин измеряют оптическую плотность раствора на фотоэлектроколориметре, применяя синий светофильтр (длина волны 400-430 нм) и кювету с толщиной колориметрируемого слоя 50 мм, по отношению к контрольному раствору. Контрольный раствор готовят так же, как эталонный, но без навески железа. Для построения каждой точки графика вычисляют среднее значение оптической плотности трех параллельных определений.

Для построения графика на оси абсцисс откладывают значения концентрации растворов железа в граммах на 100 см³, а по оси ординат – соответствующие значения оптической плотности. Градуировочный график должен иметь вид прямой линии.

Аликвотную часть раствора 2 переносят в мерную колбу вместимостью 100 см³, добавляют 1 г сернокислого аммония, приливают 15 см³ раствора сульфосалициловой кислоты, а затем приливают аммиак до появления устойчивого желтого окрашивания и дают избыток 1-2 см³. Раствор охлаждают, разбавляют дистиллированной водой до метки и тщательно перемешивают. Через 10 мин измеряют оптическую плотность раствора на фотоэлектроколориметре, применяя синий светофильтр (длина волны 400-430 нм) и кювету с толщиной колориметрируемого слоя 50 мм, по отношению к контрольному раствору. Контрольный раствор готовят так же, как и исследуемый, с той же аликвотной частью, но без золы анализируемого кокса.

Концентрацию исследуемого раствора определяют по градуировочному графику.

Обработка результатов.

Массовую долю кремния, ванадия, железа X, %, вычисляют по формуле:

$$X=[m_1V/(mV_1)]\cdot 100,$$

где m – количество определяемого элемента по градуировочному графику, г; V – объем раствора 1 или 2, см³; m_1 – масса навески кокса, г; V_1 – объем аликвотной части раствора 1 или 2, взятых для колориметрирования, см³.

За результат анализа принимают среднее арифметическое двух параллельных определений, абсолютное расхождение между к-рыми не должно превышать значений, указанных в **табл. М-15.**

М-15. Максимальные расхождения между результатами анализа

Элемент	Массовая доля элемента, %	Абсолютное расхождение, %
Кремний	0,01-0,10	0,005
	0,10-1,00	0,030
Ванадий	0,001-0,010	0,0008
	0,010-0,100	0,0010
Железо	<0,01	0,002
	0,01-0,10	0,006
	0,10-1,00	0,020

МАССОВАЯ ДОЛЯ ЛЕТУЧИХ ВЕЩЕСТВ (выход летучих веществ) В КОКСЕ – количество газов, паров и смолистых веществ, выделяющихся при нагревании кокса при определенных условиях. Количество и состав летучих веществ определяются в основном способом коксования и его технологическим режимом (т-рой и длительностью

выдержки кокса в зоне коксования): при коксовании в кубах М.д.л.в.к. составляет 4-6%, на установке замедленного коксования 6-10% и более, в топливном коксе – до 15% и более. Основными компонентами летучих веществ являются водород, метан, небольшое количество углеводородов C_2-C_4 и др.

Количество летучих веществ в коксе, полученном методом замедленного коксования, зависит от гранулометрического состава: чем меньше размер частиц, тем выше выход. По высоте необогреваемой камеры содержание летучих веществ имеет тенденцию к увеличению из-за различной степени превращения сырья коксования, обусловленной снижением т-ры и времени пребывания кокса в камере. При дальнейшей переработке (прокаливании) высокое содержание летучих веществ в коксе (более 12%) может вызвать нарушение технологического режима (налипание на стенки печей, агломерацию–спекание частиц кокса и т.д.) и ухудшение качества прокаленного кокса: увеличение пористости, снижение механической прочности.

М.д.л.в.к. определяется потерей массы образца кокса при нагреве его в муфельной электрической печи с естественной вентиляцией и автоматическим терморегулятором, поддерживающим т-ру 850±10°С, в течение 7 мин (ГОСТ 22898, п. 4.9).

Аналитическую пробу нефтяного кокса массой 1±0,01 г помещают в предварительно прокаленные и взвешенные фарфоровые тигли (№ 3 высокие по ГОСТ 9147 с плотно подогнанными крышками), легким постукиванием выравнивают слой кокса, взвешивают на лабораторных весах 2-го класса точности и закрывают крышками.

Тигли устанавливают на подставку из жаропрочной проволоки, быстро помещают в зону постоянной т-ры печи, предварительно нагретой до 850±10°С, и закрывают дверцу. Горячий спай термопары должен находится в середине зоны постоянной т-ры на расстоянии 10-20 мм от пода печи.

Т-ра, понизившаяся при установке тигля в печь, должна снова повыситься до 850±10°С не более чем за 3 мин.

Тигли с навесками кокса выдерживают в печи в течение 7 мин с момента их установки. Затем тигли вынимают, охлаждают на воздухе, затем в эксикаторе до комнатной т-ры и взвешивают.

М.д.л.в.к. V^a, %, вычисляют по формуле:

$$V^a=(m_2-m_3)\cdot 100/(m_2-m_1)-W^a,$$

где m_2 и m_3 – массы тигля с крышкой и навеской кокса до и после испытания; m_1 – масса тигля с крышкой; W^a – массовая доля влаги в испытуемой аналитической пробе кокса, %.

МАССОВАЯ ДОЛЯ МЕЛОЧИ В КОКСЕ (ГОСТ 22898, п. 4.1) – рассчитывают долю кокса с кусками размером менее 25 и 8 мм (после его рассева) от исходной пробы.

Пробу кокса, отобранную по ГОСТ 16799 в количестве не менее 30±0,1 кг, помещают на противень и вручную отбирают крупные куски размером ориентировочно более 70 мм. Оставшееся количество кокса на противне рассеивают ручным или механическим способом. Толщина слоя кокса, подаваемого каждый раз на сито, не должна превышать полуторного размера наибольшего куска рассеиваемого кокса. Рассев каждой порции кокса, подаваемой на сито, должен проводится до видимого прекращения выделения мелочи, но не более 3 мин.

При использовании ручного метода рассева допускается квартование. Для этой цели после отбора крупных кусков, последующего перемешивания и разравнивания слоя кокса на противне его делят крестовиной на четыре части и рассеву подвергают кокс только из двух противорасположенных частей.

Просеянный кокс с кусками размером менее 8 или 25 мм (в зависимости от марки кокса) взвешивают с погрешностью не более 0,1 кг.

Если массовая доля *общей влаги* превышает 3%, то кокс подсушивают при комнатной т-ре или в сушильном шкафу при т-ре не выше 180°С. Момент прекращения подсушки определяют визуально или при видимом разделении кусков кокса различного размера. Проба кокса, подсушенная в сушильном шкафу, перед рассевом должна быть охлаждена в течение 30 мин, а затем взвешена. Процент мелочи относят к подсушенной массе кокса.

Массовую долю мелочи X, %, вычисляют по формуле:

$$X=(m_1/m)\cdot 100,$$

где m – масса пробы кокса, взятого для рассева (включая и отобранные вручную крупные куски); m_1 – масса мелочи, полученная после рассева (при квартовании m_1 удваивается).

За результат испытания принимают среднее арифметическое двух параллельных определений, допускаемые расхождения между к-рыми не должны превышать 0,4% при массовой доле мелочи до 4% и 0,8% при массовой доле мелочи свыше 4%.

Результаты испытаний вычисляют с погрешностью не более 0,1%

МАССОВАЯ ДОЛЯ МЕРКАПТАНОВОЙ СЕРЫ В ДИЗЕЛЬНОМ ТОПЛИВЕ – см. *Содержание серы в дизельном топливе.*

МАССОВАЯ ДОЛЯ ОБМАСЛИВАЮЩЕГО АГЕНТА (ТУ 38.1011341–90, п. 3.7) – пробу кокса массой около 200 г с частицами размером 0-3 мм высу-

шивают в течение часа в сушильном шкафу при 105-110°С до тех пор, пока расхождение между результатами двух последовательных взвешиваний будет отличаться менее чем на 0,01 г. Пробу тщательно перемешивают шпателем, набирают навеску кокса массой 50±1,0 г в предварительно прокаленный и взвешенный тигель и взвешивают с точностью до 0,001 г.

Легким постукиванием выравнивают слой кокса, добавляют 2-3 капли толуола, закрывают тигель крышкой.

Тигель помещают в электрическую печь, нагретую до 500±10°С и выдерживают при этой т-ре в течение 30 мин. Затем тигель вынимают из печи, охлаждают на асбестовом листе на воздухе в течение 5 мин, после чего помещают в эксикатор для охлаждения до комнатной т-ры. С охлажденного тигля снимают крышку и взвешивают с точностью до 0,001 г.

Массовую долю обмасливающего агента X, %, рассчитывают по формуле:

$$X=[(m_2-m_3)/(m_2-m_1)]\cdot 100,$$

где m_1 – масса тигля, г; m_2 – масса тигля с навеской до испытания, г; m_3 – масса тигля с навеской после испытания, г.

Результаты испытания вычисляют до второго десятичного знака и окончательно округляют до первого десятичного знака. Расхождение между результатами двух параллельных определений, проведенных в одной лаборатории, при доверительной вероятности Р=0,95 не должно превышать 0,03%. За окончательный результат определения принимают среднее арифметическое значение двух параллельных определений, если расхождения не превышают допустимых. Если расхождение двух параллельных определений выше допускаемых, то проводят третье определение и за окончательный результат принимают среднее арифметическое двух наиболее близких определений в пределах допускаемых расхождений.

МАСТИКА ДЛЯ НАТИРАНИЯ ПОЛОВ – предназначена для придания блеска деревянным, паркетным, линолеумным, полимерным и другим полам. Готовят на основе органических растворителей и водно-воскового состава. М.н.п. на основе растворов представляет собой композицию, содержащую твердые парафины и нефтяные церезины, природные и растительные воски, пигмент, уайт-спирит, скипидар и др. М.н.п., представляющие собой водно-восковые составы, содержат те же *твердые углеводороды*, а также воду и эмульгатор.

МЕДИЦИНСКИЕ МАЗИ – мази для наружной обработки больных частей тела: цинковая, борная, ихтиоловая, серная и многие др. М.м. содержат 5-18% *твердого парафина*, 0-12% *петролатума*, 60-90% *вазелина* и 5-30% действующего вещества (оксида цинка, борной кислоты, ихтиола, серы и др.). Готовят М.м. также на растительной и животной основе. Все продукты и исходные *компоненты* должны быть допущены к контакту с человеком. В состав М.м. вводят разные, главным образом растительные, добавки, придающие лечебный эффект. Название (борная, ихтиоловая, серная и др.) характеризует применение и добавки.

МЕДИЦИНСКИЕ МАСЛА – см. *Белые масла*.

МЕДИЦИНСКОЕ ВАЗЕЛИНОВОЕ МАСЛО – см. *Вазелиновое медицинское масло*.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТАНДАРТ – стандарт, принятый международной организацией.

Наиболее авторитетной организацией в области стандартизации нефтепродуктов является Международная организация по стандартизации ISO. На некоторые виды нефтепродуктов М.с. устанавливаются Международной Электротехнической Комиссией (МЭК). На практике в ряде случаев роль М.с. выполняют стандарты, принимаемые наиболее авторитетными национальными органами по стандартизации. Для нефтепродуктов такими органами являются Американское общество по испытанию материалов (ASTM), Американский нефтяной институт (API), Институт нефти Великобритании (IP), Германский институт стандартизации (DIN). Стандарты этих организаций носят характер международнопризнанных.

МЕЖКРИСТАЛЛИТНАЯ КОРРОЗИЯ – см. *Структурная коррозия*.

МЕЖЛАБОРАТОРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ – испытания, проводимые определенным числом лабораторий с использованием специально подготовленных проб, по специально составленной программе, результаты к-рых подвергаются статистическому анализу и используются для установления показателей *точности метода испытаний*, для аттестации стандартных образцов состава и свойств нефти и нефтепродуктов по ГОСТ 8.532 «ГСИ. Стандартные образцы состава веществ и материалов. Межлабораторная метрологическая аттестация. Содержание и порядок проведения работ», для проверки квалификации испытательных лабораторий по Р.50.2.011 и др.

Для испытаний рекомендовано применять режим полного кодирования проб. Число проб для испытания данным методом, должно быть достаточным, чтобы охватить весь диапазон значений измеряемого свойства и обеспечить надежность оценок показателей точности.

МЕЖЛАБОРАТОРНЫЕ СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ (МСИ) – испытания одних и тех же объектов по одним и тем же контролируемым показателям в двух или большем числе испытательных лабораторий в соответствии с заранее установленными условиями [Р 50.4.006 «Межлабораторные срав-

нительные испытания при аккредитации и инспекционном контроле испытательных лабораторий. Методика и порядок проведения» и Р 50.2.011 «ГСИ. Проверка квалификации испытательных (измерительных) лабораторий, осуществляющих испытания веществ, материалов и объектов окружающей среды (по составу и физико-химическим свойствам), посредством межлабораторных сличений»].

МСИ – один из видов внешнего контроля деятельности испытательной лаборатории, осуществляющей определение состава и физико-химических свойств веществ, материалов, объектов окружающей среды и/или испытания товарной продукции. МСИ проводят для подтверждения технической компетентности (квалификации) лаборатории, т.е. наличия условий для достижения и поддержания высокого уровня качества испытаний, в том числе точности, соответствующей установленной для данного метода испытаний. При проверке квалификации испытательной лаборатории может быть проведена оценка ее измерительных возможностей на условиях добровольности, открытости, компетентности, независимости, конфиденциальности.

Проверка квалификации лаборатории является: средством повышения качества результатов испытаний, ответственность за достоверность к-рых предусмотрена для испытательных лабораторий в Р 50.4.006; одной из форм управления качеством испытаний [ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025 (п. 5.9)]; объективным контролем погрешности результатов испытаний в лаборатории с принятием мер, направленных на повышение качества испытаний. Результаты, получаемые при проведении МСИ, могут быть использованы и учтены при планировании, организации и проведении работ по аккредитации и инспекционному контролю исследовательских лабораторий (ИЛ). Результаты МСИ могут являться основанием для установления рейтинга ИЛ. ИЛ могут ссылаться на положительные результаты участия в МСИ при осуществлении практической деятельности, а также при заключении договоров на субподрядные работы.

Организацию и проведение МСИ обеспечивает координатор межлабораторных сравнительных испытаний. Координатор проверяет квалификацию испытательных лабораторий и компетентность ИЛ в проведении испытаний. Требования к координаторам и признание их компетентности определено в документе «Порядок проверки компетентности организаций, претендующих на признание в качестве координаторов проведения межлабораторных сличений», разработанном с учетом ИЛАС-Р13:2000 «Рекомендации. Требования к провайдерам программ проверки квалификации».

Общее руководство работами, относящимися к МСИ, осуществляет Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Ростехрегулирование). Функция научно-методического центра по организации и проведению МСИ (НМЦ МСИ) возложено на ФГУП УНИИМ (федеральное государственное унитарное предприятие «Уральский НИИ метрологии»). Агенство «Ростехрегулирование» с привлечением НМЦ МСИ формирует сеть координаторов и контролирует их деятельность. Координаторы МСИ руководствуются принципами, нормами, правилами Государственной системы обеспечения единства измерений (ГСИ) и не связаны с лабораторией общими коммерческими, финансовыми и административными интересами.

Образцы для контроля (ОК) должны быть шифрованными. Материал ОК по составу и (или) свойствам должны соответствовать выбранному контролируемому объекту.

Исходный материал ОК может представлять собой: материал контролируемого объекта с естественным уровнем значений контролируемого показателя (показателей); материал контролируемого объекта, в к-ром естественный уровень контролируемого показателя состава или свойств изменен путем обработки (разбавление, термическая обработка и т.п.) или путем внесения добавок других веществ (материалов). В качестве добавок могут быть использованы стандартные образцы состава веществ по ГОСТ 8.315 и вещества гарантированной чистоты или их растворы; вещество (материал), получаемое из материала контролируемого объекта при испытаниях (напр. на одной из стадий подготовки проб); вещество (материал), имитирующее соответствующий контролируемый объект.

Контролируемые при МСИ показатели – аттестуемые характеристики ОК. Для каждого контролируемого показателя устанавливают аттестованное значение характеристики ОК и его доверительные границы погрешности. Аттестованное значение находится в диапазоне определяемых значений контролируемого показателя по каждому из методов испытаний, к-рые будут применены участниками МСИ.

При проверке квалификации лабораторий, проводящих испытания для подтверждения соответствия, целесообразно использовать ОК, аттестованное значение характеристики к-рого находится вблизи нормированного уровня этого показателя.

ОК должен удовлетворять требованиям, предъявляемым к однородности и стабильности его состава (в течение времени проведения МСИ). В качестве ОК могут быть использованы: стандартные образцы (СО) состава и свойств веществ

(материалов) по ГОСТ 8.315; образцы, специально приготовленные для проведения МСИ (далее – специальные образцы для МСИ).

Для выбора или разработки ОК координатор с учетом назначения и схемы проведения МСИ составляет технические требования к ОК.

Координатор МСИ в соответствии с утвержденным планом проводит следующие работы: составляет программу МСИ; информирует лаборатории в соответствии со своей областью деятельности и видом проводимых МСИ о программе МСИ; формирует перечень испытательных лабораторий–участников МСИ на основании заявок на участие в МСИ; составляет технические требования к ОК, к-рые будут использованы при проведении МСИ; анализирует информацию об ОК, отвечающих техническим требованиям, решает вопрос об использовании имеющихся ОК, закупке или разработке новых ОК; определяет стоимость участия в МСИ для одной лаборатории; заключает с испытательными лабораториями договоры на участие в МСИ; закупает, создает ОК (если координатор признан компетентным в этом) или заключает договоры на его создание со сторонними организациями; присваивает шифр ОК; составляет инструкцию по проведению испытаний для лабораторий–участников МСИ, включая требования к протоколам результатов испытаний; готовит ОК к рассылке; рассылает ОК лабораториям–участникам МСИ с сопроводительным письмом и инструкцией по проведению испытаний.

Программа МСИ содержит следующую информацию: цель испытаний; их вид; область испытаний; контролируемые объекты; контролируемые показатели; ОК, предполагаемые к использованию при испытаниях; разработчики СО или специальных образцов для испытаний; число экземпляров ОК, предоставляемых каждой лаборатории–участнику испытаний; методы испытаний, используемые этими лабораториями; число результатов испытаний, к-рое каждая лаборатория должна получить при испытаниях ОК, число результатов параллельных исследований, необходимых для получения результата испытаний; предполагаемое число участников испытаний; сроки их проведения.

Инструкция по испытаниям ОК содержит: наименование и шифр ОК; краткую характеристику ОК; назначение ОК (с указанием контролируемых показателей, а при необходимости – ориентировочных диапазонов содержаний, требований к используемым методам испытаний); порядок подготовки материала ОК к испытаниям (при необходимости); порядок проведения испытаний; их сроки; число получаемых результатов; требования к протоколу результатов испытаний.

Протокол результатов испытаний содержит наименование и адрес лаборатории–участника испытаний; номер и срок действия аттестата аккредитации лаборатории (если она аккредитована); телефон, факс, e-mail (адрес электронной почты); наименование и шифр экземпляра ОК; наименования контролируемых показателей; наименование (шифр) нормативной документации на методы испытаний, используемые методы испытаний с указанием при необходимости отклонений от регламентированных процедур испытаний; результаты параллельных (последовательных) определений величин, предусмотренных методами испытаний; результаты испытаний; значения приписанных характеристик погрешности методов испытаний применительно к полученным в лаборатории результатам испытаний [допустимо указывать значения погрешности результатов испытаний, установленные при реализации методик испытаний в лаборатории, при этом в протоколе отражают способ установления этих погрешностей (см. *Рекомендации РМГ 76*)]; даты испытаний; подписи руководителя лаборатории и исполнителей.

По результатам МСИ координатор оформляет следующие документы: свидетельство об участии в МСИ каждой лаборатории; заключение по результатам участия каждой лаборатории; сводную таблицу результатов участия всех лабораторий в испытаниях для каждого контролируемого объекта; общее заключение (Р 50.2.011).

Ответственность за результаты испытаний в МСИ несет руководитель испытательной лаборатории.

МЕЖМОЛЕКУЛЯРНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ – действие одной электрически нейтральной молекулы на другую, вызываемое силами притяжения или отталкивания. М.в. (иногда называют *силами Ван-дер-Ваальса*) – очень слабое. Вызывает отступления от законов идеальных газов, проявляется в образовании молекулярных кристаллов и др.

МЕЖОПЕРАЦИОННАЯ ПРОТИВОКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА – *временная противокоррозионная защита* металлических полуфабрикатов, заготовок, деталей и сборочных единиц изделия при их изготовлении, ремонте и техническом обслуживании (ГОСТ 9.103 ЕСЗКС). Общие требования к М.п.з. изложены в ГОСТ 9.028 ЕСЗКС.

М.п.з. подлежат заготовки из полуфабрикатов, детали и сборочные единицы, если сроки хранения между операциями изготовления превышают допустимые для их хранения сроки без средств защиты. Заготовки из полуфабрикатов, детали и сборочные единицы подлежат М.п.з. в перерывах между операциями их обработки или в процессе обработки, при контрольных операциях, при их транспортировании и хранении на терри-

тории цеха или предприятия. При межцеховом транспортировании обязательна защита от атмосферных осадков и различных загрязнений. Детали и сборочные единицы, изготовленные из коррозионностойких металлов или полностью защищенные коррозионностойкими металлическими покрытиями, допускается не подвергать М.п.з. После травления, электрохимической обработки, виброабразивной, гидропескоструйной обработки, химического клеймения, обработки в солевых ваннах и др. подобных операций обязательно немедленное применение М.п.з.

Для М.п.з. используют *СОТС*, водные растворы *ингибиторов коррозии, ингибированные полимерные составы и защитные эмульсии, ПИНС, консервационные масла, ингибированные бумаги, защитные атмосферы*. Допустимую длительность М.п.з. (*срок временной противокоррозионной защиты*) устанавливают для каждой группы применяемых защитных средств с учетом вида защищаемого металла. Так, при использовании СОТС в качестве средств М.п.з. *гарантийный срок защиты* составляет 7-12 сут. для изделий из стали и 1-6 сут. для изделий из чугуна в зависимости от защитной способности данного защитного средства. Допустимая длительность М.п.з. при использовании водных растворов ингибиторов и защитных эмульсий составляет 7-180 сут. (сталь) и 5-120 сут. (чугун). Сроки защиты ингибированными бумагами (в зависимости от применяемой внутренней упаковки) устанавливают от трех месяцев до одного года. Консервационные масла и ингибированные полимерные составы обеспечивают М.п.з. сроком до одного года, а специальные марки ПИНС – от одного года и выше.

М.п.з. с помощью СОТС производят поливом деталей при их механической обработке, ингибированными бумагами – завертыванием в бумагу (или прокладкой) консервируемых изделий с последующим применением упаковочных материалов, водными растворами ингибиторов, защитными эмульсиями, консервационными маслами, ингибированными полимерными составами, пленкообразующими ингибированными нефтяными составами – путем нанесения их распылением, окунанием, кистью или тампонами.

Для М.п.з. деталей и сборочных единиц из черного металла применяют также защитные атмосферы, создаваемые парами аммиака, моноэтаноламина, карбоната аммония, карбоната циклогексиламина и нитритных смесей. Для М.п.з. изделий из цветных металлов или сочетания черных и цветных металлов применяют защитные атмосферы, создаваемые как парами летучих ингибиторов (нитробензоатов аминов), так и с помощью осушителей или инертных газов. М.п.з. с помощью создания в герметизированных объемах защитных атмосфер *летучими ингибиторами атмосферной коррозии*, осушителями, инертными газами осуществляется помещением в эти объемы металлических изделий. Длительность такой защиты определяется степенью герметизации емкостей, используемых для хранения, частотой их открывания и выбранным средством для создания защитной атмосферы.

Удаляют средства М.п.з. при использовании заготовок из полуфабрикатов, деталей и сборочных единиц по назначению или по истечению установленного срока защиты в период изготовления или межоперационного хранения. Способ удаления средств защиты выбирают с учетом конструктивных особенностей металлических изделий и вида применяемого средства. Используют промывание законсервированного изделия органическими растворителями, водными растворами ПАВ, горячим водным щелочным раствором, водными растворами ингибиторов коррозии с последующей сушкой, обдувание сухим воздухом и т.п. В некоторых случаях *расконсервация* не требуется, напр. при использовании *водосмешиваемых СОТС* или не снимаемых *защитных покрытий*.

МЕЛОЧЬ НЕФТЯНОГО КОКСА – подрешоточные фракции 0-8 мм нефтяного кокса, полученные на установке замедленного коксования. Размер ячеек сита – 8х8 мм. (Характеристика – см. *Кусковой нефтяной кокс*.).

МЕМБРАННЫЙ МЕТОД РАЗЛОЖЕНИЯ СОТС – метод отделения органических и неорганических примесей в водной фазе без изменения структуры компонентов смеси путем фильтрования СОЖ через полупроницаемые мембраны под давлением.

МЕРКАПТАНОВАЯ СЕРА (меркаптаны) – органические соединения общей формулы RSH, где R – углеводородный радикал (CH_3, C_2H_5 и т.д.). Летучие жидкости с неприятным запахом и со слабокислотными свойствами. Ухудшают коррозионную агрессивность и термоокислительную стабильность топлив.

МЕСТНАЯ КОРРОЗИЯ – *точечная* и/или *сквозная* (в виде отдельных язв, пятен), *ножевая, нитевидная, подповерхностная, подслойная коррозия*.

При М.к. пятнами диаметр коррозионных поражений больше их глубины. Для *коррозионных язв* характерно глубокое поражение ограниченного участка поверхности. При точечной (питтинговой) коррозии поражение поверхности металла имеет малые поперечные размеры при значительной глубине.

М.к., к-рая вызывает разрушение металла насквозь с образованием свищей, называется сквозной.

Под неметаллическими защитными покрытиями коррозия может распространяться в виде нитей (нитевидная коррозия).

Подповерхностная коррозия – это М.к., начинающаяся с поверхности, но распространяющаяся преимущественно под поверхностью металла таким образом, что разрушение и *продукты коррозии* оказываются сосредоточенными в некоторых областях внутри металла. Обычно начало коррозионного разрушения не обнаруживается макроскопическим обследованием поверхности, но всегда обнаруживается при микроскопическом. Подповерхностная коррозия часто вызывает вспучивание металла и его расслоение.

В зоне сплавления сварных соединений в сильно агрессивных средах возникает локализованный вид коррозии – ножевой.

Подслойная коррозия распространяется преимущественно в направлении пластической деформации металла.

МЕТАНОЛ – см. *Спирт метиловый*.

МЕТИЛ-*трет*-БУТИЛОВЫЙ ЭФИР (МТБЭ) – простой эфир, получивший наибольшее распространение в качестве компонента автомобильного бензина с 1980 г. Введение в базовые бензины до 15% МТБЭ позволяет получать неэтилированные высокооктановые бензины разных марок, улучшает эксплуатационные свойства бензинов, не требует изменений в регулировках и конструкции двигателей. Однако многолетнее применение МТБЭ в США показало наличие побочных эффектов, оказывающих негативное влияние на здоровье человека, особенно при попадании по различным причинам в питьевую воду. ПДК МТБЭ в питьевой воде – $5 \cdot 10^{-7}$ %. В США к 2010 г. предполагается ввести запрет на применение МТБЭ.

МЕТИЛБЕНЗОЛ – см. *Толуол*.

МЕТИЛЕН ХЛОРИСТЫЙ (дихлорметан) – бесцветная легкоподвижная жидкость с т-рой кипения 41°С. Применяется в качестве компонента растворителя в процессе депарафинизации нефтяных продуктов кристаллизацией и обезмасливания гачей и петролатума, а также в качестве активатора, хладагента и разбавителя в процессе карбамидной депарафинизации.

Способы производства. Термическое хлорирование метана, гидрохлорирование метанола, окислительное хлорирование метана в присутствии расплава соли, содержащего химически связанные кислород и хлор.

МЕТИЛИЗОБУТИЛКЕТОН – предельный кетон жирного ряда, маловязкая жидкость, слабо растворяющая на холоде твердый парафин и нефтяной церезин. Применяется в качестве компонента растворителя в процессе депарафинизации нефтяных продуктов кристаллизацией и обезмасливания гачей и петролатума.

МЕТИЛЭТИЛКЕТОН – предельный кетон, ближайший гомолог *ацетона*; бесцветная, легкоподвижная жидкость с приятным эфирным запахом. На холоде обладает сравнительно низкой растворяющей способностью по отношению к ароматическим углеводородам, входящим в состав масляных нефтяных фракций. Еще хуже растворимы в нем парафино-нафтеновые углеводороды и практически нерастворимы твердые углеводороды – твердые парафины и нефтяные церезины.

М. растворим в воде, бензоле, толуоле, спирте и эфире. С водой и бензолом образует нераздельно кипящие (азеотропные) смеси.

М. используют в качестве компонента избирательного растворителя, применяемого в процессах депарафинизации масляного сырья кристаллизацией и обезмасливания гачей и петролатума.

Способы получения. 1. При сухой перегонке древесины получаемую подсмольную воду перерабатывают в уксусно-кальциевую соль. Фракция, кипящая в пределах 75-130°С, выделяемая из продуктов термического разложения уксусно-кальциевой соли, содержит главным образом М.; отгон в пределах температур кипения 75-83°С является техническим М.

2. Синтезом, для чего бутилен обрабатывают серной кислотой. Полученную изобутилсерную кислоту подвергают гидролизу с образованием вторичного бутилового спирта, а последний – каталитическому дегидрированию или неполному окислению кислородом воздуха.

МЕТОД ИСПЫТАНИЙ – установленная совокупность операций и правил при испытании, выполнение к-рых обеспечивает получение результатов измерений с гарантированной точностью (прецизионностью) в соответствии с принятым методом РМГ 29. Испытания нефти и нефтепродуктов проводят для оценки их качества, к-рое определяется совокупностью свойств продукции, обусловливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с назначением. Решение о годности продукции (соответствия ее техническим и потребительским требованиям, а также требованиям безопасности применения продукции) принимается по результатам испытаний продукции.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАГАРООБРАЗУЮЩИХ СВОЙСТВ МАСЕЛ. Композиции масла на различной полимерной основе в смеси с СОЖ наносят на обе стороны предварительно обезжиренных пластин из алюминиевых сплавов размером 1х100х155 мм, из расчета 30 г на 1 м^2 поверхности. Пластины складывают до высоты 100-120 мм, затем их плотно стягивают струбциной и помеща-

ют в электрическую печь с принудительной циркуляцией воздуха. Нагрев до т-ры отжига – 350°С проводят со скоростью примерно 100°С/ч. Образцы в печи при т-ре отжига выдерживают в течение часа, затем их охлаждают до комнатной т-ры. Оценка степени нагарообразования производится по пятибалльной шкале.

МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ СЛУЖБА – совокупность субъектов деятельности и видов работ, направленных на обеспечение единства измерений (ГОСТ Р 8.000).

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ ПРОДУКЦИИ – установление и применение научных и организационных основ, технических средств, метрологических правил и норм, необходимых для получения достоверной измерительной информации о показателях качества и безопасности продукции и услуг, а также о характеристиках воздействующих факторов и/или режимов функционирования объекта при испытаниях (ГОСТ Р 51672 «Метрологическое обеспечение испытаний продукции для целей подтверждения соответствия. Основные положения»).

Научная основа М.о.и.п. – метрология, организационная основа – метрологические службы предприятий, структуры, аккредитованные для метрологического обеспечения испытаний, и органы по аккредитации испытательных лабораторий, устанавливающие и контролирующие компетентность испытательных лабораторий в выполнении методов испытаний по заявленной области аккредитации, в том числе энергоресурсов (нефти и нефтепродуктов) – важнейшее условие получения достоверной информации о качестве и свойствах продукции.

Политика в области метрологического обеспечения методов испытаний нефти и нефтепродуктов основана на правилах и нормах, установленных законом РФ «Об обеспечении единства измерений» от 27 апреля 1993 г. № 4871-1. Понятие «метрологическое обеспечение» шире понятия «обеспечение единства измерений», поскольку включает в себя весь комплекс проблем по обеспечению единства измерений, требует соблюдения дополнительных требований к оснащенности производства (испытаний, в том числе сертифицированных) необходимыми средствами измерений и испытательным оборудованием, к нормам точности измерений (испытаний), к номенклатуре измеряемых параметров и др.

Приведенные требования в виде положений и правил, утверждаются отдельными предприятиями и организациями топливно-энергетического комплекса применительно к конкретному производству. М.о.и.п. должно предусматривать выполнение ряда требований.

Процедура испытаний продукции должна быть регламентирована нормативным документом (или его разделом), утвержденным в установленном порядке и содержащим четко и однозначно сформулированные требования к процедуре измерения параметров продукции, определяющих ее потребительские свойства (уровень качества) и правила принятия решения о ее пригодности.

Выбор средств измерений, испытательного и вспомогательного оборудования, формулирование алгоритма проведения испытаний продукции должны выполняться в соответствии с действующими правилами и нормами. Описание процедуры испытаний продукции должно обеспечить возможность оценивать достоверность результата испытания.

Средства измерений, применяемые в области испытаний продукции, должны быть испытаны как тип, внесены в Государственный реестр и поверяться по Правилам ПР 50.2.006.

Стандартные методы испытаний нефти и нефтепродуктов должны быть аттестованы по ГОСТ Р 8.580, ISO 4259.

Испытательное оборудование, с помощью к-рого воспроизводятся условия испытаний, должно быть аттестовано по ГОСТ Р 8.568. Аттестация – это процедура определения и подтверждения нормированных изготовителем технических характеристик испытательного оборудования, их соответствие требованиям нормативного документа к методу испытаний продукции и установление пригодности испытательного оборудования для контроля качества продукции. Цель аттестации – установление возможности воспроизведения с помощью испытательного оборудования условий испытаний в пределах допустимых отклонений.

Достоверность результатов испытаний должна быть подтверждена. Один из факторов, гарантирующих получение достоверных результатов – это техническая компетентность испытательной лаборатории, установленная и подтвержденная процедурой ее аккредитации. В испытательной лаборатории должна быть организована система качества испытаний, важными элементами к-рой являются подконтрольность процедуры испытания и подтверждение стабильности работы испытательной лаборатории. Для этого в лаборатории должен осуществляться контроль результатов испытаний. Обязательность выполнения таких требований регламентирована ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025, а порядок контроля результатов испытаний определяется требованиями ГОСТ Р ИСО 5725.

В аналитической практике должны использоваться стандартные образцы состава и свойств нефти и нефтепродуктов по ГОСТ 8.315.

При оценке состояния метрологического обеспечения испытаний нефти и нефтепродуктов необходимо учесть их особенности. Прежде всего, испытание нефти и нефтепродуктов проводится с использованием стандартных лабораторных методов как вида измерений, для к-рого характерно практически полное отсутствие эталонов и системы передачи размера единиц от эталона к рабочим средствам измерений.

Кроме того, необходимо учесть наличие показателей качества (свойств и/или состава) нефти и нефтепродуктов двух родов, имеющих разные метрологические свойства. Показатели качества первого рода, к к-рым относятся плотность, кинематическая вязкость и некоторые другие, соответствуют принятому в метрологии фундаментальному понятию «физическая величина» и к ним полностью применим общепринятый метрологический аппарат. Истинное значение показателя качества первого рода зависит только от свойств продукта. Каждый такой показатель может быть измерен разными методами с помощью различных средств измерений, поверяемых в рамках государственной поверочной схемы с помощью эталонов высшей точности. Напр., плотность нефти или нефтепродуктов можно измерить с помощью ареометра, пикнометров различной конструкции, весов Мора–Вестфаля, электронным, вибрационным или иным плотномером. При соблюдении одинаковых условий измерения плотности значение плотности будет одинаково. Оно выражено в узаконенных единицах измерения г/см^3 или кг/м^3 независимо от метода и средств измерения. Точность измерения плотности в значительной степени определяется погрешностью средства измерения. Действительное значение показателя качества первого рода может быть получено с помощью более точного метода и соответственно более точного средства измерения.

Показатели качества второго рода отличаются от физических величин, изучаемых в классической метрологии, тем, что они отражают не только и не столько свойства данного физического объекта (нефти и нефтепродуктов), но и «свойства» метода испытаний, технических устройств, применяемых в качестве испытательного оборудования для их определения.

К показателям качества второго рода относится подавляющее большинство показателей качества нефти и нефтепродуктов, в том числе т-ра вспышки в закрытом и открытом тигле, т-ры текучести и застывания, кристаллизации, октановые и цетановые числа, коксуемость, зольность, давление насыщенных паров, длительность индукционного периода, содержание кислот, щелочей, парафина в нефти и т.д. Таких показателей свыше 200.

Важная особенность показателей качества второго рода – каждый из них можно «измерить» только одним методом в условиях испытаний продукта, регламентированным нормативным документом на метод испытаний. Даже незначительное изменение условий испытаний, аппарата, установки, стенда, т.е. испытательного оборудования, реактивов и материалов неизбежно влечет изменение результата испытаний, как в количественном, так и в качественном отношении. За истинное значение показателя качества второго рода принимают математическое ожидание результатов, полученных в бесконечно большом числе лабораторий.

Показатели качества второго рода определяются в условиях, когда определяемая величина не имеет узаконенной единицы (напр. «коксуемость», «стабильность в термических условиях», «йодное число» и др.) Часто четко не определена даже форма определяемого «вещества», напр. «содержание парафиновых углеводородов», «содержание фактических смол», «кислотное число» и т.д. В данных случаях «измеряемая» величина определена через процедуру регламентированного воздействия на объект испытания – нефть и нефтепродукты. Испытательное оборудование (аппараты, установки, стенды), как правило, строго регламентировано при определении показателя качества второго рода. Испытания нефти и нефтепродуктов при контроле качества выполняются в составе стандартного лабораторного метода, поэтому при оценке результатов определяющими являются: нормативный документ на процедуру испытаний, средства измерений и испытательное оборудование для данных испытаний; качество результатов и их контроль. В зарубежной практике последний из упомянутых факторов – контроль качества результатов испытаний – оформляется специальным разделом стандарта (документа) на метод испытаний. Этот раздел (QC) обязателен при испытании продукции, связанном с принятием решения о пригодности данной продукции. Сейчас уже известен ряд национальных стандартов РФ, являющихся аутентичными переводами стандартов ASTM, где обязательный раздел – процедура контроля получаемых результатов испытаний (стандартные методы ГОСТ Р 51947, ГОСТ Р 52068, ГОСТ Р 52247).

При оценке результатов испытаний важны точность (прецизионность) метода испытаний, установленная в процессе аттестации, и точность результатов испытаний при использовании метода испытаний в конкретной лаборатории. В конкретной испытательной лаборатории должны быть установлены показатели качества результатов испытаний при реализации метода испытаний (показатели точности результатов испытаний, их

повторяемости, внутрилабораторной прецизионности, правильности, т.е. оценка погрешности лаборатории).

Если показатели качества метода испытаний характеризуют гарантируемую точность метода, то показатели точности результатов испытаний – это гарантируемая точность результатов испытаний в конкретной испытательной лаборатории, и соответственно их необходимо использовать при оформлении результатов испытаний в протоколе испытаний.

Новое требование в отечественной аналитической практике испытаний нефти и нефтепродуктов – оценка приемлемости альтернативных методов испытаний. Особенно важно учитывать эти требования при составлении спецификаций на нефтепродукты, а в дальнейшем – при составлении технических регламентов и перечней методов испытаний к техническим регламентам.

МЕТРОЛОГИЯ – прикладная дисциплина, изучающая измерения физических величин, методы и средства обеспечения их единства и требуемой точности. Различают теоретическую М., рассматривающую общие проблемы теории измерений погрешности, метрологических систем, и прикладную М., занимающуюся теорией и практикой обеспечения гарантированной точности конкретных измерений и измерительных систем. Выделяют также законодательную М.

МЕХАНИЗМ УГАРА МАСЛА. *Расход масла на угар* в *поршневых двигателях* обусловлен двумя причинами: испарением легких фракций масла из масляной пленки, остающейся на стенке цилиндра после хода поршня от верхней мертвой точки к нижней, и переносом масла со стенки цилиндра из поршневых канавок в камеру сгорания при движении поршня от нижней мертвой точки к верхней. Больше всего этот перенос обусловлен тем, что перед первым компрессионным кольцом образуется утолщенный валик масла, к-рое в момент остановки поршня в верхней мертвой точке силами инерции забрасывается в зазор между *головкой поршня* (огневой *перемычкой*) и стенкой цилиндра. На некоторых скоростных режимах может также наблюдаться насосное действие *поршневых колец*, увеличивающее поступление масла в камеру сгорания. Доля испарения легких фракций в общем расходе масла на угар зависит от состава масла, теплового состояния двигателя и режима его работы. Обычно она существенно меньше доли расхода, обусловленной переносом масла со стенки цилиндра в камеру сгорания. Небольшое количество масла попадает в камеру сгорания по зазорам между стеблями и направляющими клапанов.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ПРОЧНОСТЬ КОКСА – характеристика работоспособности нефтяных коксов и изготовленных из них изделий. Нефтяные коксы имеют неоднородную микро- и макроструктуру (доли участков волокнистого и точечного строения неодинаковы), вследствие чего их механические свойства существенно различаются. М.п.к. оценивают по показателям истираемости, раздавливания образцов-кубиков (определение на кубиках размером 50x50x50 или 40x40x40 мм является классическим и дает наиболее достоверную оценку механических свойств, но отличается трудоемкостью по изготовлению образцов) и методом толчения (ГОСТ 13347). Последним определяется механическая прочность коксов с установок замедленного коксования с содержанием общей влаги не более 2% и летучих веществ не более 8%. Метод заключается в определении количества пыли, образующейся при дроблении навески кокса в аппарате Сыскова.

Для определения берут среднюю пробу нефтяного кокса с содержанием летучих веществ не более 8% массой 2-3 кг и высушивают в сушильном шкафу в течение часа при 180-190°С. Высушенную пробу дробят и просеивают через сита 15 и 25 мм. Полученную фракцию тщательно перемешивают и отбирают пять навесок массой 50±0,5 г. Для определения механической прочности применяют аппарат Сыскова (**рис. М-1**) или

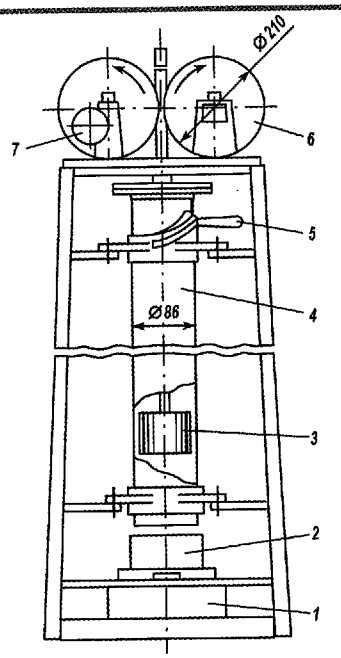


Рис. М-1. Аппарат Сыскова:
1 – основание аппарата; *2* – съемный стакан; *3* – груз; *4* – направляющая труба; *5* – рукоятка; *6* – подъемно-сбрасывающий механизм; *7* – выключатель

другой аппарат, обеспечивающий свободное падение груза массой 2650 г и ударной поверхностью диаметром 72 мм с высоты 600 мм на навеску кокса, помещенную в металлический стакан с внутренним диаметром 80 мм. Подъем груза и отсчет необходимого числа падений производятся автоматически.

Навеску кокса загружают в съемный стакан *2*, включают электродвигатель, к-рый после десяти сбрасываний автоматически отключается.

После остановки электродвигателя поворотом рукоятки *5* против часовой стрелки поднимают направляющую трубу *4*, переносят пробу из стакана на сито с отверстиями диаметром 0,5 мм и отсеивают в течение 1 мин коксовую пыль. Коксовую пыль (фракция менее 0,5 мм) переносят в объемометр, сверху на нее осторожно опускают выравниватель и замеряют с точностью до 0,05 см установившуюся под весом выравнивателя высоту столбика пыли.

Механическую прочность *П* (кгс/см^2) вычисляют по формуле: $П=170/h$,
где 170 – коэффициент, установленный экспериментально и выраженный как работа поверхностного диспергирования на единицу вновь образованной поверхности раздела, кгс/см; *h* – высота образовавшегося столбика пыли в объемометре, см.

За результат испытания принимают среднее арифметическое пяти параллельных определений.

Допускаемые расхождения между параллельными определениями механической прочности не должны превышать 10% от среднего арифметического сравниваемых результатов.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ПРОЧНОСТЬ УГЛЯ. Изготовители и потребители активных углей пользуются методиками определения прочности, часто значительно отличающимися друг от друга. Большинство методик испытаний на прочность основаны на следующем принципе: проба активного угля подвергается воздействию механической нагрузки, а мерой прочности служит количество образующейся при разрушении угля мелкой фракции или изменение среднего размера зерен. Отечественные изготовители оценивают прочность активных углей в соответствии с ГОСТ 16188.

МЕХАНИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК – изменение объемно-механических свойств смазок (обычно *предела прочности пластичных смазок* и *вязкости*), в результате их деформирования (при заправке через узкие мазепроводы, интенсивного и длительного сдвига в узлах трения) и последующего отдыха. Это важнейшая эксплуатационная характеристика смазок, применяемых в подшипниках качения и скольжения, в шарнирах и плоских опорах. В коллоидной химии такие изменения свойств (предела текучести, вязкости) дисперсных систем называют *тиксотропией*.

Механическая стабильность смазок определяется по ГОСТ 19295 и выражается индексом разрушения $K_р$, характеризующим степень разрушения смазки при ее интенсивном деформировании, и индексом тиксотропного восстановления $K_в$, характеризующим степень тиксотропного восстановления смазки. Сущность метода заключается в определении изменения предела прочности на разрыв в результате интенсивного деформирования смазки в зазоре между ротором и статором тиксометра и при последующем тиксотропном восстановлении.

Смазка шприцом подается в зону разрушения (**рис. М-2**), находящуюся между внутренним и внешним цилиндрами, т.е. между ротором и статором, где при заданной т-ре и определенной степени разрушения (скорости деформации сдвига) подвергается деформации и, поступая в капилляр, выдавливается в виде столбика. По мере выдавливания смазки столбик отрывается под действием собственной силы тяжести. По массе оторвавшегося столбика рассчитывают предел прочности смазки на разрыв, а затем индексы разрушения $K_р$ и тиксотропного восстановления $K_в$ (%):

$K_р=[(\sigma_и-\sigma_р)/\sigma_и]\cdot 100$;

$K_в=[(\sigma_в-\sigma_р)/\sigma_в]\cdot 100$,

где $\sigma_и$ и $\sigma_р$ – пределы прочности на разрыв исходной (неразрушенной) смазки и смазки сразу после разрушения, Па; $\sigma_в$ – предел прочности на разрыв смазки после разрушения и тиксотропного восстановления, Па.

Время восстановления указывается у индекса $K_в$ в скобках. Напр., $K_в$ (30 мин) = 50%.

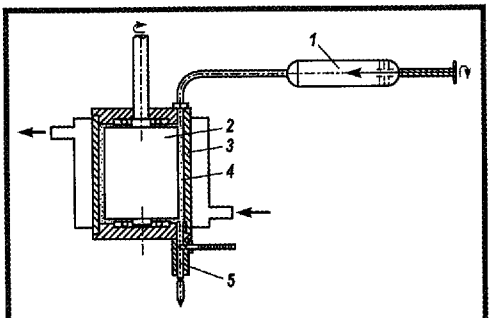


Рис. М-2. Схема прибора для определения механической стабильности пластичных смазок:

1 – шприц; *2* и *3* – внутренний и внешний цилиндры; *4* – смазка; *5* – капилляр

Индексы $K_р$ и $K_в$ могут выражаться положительным или отрицательным числом в зависимости от характера тиксотропных превращений смазки.

С помощью этого метода оценивается реологическое состояние смазки в узле трения. Механически нестабильная смазка, т.е. сильно разрушающаяся и не восстанавливающая своих первоначальных свойств после снятия деформирующих нагрузок, вытечет из узла трения. Не менее вредным является существенное упрочнение смазки после ее разрушения и последующего отдыха, т.е. когда $\sigma_в >> \sigma_и$. В этом случае также возникает «сухое» трение из-за неподтекания смазки к зоне трения.

По американскому методу FTMS 313 и британским спецификациям DTD 8068, DTD 5227 и др. механическую стабильность смазок оценивают, определяя их пенетрацию после 100000-кратного перемешивания в мешалке пенетрометра. Существует и другой метод, также базирующийся на измерении пенетрации смазки до и после ее разрушения в приборе Roll Schel Test (ASTM D 1831), а также метод RIV (Fiat 50501).

Российский метод более прост, поскольку позволяет оценивать механическую стабильность смазки в течение короткого (до 30 мин) времени при массе пробы смазки до 25 г. Важным преимуществом отечественного стандарта является оценка механической стабильности по изменению важной эксплуатационной характеристики – предела прочности, а не эмпирического показателя – пенетрации.

МЕХАНИЧЕСКИЕ ПРИМЕСИ В НЕФТЕПРОДУКТАХ – показатель, характеризующий чистоту нефтепродукта и наличие в нём твёрдых (нерастворимых) частиц.

Сущность метода определения М.п.н. по ГОСТ 6370 состоит в фильтровании нефти, жидких нефтепродуктов и присадок с предварительным растворением медленно фильтрующихся продуктов в бензине или толуоле, промывании осадка на фильтре растворителем с последующим высушиванием и взвешиванием стаканчика с бумажным фильтром типа «белая лента» или «красная лента», или стеклянного фильтра по ГОСТ 25336.

Содержание примесей X, % масс., определяют по формуле:

$$X=[(m_1-m_2)/m_3]\cdot 100,$$

где m_1 – масса стаканчика с бумажным фильтром и механическими примесями или стеклянного фильтра с механическими примесями, г; m_2 – масса стаканчика с чистым подготовленным бумажным фильтром или подготовленного стеклянного, г; m_3 – масса пробы, г.

За результат испытания принимают среднее арифметическое результатов двух последовательных определений. Массовая доля М.п.н. до 0,005% включительно считается их отсутствием.

ГОСТ 10577 распространяется на топливо для карбюраторных, дизельных и реактивных двигателей, рабочие жидкости и приборный лигроин и устанавливает методы определения М.п.н.: метод А – для контроля нефтепродуктов; метод Б – для научно-исследовательских работ, проверки фильтрационных материалов, фильтров и фильтрующих систем для реактивных топлив.

Сущность методов по ГОСТ 10577 заключается в определении массы М.п.н., задерживаемых мембранными фильтрами, изготовленными по ГОСТ 10577, при фильтровании через них продукта. Эти методы не применяют для продукта, содержащего более 0,1% нерастворенной воды.

Массовую долю примесей X_1, %, по методу А в нефтепродуктах (кроме дизельных топлив), определяют по формуле:

$$X_1=[(m_1-m_2)/m_3]\cdot 100,$$

где m_1 – масса часового стекла с мембранным фильтром после анализа, мг; m_2 – масса часового стекла с мембранным фильтром до анализа, мг; m_3 – масса пробы, мг.

Массовую долю М.п.н. вычисляют с точностью до 0,0001%.

Массовую долю примесей X_2, мг/дм³, в дизельных топливах определяют по формуле:

$$X_2=[0,6(m_1-m_2-0,3)/0,4]\cdot 100,$$

где 0,6 – коэф-ент осмоления фильтра; 0,3 – поправка на массу частиц размером менее 0,8–0,9 мкм, мг; 0,4 – объём профильтрованной пробы, дм³.

Массовую долю примесей X_3 ,%, в дизельных топливах определяют по формуле:

$$X_3=[(X_2/\rho)/10]\cdot 100,$$

где ρ – плотность дизельного топлива при 20°С, кг/м³.

За результат испытания принимают среднее арифметическое результатов двух последовательных определений.

Массовую долю примесей X_4, мг/дм³, по методу Б определяют по формуле:

$$X_4=\{[0,7(m_4-m_5)-(m_6-m_7)]/5\}\cdot 100,$$

где 0,7 – коэффициент осмоления фильтра; m_4 – масса испытательного мембранного фильтра после анализа, мг; m_5 – то же до анализа, мг; m_6 – масса контрольного мембранного фильтра после анализа, мг; m_7 – то же до анализа, мг; 5 – количество испытуемого топлива, дм³.

За результат испытания принимают среднее арифметическое результатов двух последовательных определений.

Метод определения по ГОСТ 1036 распространяется на пластичные смазки в основном

общего назначения без порошковых добавок и позволяет определить в них примеси, не растворимые в спиртобензольной смеси и горячей дистиллированной воде.

Сущность метода состоит в экстрагировании испытуемой пластичной смазки, помещённой в патрон, бензолом, нагреве патрона до 90°С в стакане с горячей дистиллированной водой, обработке содержимого стакана этиловым спиртом, высушивании патрона в сушильном шкафу при т-ре 105-110°С в течение 2 ч и определении массы X, %, нерастворимого осадка по формуле:

$$X=[(m_1-m_2)/m]\cdot 100,$$

где m_1 – масса испытуемой пластичной смазки, г; m_2 – масса бюксы с патроном и осадком, г; m – масса бюксы с патроном, г.

Результаты определений округляют до 0,01%. За результат испытания принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений. Содержание М.п.н. менее 0,02% включительно принимается за отсутствие.

Допускаемые отклонения между параллельными определениями не должны превышать: при содержании М.п.н. выше 0,02 до 0,1-0,02%, при содержании М.п. выше 0,1 до 1-0,05%.

Метод определения по ГОСТ 9270 распространяется на масла и пластичные смазки для прецизионных пар трения, приборных подшипников и др. Сущность метода состоит в помещении 1 см³ испытуемого продукта на площадку счисления окулярного микрометра, проведении 10 измерений и подсчёте каждого типоразмера механических примесей.

Количество частиц каждого типоразмера в 1 см³ определяют по формуле:

$$X=A\cdot 400/10,$$

где A – суммарное число частиц в 10 определениях; 400 – коэффициент пересчёта объёма продукта, взятого для определения (0,0025 см³) на 1 см³; 10 – число определений.

Оптический метод определения механических примесей в смазках используется и в США (FTMS 3005), и в Великобритании (IP 134).

Метод определения примесей в пластичных смазках, не содержащих твёрдых веществ (графита, бентонита, дисульфида молибдена и т.д.) по ГОСТ 6479. Сущность метода состоит в растворении испытуемой пластичной смазки в смеси растворителей толуол–этиловый спирт–четыреххлористый углерод или этиловый спирт–нефрасы С2-80/120 или С3-80/120, разложении 20%-ным раствором соляной кислоты, фильтровании, обработке осадка на фильтре смесью растворителей, соляной кислотой и горячей дистиллированной водой и определении массы нерастворимого осадка.

Содержание механических примесей (% масс.) определяют как отношение массы осадка к массе испытуемой смазки, умноженное на 100.

Массовую долю механических примесей до 0,02% оценивают как их отсутствие.

ГОСТ 6479 используют в основном при оценке смазок общего назначения.

В США используют метод ASTM D 1404, согласно к-рому качественно определяется присутствие в смазках твердых частиц, вызывающих абразивный износ пластинок из прозрачной пластмассы класса полиметакрилатов (плексиглас). Испытуемая смазка (1-3 г) помещается между пластинками из плексигласа, на к-рые сжатой пружиной создается нагрузка. Верхняя пластинка поворачивается приблизительно на 30°, после чего нагрузка снимается, пластинки промывают в растворителе и подсчитывают число царапин на них.

Метод определения чистоты смазочных материалов и присадок по ГОСТ 12275 (способ Папок и Зусевой). Сущность метода состоит в растворении испытуемого продукта в бензине, фильтровании раствора через мембранные фильтры и определении (не менее 5 раз) количества осадков X, мг, на 100 см³ раствора по формуле:

• при полном отфильтровывании раствора

$$X=(\Sigma g100)/m,$$

где Σg – сумма масс осадков на всех фильтрах испытуемой пластичной смазки, мг; m – масса навески испытуемого масла или присадки, г;

• при неполном отфильтровывании раствора на 5 фильтрах

$$X_1=(\Sigma gV100)/[m(V-V_1)],$$

где Σg – сумма масс осадков на 5 фильтрах испытуемой пластичной смазки, мг; m – масса навески испытуемого масла или присадки, г; V – объём отфильтрованного раствора, см³; V_1 – объём неотфильтрованного раствора, см³.

За результат испытания принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений.

Расхождения между двумя определениями количества осадков, задерживаемых фильтрами, не должно превышать величин, указанных ниже.

Количество осадков, задерживаемых фильтром, мг на 100 г	Допустимое расхождение
До 200	20 мг на 100 г
От 200 до 400	20% от меньшего результата
Более 400	40% от меньшего результата

Метод определения содержания М.п.н в сланцевых маслах по ГОСТ 14038. Сущность метода состоит в экстрагировании раствора смеси испытуемого масла и толуола через фильтр, высуши-

вании фильтра, помещённого в бюксу, в сушильном шкафу при 105-110°С в течение 1 ч и определении массовой доли М.п.н. X, % масс. по формуле:

$$X=[(m-m_1)/m_2]\cdot 100,$$

где m – масса бюксы с фильтром и осадком, г; m_1 – масса бюксы с чистым фильтром, г; m_2 – масса сухого масла, г.

Масса сухого масла $m_2=m_3-(m_3/100)\cdot W$,

где m_3 – масса масла, содержащего воду, г; W – массовая доля воды, определенная по ГОСТ 2477, % масс.

За результат испытания принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений. Массовую долю М.п.н. менее 0,005% включительно принимают за их отсутствие.

Метод определения М.п.н. в отработанных нефтепродуктах по ГОСТ 26378.2. Сущность метода состоит в фильтровании 100 см³ испытуемого продукта через сито из сетки 01 по ГОСТ 3584 и определении видимого осадка на сите. Если его нет, то М.п.н. в отработанных нефтепродуктах отсутствуют, в противном случае содержание М.п.н. определяют по ГОСТ 6370.

МЕХАНИЧЕСКОЕ ИЗНАШИВАНИЕ – *изнашивание* в результате механических воздействий (ISO 4378/2-1983).

МИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ ПАРАФИН (*церезин*) – продукт, состоящий, в основном из смеси насыщенных углеводородов, твердых при обычной т-ре, имеющий более тонкую кристаллическую структуру, чем парафин, и сравнительно небольшое содержание масла (ISO 1998/1). Обычно его получают из остатков перегонки нефти.

МИКРОСТРУКТУРА КОКСА (ГОСТ 26132) – определяют сравнением микроструктур испытуемых образцов коксов с контрольной шкалой микроструктур. Определение включает несколько стадий: отбор и подготовку проб, прессование штабика, шлифование и полирование штабика, проведение анализа и обработку результатов.

Отбор проб проводят по ГОСТ 16799 и другой НТД. Полученную объединенную пробу кокса дробят до зерен размером 0-10 мм, перемешивают и постепенно квартованием сокращают массу до 0,1-0,2 кг. Если кокс сырой (непрокаленный), то подготовленную пробу загружают в фарфоровые трубочки или стаканы, замазывают огнеупорной замазкой или плотно закрывают крышкой и загружают в нагревательную печь. Прокаливание ведут в лабораторной камерной электрической печи типа СНОЛ, нагревая до 900±20°С со скоростью 8-10°С/мин, при к-рой выдерживают в течение часа, охлаждают вместе с печью до комнатной т-ры и выгружают кокс. Допускается прокаливание проводить по ГОСТ 22898. Пробу прокаленного кокса измельчают до получения зерен размером 2-4 мм. Частицы кокса размером менее 2 мм отбрасывают, зерна размером 2-4 мм тщательно перемешивают и квартованием отбирают две пробы кокса массой 6-8 г каждая для приготовления штабиков.

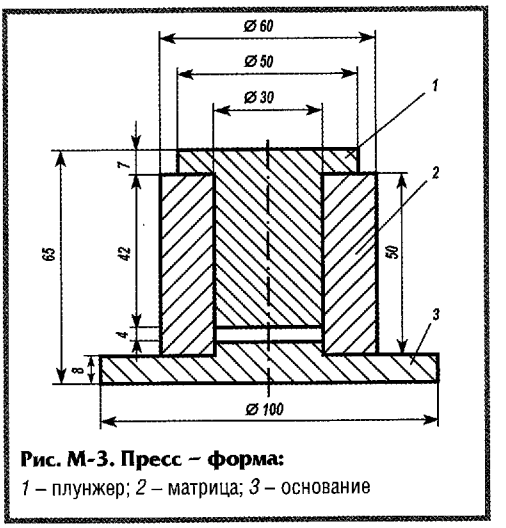


Рис. М-3. Пресс – форма:
1 – плунжер; *2* – матрица; *3* – основание

Прессование штабиков проводят в пресс-форме (**рис. М-3**). Для этого подготовленную пробу помещают в фарфоровую кастрюлю и нагревают на элетроплитке до т-ры плавления шеллака 60±5°С. К нагретому коксу прибавляют измельченный до частиц размером менее 1 мм шеллак в количестве 1/3-1/2 объема кокса. Смесь по мере плавления шеллака тщательно перемешивают шпателем до образования однородной массы. Полученную массу помещают в пресс-форму и прессуют вручную с помощью плунжера в течение 10-15 с. Снимают матрицу с основания и плунжером выталкивают из нее готовый штабик.

Шлифование штабиков осуществляют на матовом стекле размером 200х200х(6-15) мм вручную по восьмерке с последовательным использованием смоченных водой корундовых микропорошков марок М-28, М-14, М-7 или М-5. Шлифование всегда начинают с более крупного микропорошка. Допускается шлифование на алмазных эластичных дисках марки АЭДД и на металлических кругах, обтянутых наждачной водоупорной бумагой.

При переходе одного порошка к другому шлифуемую поверхность штабика промывают водой для удаления остатков микропорошка, чтобы не перенести более крупный микропорошок или загрязнение в последующую стадию обработки. Процесс шлифования считают законченным, если на поверхности штабика нет видимых царапин, завалов и на ней четко видны границы зерен.

Полирование отшлифованных штабиков проводят на полировальном станке (модель 38816 или другом с частотой вращения диска около 13,3 $с^{-1}$), диск к-рого покрыт сукном или драпом «Деми» легким нажимом на образец, применяя водную суспензию окиси хрома (15-20 г/$дм^3$). Отполированный шлиф-штабик промывают водой и дополнительно полируют на чистом увлажненном сукне до однородного блеска всей его поверхности, при осмотре поверхности под микроскопом на ней не должно быть царапин и должны отчетливо различаться структурные составляющие.

Анализ проводят с использованием металлографического микроскопа типа МИМ-7 или аналогичного, позволяющего работать в отраженном плоскополяризованном свете, при увеличении в 90-100 раз.

Микроструктуру кокса, наблюдаемую на экране или в окуляре микроскопа, оценивают методом сравнения, пользуясь контрольной шкалой микроструктур и **табл. М-16,** перемещая шлиф-штабик перед объективом микроскопа через одинаковые интервалы с помощью предметного столика. Микроструктуру в каждом поле зрения оценивают в баллах по преобладающей структурной составляющей или средневзвешенной величине, если в поле зрения две или более структурных составляющих.

Оценку микроструктуры кокса марки КНПС допускается проводить в точке, попадающей в перекрестие нитей линейной окулярной вставки или в узлы окулярной вставки с квадратной сеткой.

М-16. Градация структурных составляющих в нефтяных коксах

Балл	Характеристика структурных составляющих	Размер волокна, мкм
1	Изотропная (точечная), характеризуется однородной структурой с одновременным затуханием всех структурных элементов при скрещивании николей	Менее 3
2	Весьма мелкоеолокнистая, характеризуется однородной структурой с существованием границ между структурными элементами	3-10
3	Мелковолокнистая	10-15
4	Средневолокнистая	15-35
5	Крупноволокнистая (лепестковая) без какой-либо ориентации структурных элементов	35-70
6	Мелкоигольчатая, характеризуется наличием групп ориентированных волокон, в поле зрения расположенных хаотически	70-200
7	Среднеигольчатая, характеризуется наличием групп ориентированных волокон	200-400
8	Среднеигольчатая с большим размером волокон	400-600
9	Крупноигольчатая с шириной волокон менее 3,0 мкм	Более 600
10	Крупноигольчатая с шириной волокон более 3,0 мкм	Более 600

Суммарное число анализируемых полей зрения для каждого штабика должно быть не менее 30 при равномерном распределении их в плоскости шлифа, при оценке микроструктуры кокса марки КНПС – не менее 60.

Оценку микроструктуры Б (в баллах) с точностью до второго десятичного знака с последующим округлением до первого десятичного знака вычисляют по формуле:

$$Б = \frac{\sum_{i=1}^{n} Б_i}{n},$$

где $Б_i$ – оценка структуры i-го поля зрения, балл; n – количество проанализированных полей зрения, шт.

За результат испытания принимают среднее арифметическое двух параллельных определений (анализ двух шлифов-штабиков или одного штабика, отшлифованного с обеих сторон), выраженное в баллах и округленное до первого десятичного знака.

Сходимость и воспроизводимость метода приведены в **табл. М-17.**

М-17. Сходимость и воспроизводимость результатов оценки микроструктуры кокса

Оценка микроструктуры, балл	Сходимость, балл	Воспроизводимость, балл
До 5	0,2	0,3
Св. 5	0,3	0,5

Для оценки однородности кокса и определении преобладающей составляющей строят гистограмму.

МИНЕРАЛЬНОЕ МАСЛО (ISO 1998/1) – масло, состоящее из углеводородов естественного происхождения или полученных при переработке минерального сырья.

МИНЕРАЛЬНЫЕ АВИАЦИОННЫЕ МАСЛА. В первых отечественных топливно-ракетных двигателях (ТРД) применялись маловязкие минеральные масла (типа трансформаторного или веретенного), предназначенные для других видов техники. Они обладали невысокими эксплуатационными свойствами для использования в авиадвигателях. В начале 50-х годов прошлого века было допущено к применению минеральное масло МК-8 (ГОСТ 6457) из малосернистых беспарафинистых нефтей. Оно термостабильно до 120°С и в течение многих лет применялось в изделиях отечественной авиатехники в качестве рабочего масла и для консервации топливных систем и агрегатов авиадвигателей. Для повы-

шения термостабильности в масло МК-8 ввели 0,6% антиокислительной присадки Ионол, получив масло МК-8П (ГОСТ 6457), термостабильное до 140°С. Оно применялось в ТРД повышенной теплонапряженности. В настоящее время масла МК-8 и МК-8П не производятся.

В начале 60-х годов были разработаны и допущены к применению масла МК-6 (ГОСТ 10328) и МС-6 (ГОСТ 11552) узкого фракционного состава. Для улучшения термоокислительной стабильности в масло МС-6 вводили 0,2% Ионола. Подобно маслу МК-8, масла МК-6 и МС-6 были термостабильны до 120°С, но обладали по сравнению с МК-8 лучшими низкотемпературными свойствами.

В начале 70-х годов из приуральских нефтей было выработано и прошло испытания масло МС-8, также содержащее в своем составе 0,2% Ионола. Позже на его основе было разработано, испытано и внедрено в эксплуатацию масло МС-8П (ОСТ 38.01163–78 с изм. 1-10), в состав к-рого для улучшения эксплуатационных характеристик был введен комплекс различных присадок. С целью повышения защитных свойств масла МС-8П было разработано и допущено к применению масло МС-8РК (ТУ 38.1011181–88).

Для России характерно использование в широком масштабе М.а.м. (до конца 70-х годов XX в. до 75% от общего количества вырабатываемых авиационных масел составляли М.а.м.). Это связано с их высоким качеством и относительно невысокой стоимостью. В настоящее время большинство самолетов и вертолетов военной и гражданской авиации эксплуатируются на подобных маслах: МС-8п, МС-8рк, МС-20, ТСгип и его смеси с гидравлической жидкостью АМГ-10.

МИНЕРАЛЬНЫЕ МОТОРНЫЕ МАСЛА – масла, изготовленные на основе нефтяных базовых масел. По способу изготовления делятся на дистиллятные, получаемые путем очистки отдельных погонов (дистиллятов) нефти, остаточные, получаемые очисткой гудрона – остатка, образующегося при перегонке мазута, и компаундированные, состоящие из смеси дистиллятных масел с остаточными.

МИНЕРАЛЬНЫЙ СМАЗОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ – смазочный материал минерального происхождения, полученный смешением углеводородов в естественном состоянии или полученный в результате обработки минеральных продуктов (ГОСТ 27674).

МИЦЕЛЛООБРАЗОВАНИЕ – процесс ассоциации поверхностно-активных дифильных молекул в *мицеллы*. В химмотологии мицеллообразование обеспечивает такие важные технологические свойства *мицеллярных систем*, как солюбилизация, моющее действие, образование микроэмульсий и структурообразование.

Процесс мицеллообразования начинается при увеличении в системе концентрации дифильных молекул (см. *Критическая концентрация мицеллообразования*), либо при изменении параметров состояния (чаще всего т-ры). При значительном содержании дифильных молекул в системе могут образоваться жидкие кристаллы или гели.

Мицеллообразование подчиняется ряду общих закономерностей и связано с особенностями строения молекул ПАВ (размер неполярного фрагмента, природа полярной группы).

Причиной мицеллообразования в углеводородной среде является наличие в молекуле полярной лиофобной группы и лиофильного радикала. Лиофильный радикал обусловливает тенденцию к растворимости, полярная группа – препятствует ей. При образовании мицелл возникает энергетически наиболее выгодная конфигурация дифильных молекул, в к-рой лиофобные полярные группы окружены лиофильными фрагментами, направленными в углеводородную среду. Такое строение мицелл выравнивает разницу в полярности фаз и уменьшает энергию Гиббса и энтальпию системы. В то же время, мицеллообразование сопровождается ростом упорядочения, т.е. уменьшением энтропии системы.

На мицеллообразование мыл в углеводородных средах решающим образом влияет длина углеводородного радикала. В процессе мицеллообразования понижение энергии Гиббса системы тем больше, чем короче углеводородная цепь мыла. Слишком короткие молекулы мыла (до 10-12 атомов углерода) к мицеллообразованию в углеводородной среде не способны. Способность к мицеллообразованию в углеводородной среде свойственна молекулам мыл даже с длиной радикала 28-30 атомов углерода, однако при дальнейшем увеличении длины углеводородного радикала повышается растворимость мыл и ККМ. Разветвленность и циклизация углеводородного радикала также уменьшают склонность к мицеллообразованию и увеличивают ККМ. В то же время, при увеличении длины углеводородного радикала снижаются термическая устойчивость мицелл, мицеллярной системы в целом, и как следствие, верхняя т-ра применения пластичной смазки.

МИЦЕЛЛЫ – полидисперсные по размерам ассоциаты, состоящие из десятков поверхностно-активных дифильных молекул, имеющих длинноцепочечные гидрофобные углеводородные радикалы и полярные гидрофильные группы.

В так называемых обращенных сферических мицеллах, образующихся в неполярной фазе, напр. в углеводородных маслах, – дифильные молекулы (напр., мыла) располагаются так, что внутренняя часть мицеллы образована металлическими катионами, причем отрицательно заря-

женная карбоксильная группа одной молекулы мыла электростатически взаимодействует с положительно заряженным металлическим катионом соседней молекулы. Силы притяжения в мицеллах между полярными группами могут быть весьма значительны, напр., у стеарата лития они равны примерно 30 ккал/моль, что в пересчете на 1 г составляет 0,1035 ккал. Плотность энергии декогезии мыльных мицелл определяет т-ру ослабления связей структурного каркаса смазки. Наружная «мантия» мицеллы образована углеводородными радикалами, между к-рыми в неуглеводородной среде имеется относительно сильное гидрофобное взаимодействие. В углеводородной среде происходит сольватация мыльных мицелл путем включения молекул дисперсионной среды в мицеллярную «мантию» между раздвигающимися соседними углеводородными цепями. Молекулы углеводородов в этом случае теряют подвижность в трех направлениях, и становятся частью структурного каркаса смазки.

Сферическая мицелла имеет наноразмеры во всех трех измерениях. Такое расположение дифильных молекул, когда лиофобные полярные группы окружены лиофильными фрагментами, способствует агрегативной и термической устойчивости всей мицеллы.

Число молекул мыл, образующих мицеллу, называется числом агрегации; по аналогии с молекулярной массой мицеллы характеризуются и так называемой мицеллярной массой.

Образование мицелл (*мицеллообразование*) происходит в результате изменения термодинамических параметров состояния (чаще всего т-ры). Мицеллообразование из расплава обычно начинается на центрах кристаллизации при охлаждении изотропного расплава мыла, находящегося в углеводородной среде в концентрации, значительно превышающей *критическую концентрацию мицеллообразования*. Для образования высокодисперсной структурированной системы необходимо, чтобы число зародышей новой фазы было достаточно большим, а скорость их роста не слишком велика.

МИЦЕЛЛЯРНАЯ СИСТЕМА ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК – высоко- и связнодисперсная система, дисперсная фаза к-рой состоит из анизометричных мыльных мицелл различной формы, характеризующихся кристаллической структурой на наноуровне и аморфной или полукристаллической структурой – на микроуровне.

Наиболее часто в качестве дисперсной фазы пластичных смазок используются металлические мыла. Технология получения мыльных смазок направлена на формирование и оптимизацию их мицеллярной системы.

Первой стадией получения мыльных смазок является термомеханическое диспергирование и расплавление мыла в углеводородной среде при повышенной т-ре.

Второй стадией, на к-рой собственно и происходит образование мицеллярной структурированной дисперсной системы мыльных смазок, является конденсационная кристаллизация. В ходе мицеллообразования из расплава обычно сначала образуются сферические мыльные *мицеллы*, являющиеся первичным элементом будущего структурного каркаса смазок.

По мере увеличения концентрации сферические мицеллы постепенно видоизменяются, укрупняются и, в конце концов, трансформируются в пластинчатые мицеллы. Процесс трансформации мицелл при понижении т-ры может происходить в результате как встраивания в сферическую мицеллу молекул мыл, находившихся до этого в растворителе в молекулярно-дисперсном состоянии, так и столкновения двух или более сферических мицелл, приводящему к их пластической деформации и объединению.

Пластинчатые мицеллы мыл щелочных (одновалентных) металлов могут расти до макроскопических размеров только в одном или двух измерениях, сохраняя микроскопические размеры в остальных измерениях.

У пластичных смазок, полученных на основе углеводородных дисперсионных сред, загущенных стеаратами поливалентных металлов (Ca^{2+}, Ba^{2+}, Al^{3+}) первичные сферические мицеллы правильной геометрической формы не образуются. Для мыл щелочноземельных металлов, а также для Al^{3+} первичным элементом структурного каркаса являются пластинчатые мицеллы. По мере увеличения концентрации мыла пластинчатые мицеллы постепенно укрупняются. В отличие от мыл щелочных металлов пластинчатые мицеллы мыл щелочноземельных (двухвалентных) металлов в углеводородных средах могут расти до макроскопических размеров только в двух измерениях, сохраняя микроскопические размеры в одном, а пластинчатые мицеллы алюминиевого мыла (трехвалентного металла) растут в трех измерениях, образуя полимерную структуру.

Пластинчатые мицеллы в силу хаотического характера столкновений исходных сферических мицелл могут приобретать разнообразные геометрические формы (лепестки, вытянутые ленты, иглы, изогнутые нити), имеющие по длине одинаковую или различную толщину. Различная толщина пластинчатых мицелл обусловлена несколькими факторами:

• полидисперсностью по размерам (или числам агрегации) исходных сферических мицелл;

• неодновременной кристаллизацией мыл различных карбоновых кислот (предельных и непредельных различного молекулярного веса), входящих в состав омыляемого сырья;

• внутримицеллярной солюбилизацией неорганических солей, а также воды, что резко изменяет параметры образующихся сферических мицелл;

• сольватацией мыльных мицелл путем включения молекул дисперсионной среды в мицеллярную «мантию» между раздвигающимися соседними углеводородными цепями (молекулы углеводородов в этом случае теряют подвижность в трех направлениях, и становятся частью структурного каркаса);

• адсорбции углеводородов дисперсионной среды внешней частью мицеллярной «мантии» между концевыми метильными группами молекул мыла (молекулы углеводородов в этом случае теряют подвижность в двух направлениях, и становятся частью структурного каркаса).

По мере дальнейшего повышения концентрации мыла пластинчатые мицеллы связываются и переплетаются между собой и, в конце концов, образуют пространственный *структурный каркас пластичных смазок*.

На прочность связей структурного каркаса наиболее существенно влияет анизометричность (отношение длины к диаметру) вторичных дисперсных частиц загустителя в смазках.

В некоторых случаях мицеллярную систему мыльных смазок (напр., комплексных кальциевых) получают не в ходе расплава и кристаллизации, а в результате термомеханического измельчения частиц дисперсной фазы и химической реакции.

Третьей стадией получения мыльных смазок является гомогенизация, при к-рой конденсационная мицеллярная система становится, в основном, диспергационной.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРИСАДКИ К МАСЛАМ – присадки, улучшающие одновременно несколько свойств масел.

МНОГОЦЕЛЕВЫЕ МОТОРНЫЕ МАСЛА – моторные масла, к-рые помимо использования по прямому назначению можно успешно применять для смазывания редукторов, агрегатов трансмиссий, компрессоров, гидросистем. М.м.м. является, напр., масло М-10-$Г_2$ (цс). Его используют для смазывания главных тронковых и вспомогательных судовых дизелей, в качестве системного масла в циркуляционных системах крейцкопфных дизелей, в многочисленных судовых механизмах, где необходимо масло той же вязкости. К многоцелевым относятся масла STOU (Super Tractor Oil Universal), используемые в двигателях сельскохозяйственных и промышленных тракторов, агрегатах трансмиссий и гидросистемах.

МОДЕЛИРОВОЧНЫЙ ВОСК «МОДЕВАКС» (ТУ 64-2-214–82) применяют в стоматологии при изготовлении коронок, различных протезов и др. конструкций методом литья по выплавляемым моделям. Основными компонентами М.в.м. являются твердые парафины, *карнаубский*, *канделильский* и *пчелиный воски*, канифоль и ее эфиры. Окраска М.в.м. различными красителями (красный, синий, зеленый) облегчает моделирование на белом фоне модели и часто определяет назначение воска.

Общим требованием к М.в.м. является то, что для его производства используют глубоко обезмасленные высокоочищенные твердые парафины, не содержащие канцерогенных полициклических углеводородов. На применение моделировочных восков должно быть разрешение санитарных учреждений.

МОДЕЛЬНЫЙ ВОСКОВОЙ СОСТАВ – применяют на предприятиях машиностроения для точного стального литья. Получают смешением твердых углеводородов с различными наполнителями: порошками тугоплавких смол, полимеров, неорганических веществ и др. Наличие нерастворимой твердой фазы способствует снижению и стабилизации усадки, что приводит к повышению точности моделей. Увеличивается также прочность смесей и способность их противостоять деформациям.

МВС-3А (ТУ 38.101516–76) – *композиция* глубоко обезмасленного *твердого парафина* и высокоплавкого *нефтяного церезина* с полимерной добавкой. Состав предназначен для точного стального литья по выплавляемым моделям.

МВС-15 (ТУ 38.1011044–85) – для стального литья по выплавляемым моделям в цехах точного литья заводов тракторного и сельскохозяйственного машиностроения. Представляет собой композицию высокоплавкого *церезина* с техническим *твердым парафином* и полимерной добавкой.

МОДИФИКАТОР – компонент смеси, в значительной степени изменяющий ее свойство.

МОДИФИКАТОРЫ ТРЕНИЯ – см. *Антифрикционные присадки к маслам*.

МОДИФИЦИРОВАННЫЙ БЕНЗИН (реформулированный) – автомобильный бензин, применение к-рого позволяет снизить токсичность отработавших газов автомобилей старых и новых моделей без их переделки. Понятие М.б. сформулировано в Законе о чистом воздухе, принятом Сенатом США в 1990 г. М.б. был введен в обращение в тех городах США, где превышались нормы по выбросам оксида углерода. Далее приведены нормы качества модифицированного бензина.

Давлвние насыщенных паров летнего бензина, кПа, не более	60
Содержание ароматических углеводородов, % об., не более	20
Содержание бензола, % об., не более	1
Содержание олефинов C_4-C_5, % об., не более	1
Общее содержание олефинов,% об., не более	5
Содержание кислорода, % масс., не менее	2
Т-ра перегонки 90% бензина, °С, не выше	143

Для сравнения в **табл. М-18** приведен компонентный состав бензинов обычного и модифицированного, полученных на одном из заводов США из легкой аравийской нефти.

М-18. Компонентный состав бензинов

Компонент	Бензин	
	обычный	модифицированный
Бутаны	5,5	3,5
Риформат	40,3	24,6
Бензин каталитического крекинга	33,0	28,1
Эфиры	3,4	10,8
Алкилат	9,4	16,5
Полимербензин	1,0	1,4
Изомеризат	5,5	11,6
Легкие фракции бензинов гидрокрекинга и прямогонного	1,9	3,5

МОЙКА И ДЕЗИНФЕКЦИЯ СИСТЕМ ХРАНЕНИЯ И ПОДАЧИ СОТС. В процессе эксплуатации СОТС в них накапливаются посторонние примеси. Все загрязнения оборудования автоматических линий металлообработки и станков с индивидуальной системой охлаждения можно разделить на следующие:

• загрязнения емкостей (липкие осадки густой, мазеподобной и рыхлой структуры, грибные образования на стенках и перегородках, донные мазеподобные осадки, к-рые образовались из компонентов СОТС, продуктов их деструкции и из минеральных масел, вытекающих из гидросистем);

• загрязнения в системах подачи и слива СОТС (донные осадки из смеси жировых загрязнений с отходами металлообработки, плотные пленки и грибные образования на границе раздела СОТС–воздух, наросты шлама в местах, где циркуляция жидкости затруднена или отсутствует);

• загрязнения в зоне непосредственной обработки металлов в местах постоянного контакта оборудования с раствором СОТС (смеси липких маслоподобных продуктов с грибными образованиями, а также наслоение минерального масла с отходами металлообработки, к-рые накапливаются на оборудовании выше поверхности эмульсии);

• загрязнения в местах периодического контакта эмульсии с поверхностью оборудования на автоматических линиях и станках с индивидуальным охлаждением (липкие осадки, спресованные из масляных, металлических и смолистых загрязнений и пленок биологического происхождения с очень высокой прочностью и адгезией к поверхности, а также твердые смолистые покрытия на внутренней поверхности оборудования).

При продолжительной эксплуатации СОТС (3-6 мес.) в емкостях циркуляционной системы приготовления и подачи СОТС в автоматических линиях металлообработки концентрируются смазочные и гидравлические минеральные масла, защитные консервационные смазки, металлическая пыль, продукты термодеструкции СОТС и т.п. Кроме того, часто в желоба циркуляционной системы попадают металлические опилки, используемая ветошь и др. отходы. Из бака эти загрязнения разносятся потоком жидкости по всей циркуляционной системе, образовывая липкие осадки в местах постоянного и периодического контакта эмульсии с поверхностью оборудования.

Количество загрязнений в циркуляционных системах СОТС зависит от стабильности рабочих эмульсий, твердости абразивного инструмента и материала, к-рый подвергается обработке, параметров металлообработки, состояния фильтрующих устройств, конструкции оборудования циркуляционной системы, объема и скорости циркуляции жидкости и др. причин.

На основе опыта эксплуатации СОТС была составлена шкала оценки степени загрязненности системы приготовления и подачи СОТС:

• «сильная загрязненность» – имеются застойные зоны и на видимых участках станков, на стенках лотков и трубопроводов есть сплошные липкие загрязнения, к-рые покрывают более 50% поверхности, а уровень донных загрязнений в емкости после слива эмульсии превышает (по высоте от днища) 50-80 см (в зависимости от производительности установки);

• «средняя загрязненность» – видимые части емкостей, станков и трубопроводов частично покрыты липкими загрязнениями (до 50% поверхности), есть застойные зоны, и после слива эмульсии в емкостях остаются донные загрязнения, уровень к-рых не превышает 10-30 см;

• «малая загрязненность» – видимые части станков и поверхность лотков покрыты незначительным пластом минерального масла в смеси с металлической пылью, а застойные зоны и липкие загрязнения на стенках емкостей для хранения и приготовления СОТС отсутствуют, уровень донных загрязнений в емкостях не превышает 10 см.

Уменьшению степени загрязненности циркуляционных систем подачи и слива СОТС в автоматических линиях металлообработки способствуют высокая стабильность эмульсии, обеспечение слива эмульсии без остатка благодаря конструкции баков, отсутствие застойных зон, изгибов трубопроводов (поскольку в них концентрируются загрязнения и затрудняется доступ для их очистки и

промывки), обеспечение обмен жидкости в системе 6-8 раз в час, надежный контроль за состоянием оборудования и рабочей жидкости.

Образованию эксплуатационных загрязнений в зоне металлообработки и в местах периодического контакта эмульсии с поверхностью содействуют увеличение концентрации СОТС, благодаря чему образуются нерастворимые липкие загрязнения на корпусах и направляющих станков; повышение скорости циркуляции СОТС, что вызывает образование липких загрязнений в механизмах, к-рые легко смываются эмульсией; неправильный выбор типа СОТС, к-рый может привести к ускорению выпаривания летучих компонентов СОТС, грибному заражению, образованию смолоподобных загрязнений и как следствие к заклиниванию механизмов трения и выходу из строя станка, образованию прозрачных пленок на защитных покрытиях станков, инструментах, измерительной аппаратуре; несовместимость эмульсий СОТС с другими смазочными материалами; нарушение стабильности эмульсии при долгосрочной циркуляции в системе; выделение солей жесткости при выпаривании воды из эмульсии и др.

Химический состав загрязнений зависит от химического состава СОТС и от условий его эксплуатации. Эмульсионные СОТС содержат значительное количество минерального масла и около 20% разных добавок: эмульгаторов, ингибиторов коррозии и т.п. Соответственно загрязнение при их эксплуатации содержат также значительную часть минеральных масел и продукты их деструкции.

Полусинтетические СОТС содержат незначительное количество минерального масла и значительное количество ПАВ. В этом случае степень загрязненности систем хранения, подачи и циркуляции СОТС значительно ниже, так как уменьшается влияние на систему солей жесткости, утечек масла и отходов металлообработки, т.е. система с полусинтетической жидкостью является более стабильной. Однако есть вероятность образования грибной микрофлоры. При этом основная часть загрязнений, к-рая забивает фильтры и устройства подачи микроэмульсии представляет собой сложные конгломераты из компонентов СОТС, металлической пыли, воды, бактерий и грибных пленок.

Разнообразный компонентный и структурный состав отложений обусловливает неодинаковую эффективность удаления загрязнений с поверхности оборудования и вызывает необходимость использования целого набора *технических моющих средств* и *дезинфектантов* для систем циркуляции СОТС металлообрабатывающего оборудования.

В производственных условиях экономнее и проще замедлить накопление загрязнений на оборудовании регулярным мытьем и дезинфекцией его в процессе металлообработки, чем разбирать и механически очищать от загрязнения без проведения профилактических мероприятий.

Для предотвращения образований на внешних поверхностях оборудования необходимо предусмотреть:

• устранение постоянных маслоутечек путем повышения герметичности гидравлических систем и смазочных систем (использование специальных заграждений, к-рые бы предотвращали разбрызгивание жидкости и попадание ее на внешнюю поверхность станков);

• оснащение производственных помещений для приготовления эмульсий из концентратов приточно-вытяжной вентиляцией;

• установление локальных вентиляционных устройств (зонтов, отсасывающих систем и т.д.) при использовании станков с программным управлением.

МОЛЕКУЛЯРНО-МАССОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ (ММР) – важнейшая характеристика, отражающая содержание в продуктах олигомеризации молекул с определенными среднечисловыми молекулярными массами и, соответственно, содержание отдельных групп олигомеров: димеров, тримеров, тетрамеров, пентамеров и более высших олигомеров, выражаемое в % масс. каждой группы олигомеров. ММР выявляется путем фракционирования олигомеров и определения молекулярной массы каждой фракции. Экспериментально ММР олигомеров определяется методами газовой или жидкостной хроматографии.

МОНОМЕР – низкомолекулярное соединение, используемое для синтеза высокомолекулярного в процессе полимеризации.

МОРОЗОСТОЙКОСТЬ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ТВЕРДЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ – свойство, определяемое т-рой, при к-рой разрушается пленка композиции, нанесенная на металлическую пластинку, подвергаемую равномерным изгибам и выпрямлениям при одновременном охлаждении с постоянной скоростью. Методика определения аналогична определению т-ры хрупкости битума по Фраасу по ГОСТ 11507.

МОРОЗОСТОЙКОСТЬ ПЛЕНОК ПИНС оценивают визуально по состоянию пленки продукта при низкой (–40°С и ниже) т-ре. Испытания проводят на пластинах из белой жести размером 100х20х0,6 мм. Пластины с нанесенным продуктом подвешивают вертикально и выдерживают 24 ч при комнатной т-ре, после чего помещают в холодильную камеру или сосуд Дьюара или в баню с охлаждающей смесью, где поддерживается заданная *нормативной документацией* т-ра. Пластины с продуктом выдерживают при этой т-ре 2 ч.Через 2 ч пластины вынимают из испытательной камеры и тот час

же изгибают на 180 град. на металлическом прутке диаметром 15 мм и осматривают поверхность пленки. Продукт считают выдержавшим испытание, если при визуальном осмотре на поверхности пленки отсутствуют трещины.

МОТОРНО-ТРАНСМИССИОННО-ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ МАСЛА – многоцелевые масла типа STOU (Super Tractor Oil Universal), предназначенные для работы в двигателях, агрегатах трансмиссий и гидросистемах промышленных и сельскохозяйственных тракторов. В отечественном ассортименте имеются *многоцелевые всесезонные масла* марок МТ-4з/8ДС (синтетическое северное) и МТ-5з/10Д (минеральное для регионов с умеренным климатом), вырабатываемые по ТУ 38.401-98-94–92 и ТУ 38.401-58-40–92 соответственно.

МОТОРНОЕ МАСЛО – *смазочное масло* для поршневых двигателей внутреннего сгорания (ДВС) (ГОСТ 26098).

В современных ДВС М.м. часто используют для принудительного охлаждения поршней. Для этого по каналу в теле шатуна масло подается во внутреннюю полость поршня, где омывает его днище, а затем стекает в картер самотеком. Реже используют системы охлаждения поршней маслом, основанные на периодическом орошении днища через форсунки.

В автомобильных дизелях новейших моделей М.м. служит рабочим телом в гидравлических системах топливных насосов высокого давления.

Чрезвычайно широк диапазон т-ры, в к-ром работают М.м. Нижний предел – т-ра холодного пуска двигателя зимой при безгаражной стоянке автомобилей (до –30…–35°С). Верхний предел – т-ра наиболее нагревающейся смазываемой детали при работе летом на режиме максимальной мощности (до 300...315°С в зоне первого компрессорного кольца). В этих условиях т-ра стенки цилиндра в зоне верхней мертвой точки достигает 210-240°С, кулачков распределительного вала 190-230°С, подшипников коленчатого вала 150-175°С.

Естественно, что М.м., взаимодействуя с кислородом воздуха и продуктами сгорания топлива, подвергаясь действию высоких термических и механических нагрузок, изменяют свои свойства, стареют. Однако современные технологии позволяют создавать М.м., стойкие к старению, сохраняющие работоспособность при неблагоприятных условиях эксплуатации в течение сотен и даже тысяч часов.

Когда речь идет о работоспособности моторного масла – важного элемента конструкции ДВС, предполагается выполнение им всех его функций, важнейшие из к-рых следующие:

• уменьшение потерь на трение и износа поверхностей трения;

• передача сил через пленку масла от одной детали к другой;

• предотвращение прорыва газов через лабиринт поршневых колец из надпоршневого пространства в картер;

• отвод теплоты от поршней, подшипников и других смазываемых деталей;

• нейтрализация кислот, образующихся при сгорании топлива и окислении масла;

• защита двигателя от коррозии при работе и длительной стоянке;

• предотвращение нагаро- и лакообразования, приводящих к нарушению подвижности поршневых колец;

• предотвращение выпадения осадков в картере, маслопроводах, под крышкой механизма газораспределения;

• обеспечение работоспособности масляных фильтров в течение всего срока замены масла;

• предотвращение роста вязкости масла вследствие загрязнения его сажей.

Выполняя перечисленные функции, М.м. не должно образовывать зольные отложения в камере сгорания, вызывающие преждевременное воспламенение рабочей смеси и увеличивающие вероятность возникновения детонации; быть совместимым с материалами уплотнений и катализаторами нейтрализации токсичных компонентов отработавших газов, не нарушать работоспособность свечей зажигания.

Требования к свойствам моторных масел в принципе противоречивы и их оптимизация не возможна без принятия компромиссных решений.

Состав М.м. Все современные М.м. состоят из основы (*базового масла*) и подобранного пакета присадок. В качестве базового масла используются масляные фракции, полученные при переработке нефти, или искусственно синтезированные органические соединения или растительное масло, а также их смеси.

Классификация М.м. ***В зависимости от назначения*** М.м. различают:

• *масла для дизелей (масла для тепловозных дизелей, масла для судовых дизелей, масла для автотракторных дизелей, масла для стационарных дизелей)*;

• *масла для бензиновых двигателей*;

• *универсальные моторные масла*, предназначенные для смазывания как дизелей, так и бензиновых двигателей;

• *масла для двигателей, работающих на природном газе (метане)* или *на сжиженном нефтяном газе (смесь бутана с пропаном)*;

• *масла для двухтактных бензиновых двигателей*.

По температурным пределам работоспособности М.м. различают:

- *летние моторные масла*;
- *зимние моторные масла*;
- *всесезонные моторные масла.*

По составу базового масла М.м. различают:

- *минеральные моторные масла*;
- *синтетические моторные масла*;
- *частично синтетические моторные масла.*

Существуют различные системы классификации и обозначения моторных масел, установленные национальными и международными стандартами:

- *классификация моторных масел по ГОСТ 17479.1*;
- *классификация моторных масел SAE*;
- *классификация моторных масел API*;
- *классификация моторных масел ILSAC*;
- *классификация моторных масел ACEA.*

Эти классификации М.м. предусматривают их разделение по трем признакам:

- по вязкости;
- по области применения, уровню и спектру эксплуатационных свойств;
- по наличию или отсутствию энергосберегающих свойств.

Масла для двухтактных бензиновых двигателей классифицированы еще и по смешиваемости с бензином.

Следует отметить, что нек-рые авторы ошибочно называют упомянутые классификации разделением М.м. по качеству. Высоко- или низкокачественным может быть масло любой категории. Качество определяется тем, в какой мере продукт удовлетворяет предъявляемым требованиям (на разрешенном пределе или с большим превышением нормы). Классы или группы масел значительно различаются именно по уровням эксплуатационных свойств и их спектрам.

МОТОРНОЕ ОКТАНОВОЕ ЧИСЛО – см. *Октановое число.*

МОТОРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ МОТОРНЫХ МАСЕЛ – испытания в полноразмерных двигателях или специальных одноцилиндровых установках.

МОТОРНЫЕ МАСЛА. ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ – см. *Взаимозаменяемость моторных масел.*

МОТОРНЫЕ МАСЛА. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СОСТАВУ – требования, к-рые относятся только к маслам, предназначенным для смазывания двигателей с деталями из редко используемых материалов или особых конструкций. Напр., масла для тепловозных дизелей General Motors EMD с деталями из сплава серебра не должны иметь в своем составе дитиофосфатов цинка. Масла для двухтактных дизелей Detroit Diesel серий 53, 71 и 92 должны иметь сульфатную зольность до 1% и щелочное число не менее 6 мг КОН/г. Специальные требования к составам масел предъявляют изготовители стационарных двигателей, работающих на газе (ограничения сульфатной зольности, отсутствие дитиофосфатов цинка, отсутствие остаточного компонента в базовом масле или, напротив, сульфатная зольность не ниже заданных пределов). *Совместимость моторных масел с катализаторами отработавших газов* и сажевыми фильтрами обеспечивается ограничением содержания фосфора, серы и низкой сульфатной зольностью.

МОТОРНЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ МАСЕЛ. Моторные испытания масел на стендах проводят в полноразмерных двигателях и на специальных одноцилиндровых установках, что значительно снижает стоимость испытаний. В отечественной практике используют стандартные методы испытаний на установках НАМИ-1М по ГОСТ 20991, ИМ-1 по ГОСТ 20303, ИКМ по ГОСТ 20457, а также методы, включенные в *комплекс методов квалификационной оценки масел.* К ним относятся испытания на установках ОД-9, ИМЗ и импортных Petter W-1. В зарубежной практике стендовые испытания на одноцилиндровых моторных установках также широко используют для оценки эксплуатационных свойств масел при их *сертификации* на соответствие спецификациям, классификациям и проведения исследовательских работ. В числе таких установок различные модификации Caterpillar (1G2, 1H2, 1M-PC, 1N, 1K, 1Q), CRC L-38, MWM KD-12E и др.

МОЧЕВИНА – см. *Карбамид.*

МОЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ СОТС (СОЖ) – способность СОЖ интенсивно удалять загрязнения с различных металлических поверхностей и диспергировать их в объеме.

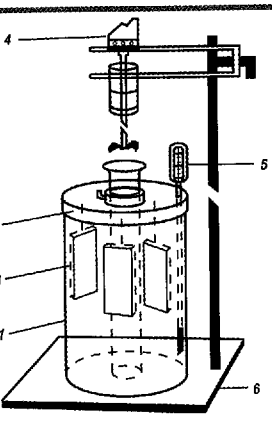


Рис. М-4. Лабораторная моечная установка:
1 – ванна с раствором СОЖ; *2* – съемная крышка; *3* – металлическая пластинка; *4* – электродвигатель с мешалкой; *5* – термометр

Наиболее простым методом определения моющей способности СОЖ является весовой метод – определение степени отмыва загрязнений с металлических пластин в лабораторной моечной установке. Конструкция моечной установки может быть любая (**рис. М-4**). Три одинакового размера металлические пластины зачищают, обезжиривают этиловым спиртом, сушат и взвешивают на аналитических весах. На взвешенные пластинки наносят стеклянной палочкой 0,10-0,15 г модельного загрязнителя. Выдерживают загрязненные пластинки в течении 0,5 ч и затем помещают их в моечную установку, ванну к-рой заполняют раствором (эмульсией) СОТС, и включают установку. Время мойки составляет 5-10 мин. Затем пластинки вынимают и сушат в струе воздуха от вентилятора в течении 30 мин. Отмытые и просушенные пластинки взвешивают. Моющую способность определяют по формуле:

$M_c=(P_1-P_2)\cdot 100/(P_1-P_0)$,

где P_1 – масса загрязненной пластинки; P_2 – масса пластинки после мойки и сушки; P_0 – масса чистой пластинки.

МОЮЩЕ-ДИСПЕРГИРУЮЩИЕ ПРИСАДКИ К МАСЛАМ – соединения, предотвращающие или уменьшающие образование отложений продуктов окисления на рабочих поверхностях, а также обладающие способностью поддерживать продукты загрязнения во взвешенном состоянии. Они устраняют рост вязкости масла и отложение шлама в двигателе и резко снижают коррозионное изнашивание вследствие нейтрализации кислых продуктов сгорания топлива и окисления масла. Поэтому практически все моющие присадки имеют щелочное число, причем резерв «щелочности» может быть значительным. Щелочные – *среднещелочные, высокощелочные, суперщелочные, гиперщелочные присадки к маслам* содержат значительно превосходящее стехиометрическое количество катиона металлов (кальция, магния, натрия) благодаря присутствию их гидроксидов и карбонатов.

Моющие присадки придают маслам, кроме нейтрализующего действия, растворяющую способность по отношению к лакообразным и смолистым отложениям.

Диспергирующие присадки представляют собой беззольные органические соединения, предотвращающие коагуляцию коллоидных частиц, и проявляют диспергирующее и солюбилизирующее действие по отношению к продуктам окисления и изнашивания.

К моюще-диспергирующим относятся зольные присадки: *сульфонатные, алкилфенольные, алкилсалицилатные* и *тиофосфонатные присадки к маслам*; к диспергирующим – беззольные: *сукцинимидные присадки к маслам, высокомолекулярные основания Манниха* и *сополимеры метакрилатов*.

Отсутствие в маслах моюще-диспергирующих присадок может вызвать пригорание поршневых колец, прорыв газов сгорания в картер. Это приводит к загрязнению масла и задирам цилиндро-поршневой группы при высоких нагрузках двигателя. Отложения шлама могут забивать масляные фильтры и смазочные каналы и привести к масляному «голоданию» и износу двигателя. Кислые продукты сгорания топлива вызывают коррозию.

Для удовлетворения и обеспечения необходимых эксплуатационных свойств М-д.п.м должны содержать:

а) полярные группы (напр., сульфо-, гидрокси-, меркапто-, карбокси-);

б) олефильные, алифатические, алкилароматические углеводородные радикалы, обеспечивающие растворимость;

в) один или несколько ионов металлов или аминогруппы.

МОЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ СОТС – совокупность физико-химических процессов, приводящих к очистке поверхностей обрабатываемой заготовки, инструмента и деталей станка от шлама и стружки. Начальной стадией М.д. СОТС является смачивание загрязненных поверхностей, металлических и неметаллических частиц. Одновремвнно происходит взаимодействие ПАВ молекул СОТС с поверхностью твердых тел с образованием на них двойного электрического слоя или сольватной оболочки. Защищенные адсорбционными слоями (оболочками) твердые частицы шлама не слипаются между собой, не налипают на механические поверхности, удерживаются в объеме СОТС и легко уносятся ее потоком. Следующие стадии М.д. СОТС сводятся к образованию устойчивых суспензий шлама. М.д. СОТС зависит от *моющей способности СОТС*, подаваемого в зону обработки, скорости потока и способа подачи.

МОЮЩИЕ ПРИСАДКИ К МАСЛАМ– см. *Моюще-диспергирующие присадки к маслам*.

МОЮЩИЕ ПРИСАДКИ К ТОПЛИВАМ – присадки для предотвращения образования отложений в топливной системе и на деталях двигателя, позволяющие поддерживать оптимальные параметры рабочего процесса. Двигатели различной конструкции имеют различные проблемные узлы и детали. В бензиновых двигателях с карбюратором – это заслонка карбюратора, в инжекторных с распределенным впрыском бензина – впускные клапаны, в двигателях с непосредственным впрыском – распылители форсунок и камера сгорания. Соответственно, моющие присадки делят-

ся на три типа. Причем присадки, предназначенные для двигателей с карбюратором, неэффективны в инжекторных, а присадки, отмывающие впускные клапаны, – в двигателях с непосредственным впрыском.

Принцип действия М.п.т. заключается в предотвращении образования отложений, удалении уже образовавшихся загрязнений с поверхностей и их диспергировании в объеме топлива. Эффективность М.п.т. можно оценить нестандартными лабораторными исследовательскими методами, к-рыми пользуются разработчики М.п.т. Однако, исходя из цели применения М.п.т., конечная оценка их эффективности дается в процессе стендовых испытаний на установках с двигателями по стандартизированным ездовым циклам: городскому (urban) и загородному (extraurban), имитирующим соответственно езду в городских условиях и по шоссе. Городской цикл включает в себя пуск холодного двигателя и четыре простых цикла по 195 с, сочетающих разгоны с использованием разных передач, небольшие периоды езды с постоянной скоростью при 50 км/ч, торможения и остановки. Общая продолжительность городского цикла 1220 с. Загородный цикл – это сочетание разгонов, равномерной езды со скоростью до 120 км/ч и торможений. Его продолжительность – 400 с. Иногда оба цикла объединяют в общий (total). Широко распространен также калифорнийский ездовой цикл, аналогичный европейскому, но отличающийся продолжительностью режимов. В процессе испытаний определяют расход топлива и токсичность отработавших газов.

В качестве моющих присадок может быть использован широкий ряд поверхностно-активных веществ с достаточной термоокислительной стабильностью. Наиболее часто на практике применяют амиды карбоновых кислот и полиалкиленполиаминов (для двигателей с карбюратором), полибутенамины и полиэфирамины (для двигателей с распределенным впрыском бензина), сложные композиции ПАВ (для двигателей с непосредственным впрыском). Все М.п.т. характеризуются дополнительно антикоррозионным и антиобледенительным действием и по сути являются многофункциональными. М.п.т. вводятся в топливо, как правило, у потребителя (на АЗС или терминале). Возможен выпуск специальных марок топлив, содержащих моющие присадки, но это бывает крайне редко. Чем выше культура обслуживания автомобиля, тем в большем объеме используются М.п.т. В США их вводят практически во все бензины, в странах Евросоюза – более чем в половину, в России объем применения М.п.т. крайне мал. Рабочая концентрация присадок 0,01–0,08% масс.

В отечественном ассортименте – две моющие присадки, отвечающие современным требованиям: Автомаг – для двигателей с карбюратором и Алькор-Авто – для двигателей с распределенным впрыском.

МОЮЩИЕ СВОЙСТВА МОТОРНОГО МАСЛА – способность предотвращать образование нагара и лаковых отложений на деталях, нагревающихся при работе двигателя до высокой т-ры, в первую очередь на поршнях. Моющие свойства придают маслу, в основном детергенты, металлосодержащие моющие присадки.

МТБЭ – см. *Метил-трет-бутиловый эфир.*

МЫЛА – металлические (натриевые, кальциевые, литиевые и др.) соли высших жирных кислот, используют в качестве загустителей для получения мыльных пластичных смазок. Получают нейтрализацией высших жирных кислот гидроксидами или оксидами металлов (натрия, лития, кальция и др.). Алюминиевые мыла обычно получают или по реакции двойного обмена или реакцией изопропилата алюминия или его тримера (триизопропилоксид триоксиалюминия) с карбоновыми кислотами в дисперсионной среде смазки.

МЫЛЬНАЯ СМАЗКА (*Ндп.* «Смазка с мыльным загустителем») (ГОСТ 26098) – пластичная смазка, в к-рой в качестве загустителя использованы соли высших жирных кислот (мыла).

В зависимости от катиона мыла М.с. разделяют на литиевые, натриевые, кальциевые, бариевые, алюминиевые, цинковые, свинцовые и др. В зависимости от аниона мыла т.е. одного и того же катиона их разделяют на обычные и комплексные. Комплексные смазки работоспособны в более широком интервале температур, чем обычные. Среди комплексных смазок наиболее распространены кальциевые, литиевые, бариевые, алюминиевые и натриевые смазки. Кальциевые смазки, разделяют на безводные, гидратированные и комплексные. В отдельную группу выделяют смазки на смешанных мылах, в к-рых в качестве загустителя используют смесь мыл (литиево-кальциевые, натриево-кальциевые и др.; первым указан катион мыла, доля к-рого в загустителе большая).

М.с. в зависимости от применяемого для их получения жирового сырья называют условно синтетическими (анион мыла – радикал синтетических жирных кислот) или жировыми (анион мыла – радикал природных жирных кислот), напр. *синтетические* или *жировые солидолы.*

НАГАР – углеродистые *отложения* значительной толщины, образующиеся на деталях двигателя, сильно нагревающихся при работе. Н. имеет толщину от десятых долей миллиметра и более. Он покрывает поверхности деталей, образующих камеру сгорания, *канавки поршня* и его огневую перемычку, внутреннюю поверхность днища поршня, детали системы выпуска *отработавших газов* и выпускные окна двухтактных двигателей. В зависимости от состава масла и условий формирования Н. бывает различной твердости. Наиболее неблагоприятно влияет на работу двигателей образование твердого Н. большой толщины в канавках компрессионных колец, на огневой перемычке поршня. Оно сопровождается распиранием и *задиром* колец и цилиндров или *полировкой цилиндров*. Нагарообразование на днище поршня с внутренней стороны нарушает охлаждение поршней маслом и приводит к аварийным последствиям (прогар или задир поршней, обрыв шатунов). Н. состоит в основном из углерода, кислорода и неорганических соединений, образующихся при сгорании или срабатывании металлосодержащих присадок к маслам и топливам.

НАГАР В КАМЕРЕ СГОРАНИЯ – см. *Склонность бензина к образованию отложений*.

НАГАРООБРАЗУЮЩИЕ СВОЙСТВА МАСЕЛ – см. *Методика определения нагарообразующих свойств масел*.

НАГРУЗОЧНАЯ СПОСОБНОСТЬ СМАЗОЧНОЙ ПЛЕНКИ – предельная нагрузка в узле трения, при к-рой сохраняется трение со смазочным материалом.

НАЗНАЧЕННЫЙ РЕСУРС МАСЛА – наработка двигателя, выраженная в мото-часах, километрах пробега транспортного средства, количестве израсходованного топлива, после к-рой масло независимо от его состояния должно быть заменено.

НАИМЕНЬШАЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЬНАЯ ПРОБА ОБРАЗЦА ДЛЯ КОНТРОЛЯ (ОК) – наименьшее количество вещества (материала) образца для контроля, сохраняющее аттестованные значения характеристик и погрешности этих значений (Р 50.2.011).

НАРАСТАНИЕ ВЯЗКОСТИ ЧАСОВОГО МАСЛА при окислении в тонком слое определяют по ГОСТ 7934.3. Масло окисляют в тонком слое под действием кислорода воздуха при повышенной тре и затем определяют Н.в.ч.м.

Перед проведением испытания определяют время истечения τ_1 испытуемого масла до окисления в капиллярном вискозиметре при 20±0,1°С. Испытуемое масло по 4,5 мл помещают в три стеклянные чашки с крышками, устанавливают в сушильный шкаф при 100±2°С и выдерживают в течение 4 ч. После окисления масло сливают в одну емкость и перемешивают. Определяют время истечения τ_2 окисленного масла при 20±0,1°С в том же вискозиметре, в к-ром оно определялось до окисления.

Н.в.ч.м., %, при окислении в тонком слое:

$\Delta\vartheta=(\tau_2-\tau_1)\cdot 100/\tau_1$.

Определение повторяют не менее 2 раз.

НАСАЛКА – композиция твердого парафина, нефтяного церезина, *атактического полипропилена*, окисленного петролатума и маловязкого масла, наносимая на наклонный стапель для спуска крупнотоннажных судов на воду.

НАСЫПНАЯ ПЛОТНОСТЬ КОКСА – отношение массы кокса к занимаемому им объему тары, заполненной свободной или уплотненной насыпкой. Такая засыпка образуется в вагонах, бункере, штабеле и др. емкостях. Н.п.к. всегда меньше действительной и объемной. Н.п.к. изменяется в широких пределах и зависит от размера кусков, гранулометрического состава, влажности кокса, а также способа заполнения емкостей. На практике наиболее плотная укладка соответствует суммарному коксу, т.к. он представляет собой смесь кусков различной формы и крупности.

Увеличение влажности влияет на насыпную плотность кокса с фракциями различной крупности по-разному. Для крупных фракций с увеличением влажности Н.п.к. увеличивается, для мелких (менее 6 мм) – сначала снижается с минимумом при 8-10%, а затем возрастает. Отсутствие прямой зависимости между Н.п.к. и влажностью для мелких фракций объясняется воздействием молекулярных сил сцепления и поверхностного натяжения пленки влаги на поверхности частиц.

НАСЫПНАЯ ПЛОТНОСТЬ ПРОКАЛЕННОГО КОКСА (ТУ 38.1011341–90, п. 3.6; см. также *Насыпная плотность кокса*). Подготовленную пробу кокса (фр. 0,5-1,0 мм) засыпают в предварительно взвешенный чистый сухой цилиндр порциями (50-70 см³) в 4 или 5 приемов. После засыпки каждой порции кокс уплотняют до постоянного объема легкими и частыми постукиваниями цилиндра по резиновой пластине, лежащей на столе. После уплотнения последней порции кокса уровень в цилиндре выравнивают при помощи резиновой пробки, надетой на металлический стержень. Объем кокса в цилиндре фиксируют с точностью до 1 см³. Наполненный коксом цилиндр взвешивают.

Насыпную плотность кокса $\rho_н$ рассчитывают по формуле:

$\rho_н=(m_1-m_2)/V$,

где m_1 и m_2 – массы мерного цилиндра, заполненного коксом и пустого соответственно, г; V – объем кокса в цилиндре, см³.

За результат испытания принимают среднее арифметическое двух параллельных определений, допускаемые расхождение между к-рыми не должны превышать 0,02 г/см³.

НАСЫПНАЯ ПЛОТНОСТЬ УГЛЯ – один из основных показателей оценки работы угля в качестве фильтрующе-сорбирующей загрузки. Определяется с использованием специальных приборов по ГОСТ 16190. С помощью данного показателя оценивается поглощающая адсорбционная способность угля.

НАТИР – легкое повреждение поверхности трения в виде небольших рисок в направлении скольжения. Обычно предшествует задиру.

НАФТА – легкий дистиллят, не содержащий присадок с областью кипения как у бензина (ISO 1998).

НАФТЕНОВАЯ НЕФТЬ – *сырая нефть*, содержащая значительную долю нафтенов (циклопарафинов) в некоторых или во всех фракциях перегонки и в остатках (ISO 1998).

НАЦИОНАЛЬНЫЕ И МЕЖДУНАРОДНЫЕ СТАНДАРТЫ ПО АВТОМОБИЛЬНЫМ БЕНЗИНАМ. На мировом рынке консолидация интересов производителей автомобилей и топлив для достижения общей цели – снижение экономических затрат и экологического ущерба – обеспечивается принятием согласованных требований к качеству автомобильных неэтилированных бензинов. Во *«Всемирной Топливной Хартии»* Ассоциациями производителей техники некоторых стран изложены рекомендательные технические требования к качеству автомобильных топлив, учитываемые при разработке национальных стандартов. Европейской Комиссией принята Директива 98/73/ЕС, устанавливающая требования по нек-рым показателям качества в соответствии с нормами EN 228. Технические требования к топливам для двигателей с искровым зажиганием приведены в следующих стандартах:

• в Германии – в стандартах DIN EN 228 для обычных неэтилированных и высококачественных («Super-Plus») бензинов и DIN 51 600 – для первосортных неэтилированных бензинов. (Технические требования к обычным и первосортным бензинам различны: первосортные имеют более высокие антидетонационные свойства и чаще рекомендуются для двигателей с наддувом);

• в США – в стандарте ASTM D 439;

• в России – в ГОСТ 2084, ГОСТ Р 51105, ГОСТ Р 51866 (EN 228–99) и в ряде Технических условий (ТУ).

В 2000 г. были введены в действие «Общие технические требования» на четыре (по уровню детонационной стойкости) типа автобензинов (ГОСТ Р 51313), подлежащие обязательному включению во все виды документации (**табл. Н-1**).

Н-1. Общие технические требования ГОСТ Р 51313

Показатель	Тип бензина			
	1	2	3	4
Октановое число (не менее) по методу:				
исследовательскому	80	91	95	98
моторному	76	–	–	–
Содержание свинца, г/дм³, не более	0,013			
ДНП, кПа	35-100			
95% выкипает при т-ре, °С, не выше	190			
Конец кипения, °С, не выше	215			
Остаток в колбе, % об., не более	1,5			
Содержание бензола, % об., не более	5			
Содержание серы, % масс., не более	0,1	0,05		

К основным свойствам, положенным в основу маркировки и классификации по ГОСТ Р 2084, ГОСТ Р 51105, ГОСТ Р 51866 (EN 228–99), некоторым ТУ и зарубежным стандартам, относят *детонационную стойкость* и *испаряемость*. В связи с проблемой загрязнения окружающей среды вредными выбросами при эксплуатации автомобилей, требования к безопасности топлив в России нормируются *Техническими регламентами*.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ – стандарт, утвержденный национальным органом по стандартизации (в России назначается правительством РФ). В настоящее время функции национального органа по стандартизации в России выполняет Федеральное агентство по техническому регулированию. В России статус национального стандарта присвоен ГОСТ России (ГОСТ Р) и ГОСТ СССР.

НЕЙТРАЛИЗУЮЩЕЕ СВОЙСТВО МОТОРНОГО МАСЛА – способность масла нейтрализовать кислоты, образующиеся из продуктов сгорания топлива и окисления самого масла. Характеризуется скоростью их нейтрализации, зависит от щелочного числа масла, металла, входящего в состав нейтрализующей присадки и ее химической структуры. Скорость и полнота нейтрализации кислот убывает в ряду Ba, Ca, Mg.

НЕЙТРАЛИЗУЮЩИЕ ПРИСАДКИ К ТОПЛИВАМ – см. *Присадки к котельным топливам для подавления низкотемпературной (химической) коррозии*.

НЕКОНДИЦИОННЫЙ НЕФТЕПРОДУКТ – нефтепродукт, не удовлетворяющий требованиям, предъявляемым к *кондиционному нефтепродукту*.

НЕОРГАНИЧЕСКАЯ СМАЗКА (*Ндп.* «Смазка с неорганическим загустителем») (ГОСТ 26098) – пластичная смазка, в к-рой в качестве загустителя использовано неорганическое вещество.

НЕОРГАНИЧЕСКИЕ ЗАГУСТИТЕЛИ – неорганические термостабильные твердые вещества, обычно в виде частиц коллоидных размеров, с хорошо развитой удельной поверхностью, часто олеофи-

лизированные и поэтому способные к структурированию в масле. Придают пластичной смазке способность к быстрому тиксотропному восстановлению. В России наиболее распространен модифицированный пирогенный *аэросил* или осажденный *силикагель*, имеющий высокоразвитую поверхность (200-400 м²/г). В качестве Н.з. могут быть использованы органозамещенные глинистые минералы (исходное сырье для их приготовления – бентониты, монтмориллониты, палыгорскиты, вермикулиты, гекториты, каолиниты), модифицированный *графит* – олеофильный и расширенный, полученный диспергированием в коллоидной мельнице в условиях, исключающих контакт с воздухом, и в присутствии олеофильных веществ и/или солей металлов. Используют для получения силикагелевых, бентонитовых, графитных, асбестовых и др. смазок.

НЕРАБОТОСПОСОБНОЕ СОСТОЯНИЕ МОТОРНОГО МАСЛА – состояние, при к-ром масло не может выполнять все свои функции. Характеризуется тем, что один или одновременно несколько показателей *предельного состояния масла* достигают браковочного предела, установленного *нормативной документацией* изготовителя двигателя или эксплуатирующей технику организацией (ведомства). Наступление Н.с.м.м. может быть следствием его естественного *старения* в исправном двигателе (независимый отказ масла) или следствием неисправности двигателя (зависимый отказ масла).

НЕРАСТВОРИМЫЙ ОСАДОК – загрязнения, накопившиеся в работавших маслах из-за попадания пыли, грязи (*загрязнений извне*), продуктов изнашивания и/или продуктов окисления. Содержание Н.о. в моторных маслах определяют по ГОСТ 20684.

НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ СМАЗОЧНОГО МАСЛА оценивается максимальной нагрузкой или давлением, к-рое может выдержать масло при работе в данной системе в специфических условиях эксплуатации без разрушения контактирующих поверхностей.

НЕФТЕНОСНЫЕ ПЕСКИ – пески, насыщенные битумом, к-рый можно экстрагировать растворителем (ISO 1998).

НЕФТЕПРОДУКТ – готовый продукт, полученный при переработке нефти, газового конденсата, углеводородного и химического сырья.

НЕФТЕПРОДУКТООБЕСПЕЧЕНИЕ – процесс перемещения нефтепродуктов основными видами транспорта (железнодорожным, трубопроводным, автомобильным, речным и морским) от районов производства в районы потребления. Прием, хранение и отпуск нефтепродуктов в организациях (нефтебазы, склады ГСМ, стационарные и передвижные автозаправочные станции и автозаправочные комплексы) осуществляют в необходимых количествах и ассортименте нефтепродуктов с целью удовлетворения потребительского спроса.

НЕФТЬ – жидкое горючее полезное ископаемое (каустобиолит). Внешний вид – маслянистая жидкость, чаще черного цвета, флюоресцирующая на свету. Состоит в основном из углеводородных соединений. По теплотворной способности превосходит все твердые каустобиолиты (торф, бурые и каменные угли, антрацит). К основным характеристикам нефти относятся: элементный и *химический состав нефти*, *фракционный состав нефти*.

Элементный состав нефти. Обязательное наличие пяти химических элементов: углерода 82-87% масс.; водорода 11-15% масс.; кислорода до 1,5% масс.; серы 0,1-7,0% масс.; азота до 2,2% масс. В нефтяной золе содержится V, Ni, Fe, Ca, Na, K, Cu, Cl, J, P, Si, As и др. элементы.

Классификация нефтей – см. *Химическая типизация нефтей* и *Стандарты на нефть, подготовленную к транспортированию и переработке*.

Общие сведения. Запасы нефти в мире крайне неравномерно распределены по отдельным группам стран. Нефтяные месторождения открыты в 90 странах мира. Мировые разведанные запасы нефти оцениваются в 137 млрд т. Крупные районы добычи нефти – Ближний Восток, Северная и Южная Америка, Россия, Северная Африка. Наибольшее количество нефти добывается в странах: Саудовская Аравия, Россия, США, Иран, Мексика, Китай, Венесуэла, Нигерия, Кувейт, Бразилия, Ливия. В Саудовской Аравии сосредоточено 25,1% мировых запасов нефти; в США – 2,1%; в странах Западной Европы – 1,7%; в России – 4,75%.

В Саудовской Аравии действует около 89 нефтяных месторождений, большинство скважин – самотечные, 68% добываемой нефти приходится на легкие сорта. Венесуэла – один из крупнейших в мире обладателей тяжелых и сверхтяжелых нефтей и природных битумов.

Большая часть крупных месторождений открыта в прошлом столетии; в перспективе будут открываться небольшие по запасам месторождения, также будут осваиваться крупные месторождения в глубоководных шельфах морей и океанов, труднодоступных регионах с суровыми климатическими условиями. По прогнозируемым и выявленным запасам углеводородных ископаемых континентальный шельф является уникальной геологической кладовой. 85% российского шельфа приходится на северные моря. Российская Арктика в будущем может стать од-

ним из ведущих регионов добычи нефти и газа. Самое древнее месторождение нефти и газа на планете находится в Восточной Сибири – Юробчено-Тохомское.

На долю России приходится 12-13% мировых запасов нефти и более 32% запасов газа. Ресурсы нефти разведаны на 33% (на суше на 40%), в том числе в Европейской части РФ – на 60,8%, в Западной Сибири – на 36,5%. Половина неразведанных ресурсов – нефти Западной Сибири; около 20% – Восточной Сибири; свыше 17% – на акватории. Неразведанные ресурсы нефти Волго-Урала (вместе с Российской частью Прикаспия) и Тимано-Печорской провинции оцениваются в 6,5 и 4,2% соответственно. На северное Предкавказье приходится менее 1% неразведанных ресурсов нефти. Разведанные запасы нефти открытых месторождений России могут быть исчерпаны к 2040 г. Главный нефтедобывающий регион России – Западная Сибирь, обеспечивающая производство 70% нефти и более 90% газа. Здесь сосредоточено свыше 50% извлекаемых ресурсов нефти; в Восточной Сибири – около 14%. Добываемые нефти Западной Сибири – сернистые (0,51-2,00% масс.). В северной нефтегазоносной провинции превалируют малосернистые нефти (не более 0,5% масс.). Нефти северной области в основном отобраны из юрского и нижнемелового отделов с глубины 1900-3000 м; только нефть Русского месторождения залегает на глубине до 900 м. Нефти северной области характеризуются низким содержанием смолисто-асфальтеновых веществ, низкой плотностью и высоким потенциальным содержанием светлых фракций (до 350°С). Нефть Русского месторождения – смолистая, имеет высокую плотность и низкое содержание светлых дистиллятов. Большая часть нефтей Западной Сибири – парафинистые (2–5%).

Тяжелые нефти в России сосредоточены в Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции (Ярегское и Усинское месторождения с начальными геологическими запасами 1 млрд т).

Прогноз до 2020 г. – разведка месторождений с запасами нефти свыше 11,5 млрд т должна осуществляться в регионах Севера и Востока России – в Западной и Восточной Сибири, в Якутии, на шельфах: Баренцево, Карское, Печорское, Охотское, Восточно-Сибирское, Берингово, Чукотское море.

Добычу нефти осуществляют бурением многозабойных, горизонтальных и горизонтально-разветвленных скважин; микробиологическим, электрическим и электромагнитным воздействием на призабойную зону; использованием глубокопроникающего гидроразрыва пласта; применением технологий колтюбинга.

Свойства нефти. Плотность – параметр, характеризующий химическую природу, происхождение и товарное качество нефти. Относительная плотность нефти в основном изменяется в пределах 0,82–0,92. Различие плотности нефтей связано с количественными соотношениями углеводородов отдельных классов. Нефть с преобладанием парафиновых углеводородов имеет меньшую плотность по сравнению с нефтью, обогащенной ароматическими углеводородами. Плотность нефти зависит от соотношения легкокипящих и тяжелых фракций. В легкой нефти преобладают легкокипящие компоненты (бензин, керосин).

Молекулярная масса – показатель, используемый при расчете теплоты парообразования, объема паров, парциального давления и т.д. Нефть (как смесь углеводородов) характеризуется средней молекулярной массой.

Вязкость (динамическая, кинематическая и относительная) характеризует прокачиваемость нефти при транспортировании ее по трубопроводам. Среди различных групп углеводородов наименьшую вязкость имеют парафиновые, наибольшую – нафтеновые.

Температура застывания – важный показатель с точки зрения добычи и транспортирования нефти. Зависит от углеводородного состава нефти. Чем больше в ней твердых парафинов, тем выше т-ра застывания. С повышением содержания смолистых веществ т-ра застывания понижается.

Поверхностное натяжение – характеризует поверхностные явления, связанные с присутствием в нефтях полярных соединений (кислородных, сернистых, азотистых). Зависит от т-ры, давления, химического состава, соприкасающихся с нефтью фаз. С поверхностными силами на границе раздела твердой и жидкой фаз связаны явления смачивания и капиллярные явления, на к-рых основаны процессы миграции нефти в пластах.

Показатели оптических свойств нефти – цвет и оптическая активность. По оптическим свойствам нефти косвенно судят о содержании смолисто-асфальтеновых веществ, о ее возрасте и происхождении. Цвет нефтям придают смолисто-асфальтеновые вещества, продукты окисления углеводородов и некоторые непредельные и ароматические углеводороды. Нефть содержит вещества, вызывающие оптическую активность. Нефти, богатые парафиновыми и нафтеновыми углеводородами, имеют малую оптическую активность, а насыщенные нафтеновыми и ароматическими углеводородами – высокую. Плоскость поляризо-

ванного луча при прохождении через нефть поворачивается относительно первоначального положения на нек-рый угол. Для большей части нефтей характерно правое вращение плоскости поляризации.

Электрические свойства. Нефть и ее продукты являются диэлектриками. Их электропроводность ничтожна. Нефть может некрое время сохранять на своей поверхности заряды статического электричества, возникающего при трении. Разряд этих зарядов может вызвать пожар от искры.

Д Н П – характеризует испаряемость, наличие легких компонентов и растворенных газов. Резко увеличивается с повышением т-ры.

Теплота сгорания нефти составляет 43250-45500 Дж/кг.

Содержание воды различно в добываемых нефтях. С увеличением продолжительности эксплуатации месторождения возрастает обводнение нефтяного пласта и соответственно количество воды в добываемой нефти. Вода и нефть образуют стойкую эмульсию. От основного количества воды нефть освобождают отстаиванием; окончательное обезвоживание производят на специальных установках. Содержание воды в нефтях, поступающих на переработку, регламентируется.

Содержание механических примесей в добываемой нефти (частиц песка, глины и др. твердых пород) составляет в основном не более 1,5%. Оказывают негативное воздействие на транспортирование и переработку нефти. Количество механических примесей в нефтяном сырье регламентируется.

Содержание серы и ее соединений – постоянные составляющие сырой нефти. При перегонке нефти сернистые соединения разлагаются с образованием сероводорода, к-рый является причиной наиболее сильной коррозии аппаратуры.

Содержание хлористых солей. Поскольку минерализованная вода является «спутником» нефтей, они обогащаются солями, растворенными в пластовых водах. В нефтях содержится преимущественно хлористый натрий. Чаще катионами солей являются Na^+, Ca^{++}, Mg^{++}, реже Fe^{++}, K^+, а анионами Cl^-, HCO_3^-, SO_4^{--} и CO_3^{--}. Хлориды металлов, особенно хлористый магний, гидролизуются с выделением HCl, что ведет к коррозии нефтяной аппаратуры. В связи с этим обязательно производится предварительное обезвоживание и обессоливание перерабатываемой нефти на специальных установках.

Оценка качества нефти. За рубежом используются «плотностная» и «дистилляционная» модели качества нефти. «Плотностная» – качество нефти и ее стоимостные показатели связываются с плотностью нефти и содержанием в ней серы, «дистилляционная» – с потенциальным содержанием светлых фракций.

Экспортная нефть России – *сорт нефти «Urals»* и *сорт нефти «Brent»*.

НЕФТЬ АРОМАТИЧЕСКАЯ – см. *Ароматическая нефть*.

НЕФТЬ АСФАЛЬТОВАЯ – см. *Асфальтовая нефть*.

НЕФТЬ ВЫСОКОСЕРНИСТАЯ – см. *Высокосернистая нефть*.

НЕФТЬ МАЛОСЕРНИСТАЯ – сырая нефть с низким содержанием летучих соединений серы, т.е. сероводород и меркаптаны.

НЕФТЬ НАФТЕНОВАЯ – см. *Нафтеновая нефть*.

НЕФТЬ ПАРАФИНОВАЯ – см. *Парафиновая нефть*.

НЕФТЬ СЫРАЯ – нефть, встречающаяся в природе в основном в пористых подземных образованиях, т.е. в песчанике (ISO 1998).

НЕФТЯНОЕ ЖИДКОЕ ТОПЛИВО – жидкий нефтепродукт, удовлетворяющий энергетические потребности путем превращения химической энергии углеводородов в тепловую (ГОСТ 26098).

Классификация. Н.ж.т., согласно ГОСТ 4.25, по основному назначению разделяют на группы и подгруппы (**табл. Н-2**).

Н-2. Классификация жидких топлив (ГОСТ 4.25)

Группа топлива	Подгруппа топлива	Обозначвнив
Бензин	Авиационный Автомобильный	Б А
Газотурбинное	Реактивнов Для судовых и стационарных энергетических установок	Р Г
Дизельное	Для быстроходных дизелей	Д
Судовое	Для среднеоборотных и малооборотных дизелей (дистиллятные и остаточные)	СТ
Мазут	Топочный Мартеновский	М МП
Бытовое	Печное Керосин	П К

Свойства Н.ж.т., регламентируемые ГОСТ 4.25, учитывают на стадии разработки и постановки на производство новых топлив, в НТД на топливо, а также при аттестации топлив. Н.ж.т. характеризуются следующими эксплуатационными свойствами: *прокачиваемость, испаряемость, воспламеняемость, горючесть, склонность к образованию отложений, совместимость с конструкционными материалами, защитные и противоизносные свойства, токсичность и сохраняемость*. Показатели, по к-рым определяется соответствие однородным требованиям, сведены в три группы: назначение, экологичность, сохраняемость (**табл. Н-3**).

Н-3. Показатели качества и характеризуемые свойства топлив (ГОСТ 4.25)

Показатели	Обозначение	Характеризуемое свойство	Применимо к (см. табл. Н-2)
1	2	3	4
НАЗНАЧЕНИЕ			
Прокачиваемость			
Массовая доля воды	-	Балласт	М, МП, СТ
Массовая доля механических примесей	-	- " -	М, МП, СТ
Содержание воды и механических примесей	-	Чистота	А, Б, Р, Г, Д, К, П
Цвет	-	- " -	А, Б, Р, Д, К
Вязкость кинематическая при 20, 40, 50, 80, 100°С	ν	Текучесть	Г, Д, К, М, МП, СТ, П, Р
Вязкость динамическая при 0°С	η_0	- " -	СТ
Вязкость условная при 50, 80, 100°С	ВУ	- " -	М, СТ
Температура:			
застывания	Тз	- " -	Г, Д, М, СТ, П
текучести	Тт	- " -	СТ
начала кристаллизации	Тк	Фазовая стабильность	Р
помутнения	Тп	- " -	Д, СТ, К
Коэффициент фильтруемости	Кф	- " -	Д
Предельная температура фильтруемости	Тф	- " -	Д
Содержание мыл нафтеновых кислот	-	Поверхностная активность	Р
Взаимодействие с водой	-	- " -	Р
Испаряемость			
Температурная/объемная характеристика фракционного состава	Тфс/-	Пределы перегонки	А, Б, Р, Д, П, К, СТ
Остаток в колбе	-	- " -	А, Б
Потери от испарения	-	Летучесть	А, Б
Давление насыщенных паров	$P_н$	- " -	А, Б, Р
Склонность к образованию паровых пробок	-	- " -	А
Индекс паровой пробки	-	- " -	А
Давление паров в сильфонном приборе	$P_с$	- " -	Р
Воспламеняемость			
Температура:			
вспышки в закрытом тигле	ТВз	Безопасность	А, Б, Р, Г, Д, СТ, П, К
вспышки в открытом тигле	ТВо	- " -	М, СТ
самовоспламенения	ТВ	- " -	Для всех топлив
Температурные пределы воспламенения	-	- " -	- " -
Концентрационные пределы воспламенения	-	- " -	- " -
Удельная электрическая проводимость	σ	Электризуемость	Р
Горючесть			
Плотность при 20/15°С	$\rho_{20,15}$	Удельная энергоемкость	Для всех топлив
Теплота сгорания	Qн	- " -	Б, Р, Г, М, СТ
Сортность	-	- " -	Б
Октановое число:			
по моторному методу	ОЧм	Детонационная стойкость	А, Б
по исследовательскому методу	ОЧи	- " -	А
дорожное	ОЧд	- " -	А
Коэффициент распределения детонационной стойкости	$K_{рдс}$	- " -	А
Индикаторные характеристики	ИХ	Эффективность сгорания	Д, СТ
Цетановое число	ЦЧ	- " -	- " -
Пределы устойчивого горения	-	Устойчивость горения	Р
Люминометрическое число	ЛЧ	Излучательная способность пламени	Р
Высота некоптящего пламени	Н	- " -	Р
Содержание ароматических углеводородов	-	- " -	А, Б, Р, Д
Содержание нафталиновых углеводородов	-	- " -	Р
Склонность к образованию отложений			
Содержание фактических смол	-	Стабильность, чистота	А, Б, Р
Йодное число	ЙЧ	Стабильность	А, Б, Р, Г, Д
Время смывания эталонных отложений	-	-	А

Окончание табл. Н-3

1	2	3	4
Содержание адсорбционных смол	-		Д
Изопролиловый эквивалент	-		А
Количество осадка, растворимых и нерастворимых смол	-	Стабильность	Р, Д
Количество смолисто-лаковых отложений на форсунке	-		Д
Коксуемость	К	Высокотемпературные отложения	Г, Д, СТ, П
Зольность	З	- " -	Р, Г, Д, СТ, М, МП, П, К
Совместимость с конструкционными материалами			
Коррозионные потери меди и бронзы и количество отложений	-	Коррозионность	Р
Испытание на медной пластинке	-	- " -	А, Б, Р, Д
Содержание сероводорода	H_2S	- " -	М, СТ
Содержание серы	S	- " -	Для всех топлив
Содержание меркаптановой серы	RSH	- " -	А, Б, Р, Д
Содержание водорастворимых кислот и щелочей	ВКЩ	- " -	Для всех топлив
Массовая доля натрия и калия	Na, K	- " -	Г, СТ
Массовая доля ванадия	V	- " -	Г, СТ
Содержание металлов	Me	- " -	Р
Защитные свойства			
Коррозионные потери металлов в условиях конденсации воды	-	Защита металлов	А, Б, Р, Д
Защитные свойства топлив с присадками	-	- " -	А, Б, Р, Д
Коррозионные потери металлов в условиях попеременного контактирования с топливом и водой (соленой водой)	-	- " -	Д, СТ
Противоизносные свойства			
Вязкость кинематическая при 20°С	ν_{20}		Р, Д
Вязкость условная при 50 или 80°С	$\nu_{50(80)}$		Г
Содержание алюминия + кремния	Al+Si	Снижение износа	СТ
Кислотность	pH	- " -	А, Б, Р, Д
Диаметр пятна износа, критическая нагрузка, критерий противоизносных свойств, показатель износа в условиях комбинированного трения	Ди, $P_к$, Ки, Пи	Снижение износа пар трения	Р
Охлаждающие свойства			
Удельная теплоемкость	С	Теплопоглощающая способность	Р
Теплопроводность	λ	Теплопередающая способность	Р
ЭКОЛОГИЧНОСТЬ			
Токсичность			
Класс токсичности	-	Безопасность	Для всех топлив
Предельно допустимая концентрация в рабочей зоне,	$ПДК_{рз}$	- " -	- " -
атмосфере,	$ПДК_{ав}$	- " -	- " -
воде водоемов	$ПДК_{вв}$	- " -	- " -
Стандартизованный состав бензинов			
Бензол	-	Токсичность эмиссии и безопасность	А
Свинец	-		А, Б
Металлы	-		А, Б
Кислород	-		А, Б
Ароматические углеводороды	-		А, Б
Олефиновые углеводороды	-		А, Б
Сера	-		А, Б
Загрязнение			
Интенсивность окраски	-	Безопасность	А, Б
Концентрация свинца	Pb	- " -	А, Б
Содержание сажи в продуктах сгорания	-	- " -	А, Б, Р, Г
Пожароопасность			
Группа пожароопасности	-	- " -	Для всех топлив
СОХРАНЯЕМОСТЬ			
Период индукции (индукционный период)	$\tau_и$	Химическая стабильность	А
Период стабильности	$\tau_с$	- " -	А, Б
Сумма продуктов окисления	$\tau_о$	- " -	А, Б, Д
Термическая стабильность	-	Стабильность эксплуатационных свойств	СТ
Расслаиваемость	-		СТ
Деэмульгируемость	-		СТ
Толуольный эквивалент	-	- " -	СТ
Ксилольный эквивалент	-	- " -	СТ
Пятно, номер	-	- " -	СТ
Общий осадок	-	- " -	СТ
Гарантийный срок хранения	$\tau_г$	- " -	Для всех топлив

НЕФТЯНОЕ СМАЗОЧНОЕ МАСЛО – см. *Смазочное масло.*

НЕФТЯНОЙ БИТУМ – искусственный, остаточный продукт переработки нефти, имеющий вязкую или твердую консистенцию и состоящий из углеводородов и гетероатомных (кислородных, сернистых, азотистых и металлсодержащих) соединений.

К основным свойствам Н.б. относятся *глубина проникания иглы (пенетрация), т-ра размягчения нефтяного битума, растяжимость нефтяного битума (дуктильность), т-ра хрупкости нефтяного битума, вязкость нефтяного битума, адгезия нефтяного битума, когезия нефтяного битума, плотность нефтяного битума, тепловые и диэлектрические свойства нефтяного битума.*

Классификация нефтяных битумов. По технологии производства битумы классифицируют на *остаточные (неокисленные) нефтяные битумы, окисленные нефтяные битумы* и *компаундированные нефтяные битумы.*

Из общего объема нефтяных битумов, производимых в России, около 70% составляют дорожные марки, 20% – кровельные и 10% – остальные.

Битум дорожный жидкий (см. *Приложение Н-1*) представляет собой остаточный продукт полутвердой и жидкой консистенции от перегонки нефти. Получают также разжижением нефтепродуктами вязкого битума. Из дорожного покрытия, построенного с использованием этих битумов, с течением времени под действием кислорода воздуха, солнечных лучей, адсорбции каменным материалом или грунтом и под влиянием множества других факторов испаряются низкокипящие фракции и уплотняются высокомолекулярные соединения. В результате покрытие становится механически прочным и теплостойким. Применение жидких битумов расширяет ассортимент дорожных ремонтных и строительных работ, увеличивает продолжительность сезона дорожных работ. Дорожные жидкие битумы вырабатывают по ГОСТ 11955. Жидкие битумы разделяются на классы:

• густеющие со средней скоростью (СГ), получаемые разжижением вязких дорожных битумов жидкими нефтепродуктами и предназначенные для строительства капитальных и облегченных дорожных покрытий, а также для устройства их оснований во всех дорожно-климатических зонах;

• медленногустеющие (МГ), получаемые разжижением вязких дорожных битумов жидкими нефтепродуктами определенного фракционного состава;

• получаемые из остаточных или частично окисленных нефтепродуктов или их смесей (МГО), предназначенные для производства холодного асфальтобетона, а также для строительства дорожных покрытий облегченного типа и оснований во II-V дорожно-климатических зонах и др. целей.

В зависимости от класса и вязкости устанавливаются следующие марки жидких нефтяных битумов:

СГ 40/70, СГ 70/130, СГ 130/200;
МГ 40/70, МГ 70/130, МГ 130/200;
МГО 40/70, МГО 70/130, МГО 130/200

Для производства разжиженного битума используют вязкий дорожный битум, полученный по ГОСТ 22245 с глубиной проникания иглы при 25°С не более 90. В **табл. Н-4** приведен фракционный состав нефтепродуктов, применяемых в качестве разжижителей.

Н-4. Фракционный состав нефтепродуктов, применяемых в качестве разжижителей

Фракционный состав разжижителей	Для битума марки	
	СГ	МГ
Т-ра начала кипения, °С, не ниже	145	-
Перегоняется при т-ре, °С, не выше:		
50 %	215	280
96 %	300	360

Битум дорожный вязкий (см. *Приложение Н-2*) – наиболее распространен в качестве вяжущего материала в дорожном строительстве. Производят из сырья, соответствующего требованиям ТУ 0258-113-00151807–2002. Должен соответствовать нормам и требованиям ГОСТ 22245. В зависимости от показателя «глубина проникания иглы при 25°С» вырабатывают следующие марки битума: БНД 200/300, БНД 130/200, БНД 90/130, БНД 60/90, БНД 40/60, БН 200/300, БН 130/200, БН 90/130, БН 60/90. Области применения дорожных битумов согласно требованиям ГОСТ 22245 указаны в **табл. Н-5.**

Н-5. Области применения вязких битумов в дорожном строительстве

Дорожно-климатическая зона	Среднемесячная т-ра наиболее холодного времени года, °С	Марка битума
I	До -20	БНД 90/130, БНД 130/200, БНД 200/300
II, III	От -10 до -20	БНД 60/90, БНД 90/130, БНД 130/200, БНД 200/300
II, III, IV	От -5 до -10	БНД 40/60, БНД 60/90, БНД 90/130, БНД 130/200, БН 90/130, БН 130/200, БН 200/300
IV, V	От +5	БНД 40/60, БНД 60/90, БНД 90/130, БН 60/90, БН 90/130

Битум кровельный пропиточный и покровный (см. *Приложение Н-3*) применяют при производстве кровельных материалов. Производят из сырья, соответствующего ТУ 38.101626–76. По физико-механическим показателям битум должен соответствовать требованиям ГОСТ 9548. В зависимости от применения кровельный битум вырабатывают следующих марок: БНК 40/180 – битум для пропитки; БНК 45/190 – для пропитки и получения покровного битума; БНК 90/30 – для покровного слоя.

Битум строительный (см. *Приложение Н-4*) применяют при производстве строительных гидротехнических работ в различных отраслях народного хозяйства. Вырабатывают двух марок: БН 90/10 и БН 70/30 по ГОСТ 6617.

Битум изоляционный (см. *Приложение Н-5*) предназначен для защиты трубопроводов от грунтовой и других видов коррозии. Обладает высокой тепло- и водоустойчивостью, пластичностью при отрицательных т-рах и высокой адгезией к металлу. Вырабатывают трех марок по ГОСТ 9812.

Битум специальный (см. *Приложение Н-6*) для лакокрасочных продуктов получают окислением ухтинских нефтей или остатков от перегонки этих нефтей. Выпускают трех марок: Б, В, Г по ГОСТ 21822.

Битум для заливочных аккумуляторных мастик должен обладать кислотоупорностью, механической прочностью, тепло- и морозостойкостью, хорошими диэлектрическими характеристиками. Вырабатывается по ГОСТ 8771, нормы к-рого приведены ниже.

Глубина проникания иглы при 25°С, х0,1 мм	10-16
Т-ра размягчения, °С	105-117
Т-ра вспышки, °С, не ниже	250
Растяжимость при 25°С, см, не менее	1,0
Растворимость в бензоле или хлороформе, % масс., не менее	99
Изменение массы после прогрева, % масс., не более	1,0
Содержание водорастворимых соединений, % масс., не более	0,3
Содержание воды, не более	Следы
Индекс пенетрации, не менее	+4

Битум высокоплавкий - рубракс (см. *Приложение Н-7*) производят окислением нефтяного остатка (гудрона), содержащего щелочь. Это обеспечивает получение битума со специфическими свойствами – повышенной эластичностью, мягкостью и мазеобразной консистенцией при высокой т-ре размягчения. Потребителями являются резиновая промышленность (использует в качестве мягчителя, усилителя для лучшего распределения сажи, для придания резине большей гладкости при каландровании) и производство кожезаменителей для улучшения смешения каучука с волокнистыми материалами. По ГОСТ 781 битум вырабатывают двух марок А и Б.

Битум дорожный нефтяной (EN 12591). Европейские нормы на дорожные нефтяные битумы приведены в *Приложении Н-8*.

НЕФТЯНОЙ КОКС – твердое пористое вещество с высоким содержанием углерода. Цвет темно-серый или черный с металлическим оттенком. Получают при коксовании тяжелых остатков нефтяного сырья. На молекулярном уровне структура коксов характеризуется наличием протокристаллических и аморфных составляющих различных модификаций углеродных соединений при сложной «архитектуре» полидисперсных пор, каналов и различных форм стенок. Н.к. – сложная дисперсная система, в к-рой дисперсная фаза состоит из кристаллических образований – кристаллитов разных размеров, представляющих собой пакеты из параллельных углеродных слоев различного размера с межплоскостным расстоянием 0,345-0,347 нм. Дисперсионная среда, заполняющая поры, – газообразная или жидкая смолистая фаза, из к-рой формируются адсорбционно-сольватные слои.

Н.к. могут использоваться при сверхвысоких (до 3000°С) и сверхнизких т-рах без существенного изменения характеристик, имеют большую прочность, высокую электропроводность, стабильность свойств и др. Это обусловливает применение их в различных отраслях промышленности. Анизотропные коксы, или так называемые коксы игольчатой структуры с зернами анизометричной формы, обладающие высокой электропроводимостью и низким коэффициентом термического расширения вдоль углеродных плоскостей по большой оси зерен, применяют для изготовления графитированных электродов в сталеплавильной промышленности. Изотропные коксы мозаичной структуры и высокой прочности применяются для производства конструкционных изделий, тепловой и химической защиты оборудования атомных реакторов, в космической технике и др. Рядовые виды коксов: малосернистые (электродные) применяют в производстве анодной массы и обожженных анодов для алюминиевой промышленности и некоторых видов электродных и электроугольных изделий, сернистые, высокосернистые и топливные коксы – в химической, металлургической промышленности и в качестве топлива в энергетике и производстве цемента.

Классификация. Н.к. разделяют:

• по содержанию серы – на *малосернистые* (*электродные*) *нефтяные коксы* – до 1,5%, сернистые – 1,5-3% и высокосернистые – более 3,0%;

• по содержанию золы – на малозольные – до 0,5%, среднезольные – 0,5-0,8, высокозольные – более 0,8%;

• по гранулометрическому составу – на *кусковой нефтяной кокс* (фракция с частицами размером более 8 мм), *мелочь нефтяного кокса* (менее 8 мм) и *суммарный нефтяной кокс* (0-250 мм);

• по структурным характеристикам – на *рядовые* (регулярные по зарубежной терминологии), *игольчатые* с анизотропной волокнистой структурой (премиальные, игольчатые по зарубежной терминологии), *изотропные* с изотропной точечной структурой;

• по условиям обработки – на *сырые – непрокаленные* (по зарубежной терминологии зеленые, непрокаленные) и *прокаленные* (кальцинированные – прокаленные по зарубежной терминологии).

Качество Н.к. оценивается по показателям:

• *влажность (общая влага в коксе и влага в аналитической пробе кокса) кокса;*

• *массовая доля мелочи в коксе;*

• *массовая доля летучих веществ в коксе;*

• *зольность кокса;*

• *массовая доля кремния, ванадия и железа в коксе;*

• *содержание натрия, кальция, магния, никеля, титана в коксе;*

• *содержание серы в коксе;*

• *содержание углерода и водорода в коксе;*

• *действительная плотность кокса;*

• *микроструктура кокса;*

• *насыпная плотность кокса;*

• *механическая прочность кокса;*

• *истираемость кокса;*

• *массовая доля обмасливающего агента.*

Способы получения Н.к. В промышленной практике используют в основном три способа получения Н.к. – замедленное коксование, позволяющее перерабатывать различные виды сырья с выработкой продуктов, находящих квалифицированное применение в различных отраслях промышленности (наиболее распространенный способ в РФ и за рубежом), *периодическое коксование в кубах* и *термоконтактное коксование в псевдоожиженном слое порошкообразного кокса.*

НЕФТЯНОЙ КОКС МАЛОСЕРНИСТЫЙ – см. *Малосернистый нефтяной кокс.*

НЕФТЯНЫЕ АВИАЦИОННЫЕ МАСЛА – см. *Минеральные (нефтяные) авиационные масла.*

НЕФТЯНЫЕ БАЗОВЫЕ МАСЛА – основа большинства товарных смазочных масел. Представляют собой смесь высококипящих углеводородов молекулярной массой 300-750, содержащих в составе молекул 20-60 атомов углерода. Н.б.м. состоят из групп изопарафиновых, нафтено-парафиновых, нафтено-ароматических и ароматических углеводородов различной степени цикличности с алкильными боковыми цепями различной длины, а также гетероорганических соединений, содержащих кислород, серу и азот. Элементоорганические соединения (в основном кислородсодержащие) являются основой смол, содержащихся в Н.б.м. Химический состав Н.б.м. и структура входящих в их состав углеводородов определяются как природой перерабатываемого сырья, так и технологией его переработки.

Классификация. Единой классификации на Н.б.м. нет. Условно Н.б.м. классифицируют:

• по способу производства;

• по углеводородному составу сырья (масла парафинового и нафтенового основания);

• по физико-химическим свойствам.

По способу производства: **1.** Получение Н.б.м. по «традиционной» технологии, основанной на применении экстракционных процессов разделения сырья (**рис. Н-1**);

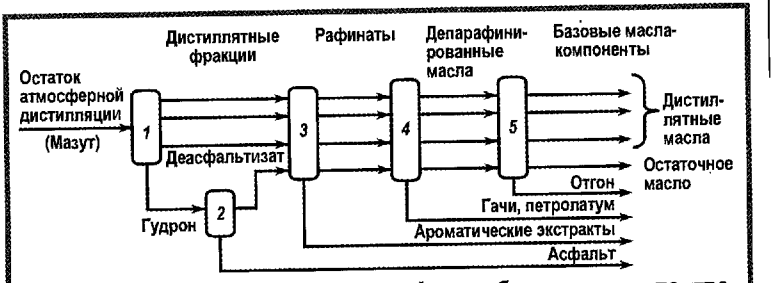


Рис. Н-1. Блок-схема производства нефтяных базовых масел по «традиционной» технологии:

1 – вакуумная дистилляция; *2* – деасфальтизация пропаном; *3* – селективная очистка растворителями (фенол, фурфурол, N-метилпирролидон); *4* – сольвентная депарафинизация (в растворе «ацетон: толуол», «МЭК: толуол»); *5* – доочистка (адсорбционная или гидро)

2. Получение Н.б.м. с использованием процессов гидрогенизационной обработки.

Традиционная технология. Сырьем для производства базовых масел служат дистиллятные фракции (как правило две или три) и остаток (гудрон), получаемые вакуумной перегонкой мазута. Условно все входящие в состав масляных фракций группы углеводородов и соединений разделяют на желательные и нежелательные. Желательные компоненты (обеспечивают оптимальное сочетание эксплуатационных свойств и хорошую стабильность масел в процессе эксплуатации): изопарафиновые, нафтено-парафиновые, моно- и бициклические ароматичес-

кие углеводороды с длинными боковыми цепями. Нежелательные компоненты: твердые парафиновые углеводороды, полициклические ароматические углеводороды, смолистые и смолисто-асфальтеновые соединения.

Очисткой селективными растворителями из сырья удаляются нежелательные компоненты Н.б.м., обладающие низкими термоокислительной стабильностью и индексом вязкости и высокой т-рой застывания. Конечная стадия производства – как правило, процесс гидроочистки, служащий для частичного удаления серо- и азотсодержащих соединений, улучшения цвета.

Масла, получаемые из вакуумных дистиллятных фракций, называют **дистиллятными,** из остатка (гудрона) – **остаточным базовым маслом-компонентом.** Компаундированием дистиллятных и остаточного масел получают Н.б.м. необходимого качества для широкого ассортимента товарных смазочных масел: моторных, индустриальных, трансмиссионных, энергетических и др.

Свойства (**табл. Н-6**), углеводородный состав и выход базовых масел, получаемых по «традиционной» технологии, обусловлены природными свойствами нефтей.

Н-6. Типичные характеристики базовых масел-компонентов, получаемых из парафиновых нефтей по традиционной технологии

Масло-компонент	Вязкость кинематическая при 100°С, мм²/с	Индекс вязкости	Температура, °С		Содержание серы, % масс., не более
			застывания	вспышки	
Дистиллятный:					
маловязкий	3-4	95-100	–15 ÷ –45	175-190	0,5
средневязкий	4-6	95-100	–15	190-220	1,0
вязкий	8-10	90-95	–15	220-240	1,1
высоковязкий	10-16	90-92	–15	240-270	1,1
Остаточный	>18	90-92	–15	>270	1,1

Индекс вязкости таких масел не превышает 100, содержание серы зависит от количества ее в исходном сырье.

Гидрогенизационная обработка. Ужесточаемые эксплуатационные и экологические требования к товарным маслам требуют и существенного улучшения показателей качества базовых масел: повышения индекса вязкости (выше 100) и термоокислительной стабильности; снижения испаряемости, содержания ароматических углеводородов не выше 10% масс., содержания серы до 0,003% масс.

Такие показатели могут быть достигнуты только путем изменения природного состава сырья, используемого для производства Н.б.м., в различных процессах гидрогенизационной обработки, к-рые могут как включаться в «традиционную» схему [гидрооблагораживание сырья или рафинатов селективной очистки (гидроконверсия рафинатов)], так и заменять процессы селективной очистки (гидрокрекинг, глубокое гидрирование, каталитическая депарафинизация, гидроизомеризация твердых углеводородов).

По углеводородному составу сырья различают Н.б.м. парафинового и нафтенового основания. Н.б.м. парафинового основания получают из парафинистых нефтей, содержание твердых парафиновых углеводородов в к-рых не менее 3%. Н.б.м. нафтенового основания вырабатывают из нафтено-ароматических нефтей, содержание твердых парафинов в к-рых менее 0,4%. Данные масла имеют невысокий индекс вязкости (ниже 80) и низкую т-ру застывания. Н.б.м. нафтенового основания используют в качестве основы специального ассортимента низкозастывающих масел (трансформаторных, гидравлических и др.).

По физико-химическим свойствам. Основой классификации Н.б.м, как правило, является их вязкость. По уровню вязкости Н.б.м. можно условно разделить на маловязкие (3-4 мм²/с при 100°С), средневязкие (4-6 мм²/с при 100°С) и вязкие (8-9 мм²/с при 100°С и выше).

Ранее в России базовые масла разделяли на низкоиндексные (ИВ≤80), среднеиндексные (ИВ=80–90) и высокоиндексные (ИВ=90–95 и выше). Основа товарных масел современного уровня качества – базовые масла с высоким индексом вязкости (ИВ>100), представляющие собой продукты глубокой гидрокаталитической переработки нефтяного сырья.

API рекомендует классифицировать Н.б.м. по трем показателям: индекс вязкости, доля насыщенных (нафтено-парафиновых) углеводородов и содержание серы (**табл. Н-7**).

Н-7. Классификация базовых масел по API

Группа	Индекс вязкости	Массовая доля, %	
		насыщенных углеводородов	серы
I	80-120	<90	>0,03
II	80-120	≥90	≤0,03
III	>120	≥90	≤0,03
IV	Все полиальфаолефины (ПАОМ)		
V	Другие базовые масла кроме групп I, II, III и IV		

Разделяют Н.б.м. и по т-ре застывания. Большинство Н.б.м. имеют т-ру застывания от 0 до –15°С. Однако имеется группа низкозастывающих масел с т-рой застывания ниже –30°С. В основном это маловязкие базовые масла, являющиеся основами трансформаторных, авиационных, некоторых гидравлических, а также зимних и всесезонных моторных и трансмиссионных масел.

Показатели качества Н.б.м. приведены в **табл. Н-8.**

Н-8. Показатели качества и характеризуемые свойства базовых масел

Показатели	Обозначение	Характеризуемое свойство	Метод испытания
Вязкость кинематическая	γ	Реологические свойства	ГОСТ 33, ASTM D 445
Индекс вязкости	ИВ	То же	ГОСТ 25371
Показатель преломления	$П_д$	Состав	ГОСТ 18995.2, ASTM D 1218
Температура застывания	Тз	Реологические свойства	ГОСТ 20287, ASTM D 97
Содержание воды		Состав	ГОСТ 2477
Плотность	ρ	Консистенция	ГОСТ 3900, ASTM D 4052
Содержание серы	–	Состав	ГОСТ 1437
Кислотное число	–	-"-	ГОСТ 5985
Содержание механических примесей	–	Загрязненность	ГОСТ 6370
Цвет	–	Состав	ГОСТ 20284
Температура вспышки	–	Испаряемость	ГОСТ 4333, ASTM D 92
Коксуемость	–	Состав	ГОСТ 19932

НЕФТЯНЫЕ ВАКУУМНЫЕ МАСЛА – высокоочищенные продукты переработки масляных фракций нефти.

Вакуумные масла должны отвечать следующим основным требованиям:

- низкая упругость пара при 20°С;
- вязкость, обеспечивающая стекание конденсата в кипятильник по стенке насоса;
- термическая стабильность при рабочей т-ре в кипятильнике насоса;
- стойкость к окислению воздухом при рабочей т-ре;
- отсутствие взаимодействия с конструкционными материалами насоса.

Упругость пара (давление насыщенного пара) – давление пара, находящегося в равновесии с жидкостью при данной т-ре. Ее определение заключается в том, что давлением паров испытуемого масла при определенных т-ре и остаточном давлении вертикально подвешенный диск, прикрывающий сопло испарителя, отклоняется на некоторый угол. Отклонение диска от первоначального положения компенсируется наклоном тенсиометра и измерение угла отклонения диска заменяется определением равного ему угла наклона тенсиометра, по к-рому вычисляют упругость пара.

Стабильность против окисления – способность тонкого слоя масла, находящегося на нагретой металлической поверхности, в присутствии кислорода воздуха сопротивляться превращению в лаковую пленку. Для вакуумного масла она оценивается по степени изменения кинематической вязкости, кислотного числа и образования осадка. Окисление проводится в приборе ТСМ при 220°С в токе воздуха со скоростью 10 л/с (масло испытывается по двум вариантам: по непрерывному циклу и по варианту с изучением динамики изменения свойств масла в процессе окисления).

Свойства Н.в.м. характеризуют их качество, к-рое оценивается показателями, приведенными в **табл. Н-9.**

Н-9. Показатели качества вакуумных масел и методы их определения

Показатели	Характеризуемое свойство	Метод определвния
1	2	3
Назначение		
Плотность при 20°С	Реологические свойства	ГОСТ Р 51069, ASTM D 1298
Вязкость кинематическая	То же	ГОСТ 33, ASTM D 445
Содержание воды	Состав	ГОСТ 2477
Зольность	То же	ГОСТ 1461
Содержание механических примесей	Загрязненность	ГОСТ 6370
Наличие водорастворимых кислот и щелочей	Состав	ГОСТ 6307
Упругость паров при 20°С	Эксплуатационные свойства	ГОСТ 19678
Температура кипения, при к-рой ДНП равно 1,33 Па	Реологические свойства	ГОСТ 19678
Темлература застывания	То же	ГОСТ 20287, ASTM D 97
Кислотное число	Стабильность	ГОСТ 5985
Стабильность против окисления	Состав	ГОСТ 18136
Фракционный состав	Эксплуатационные свойства	ТУ 38.401-58-3-90
Коксуемость	Состав	ГОСТ 19932
Надежность		
Гарантийный срок хранения	Стабильность показателей	Устанавливается изготовителем при соблюдении лотребителем условий хранения по ГОСТ 1510

Окончание табл. Н-9

1	2	3
Эргономичность		
ПДК паров вредных веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений	Воздействие на организм	Прибор УГ-2
Токсичность	То же	ГОСТ 12.1.007 (ССБТ "Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности")
Качественные характеристики		
Цвет	Внешний вид	ГОСТ 20284
Запах	-	Органолептический
Безопасность		
Температура вспышки в закрытом тигле, °С	Пожаровзрывоопасность	ГОСТ 6356
Класс опасности	То же	ГОСТ 12.1.005 (ССБТ "Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны")

Ассортимент. В зависимости от назначения производят следующие Н.в.м:

ВМ-3 (ТУ 38.401583–90) – для бустерных паромасляных насосов;

ВМ-4, ВМ-6 (ТУ 38.401583–90) – для механических вакуумных насосов с масляным уплотнением и специальных форвакуумных насосов;

ВМ-11 (ТУ 38.401583–90) – для бустерных паромасляных насосов и специальных пароструйных насосов;

ВМ-1с, ВМ-5с (ТУ 38.1011187–88) – для высоковакуумных паромасляных насосов (для создания сверхвысокого вакуума) и механических вакуумных насосов с масляным уплотнением; изготовляют из глубоко очищенных минеральных масел (так называемых белых масел) вакуумной перегонкой для получения фракции необходимого качества;

ВМ-12 (ТУ 38.1011237–89) – для подшипников, работающих в глубоком вакууме получают фракционированием глубоко очищенного белого масла.

НЕФТЯНЫЕ РАСТВОРИТЕЛИ – для растворения и экстракции органических соединений.

Важнейшие эксплуатационные свойства Н.р.:

• способность растворять органические соединения и удалять их с поверхности металлов;

• способность быстро испаряться;

• способность к минимальному образованию отложений своих компонентов;

• коррозионная агрессивность (определяется наличием в Н.р. сернистых соединений);

• стабильность показателей качества, к-рая характеризуется гарантийным сроком хранения Н.р.;

• степень токсичности, характеризующая воздействие Н.р. на человека и окружающую среду.

Классификация Н.р.

По т-ре выкипания различают Н.р.:

• низкокипящие (бензиновые), выкипающие до 150°С (маркируют индексом Б):

• высококипящие (керосиновые), выкипающие при т-ре более 150°С (маркируют индексом К).

По углеводородному составу, исходному сырью и технологии получения Н.р. разделяют на группы:

П – парафиновые (более 50% масс. нормальных парафиновых углеводородов);

И – изопарафиновые (более 50% масс. изопарафиновых углеводородов);

Н – нафтеновые (более 50% масс. нафтеновых углеводородов);

А – ароматические (более 50% масс. ароматических углеводородов);

С – смешанные (не более 50% масс. углеводородов каждой из групп).

По содержанию вроматических углеводородов группы Н.р. (кроме ароматических) разделяют на подгруппы (**табл. Н-10**).

Н-10. Классификация растворителей в зависимости от содержания ароматических углеводородов

Номер подгруппы	Содержание арометических углеводородов, % масс.
0	<0,1
1	0,1-0,5
2	0,5-2,5
3	2,5-5,0
4	5-25
5	25-50

Маркировка Н.р. В условное обозначение входят: сокращенное название – «Нефрас», затем обозначение группы, номер подгруппы и пределы выкипания продукта, записанные через дробь. За нижний предел выкипания принимают т-ру начала кипения, за верхний – конечную т-ру, установленную техническими требованиями на соответствующий растворитель (**табл. Н-11**). Напр.: нефтяной парафиновый растворитель с содержанием ароматических углеводородов от 2,5 до 5,0%, выкипающий в пределах 30-80°С, обозначают «Нефрас-П3-30/80».

Ассортимент. Наибольшее применение нашли растворители нефрас-А-63/75, нефрас-А-65/75, нефрас-С2-80/120 и нефрас-С3-80/120.

Н-11. Наименования и условные обозначения растворителей

Наименование растворителя	Обозначение
Бензин-растворитель для резиновой промышленности	Нефрас-С2-80/120 Нефрас-С3-80/120
Растворитель для технических целей	Нефрас-С-50/170
Бензин-растворитель для лакокрасочной промышленности (уайт-спирит)	Нефрас-С4-155/200
Сольвент нефтяной	Нефрас-А-130/150
Сольвент нефтяной тяжелый	Нефрас-А-120/200
Бензин экстракционный прямогонный	Нефрас-С3-70/95
Бензин экстракционный	Нефрас-С2-70/85
Бензин-растворитель для лесотехнической промышленности	Нефрас-С3-105/130
Фракция летролейного эфира	Нефрас-П4-30/80
Гептан-растворитель	Нефрас-С3-94/99
Заменитель уайт-спирита	Нефрас-С4-150/200
Гексановые растворители	Нефрас-П1-65/75 Нефрас-П1-63/75 Нефрас-П1-65/70
Технологический растворитель для процесса «Алфол»	Нефрас-Н2-220/300
Растворитель для бытовых инсектицидов	Нефрас-И2-190/320
Нефтяной ароматический растворитель	Нефрас-А-150/330

Нефрас-А-63/75, нефрас-А-65/75 (ОСТ 3801199–80) – узкие гексановые фракции деароматизированного бензина каталитического риформинга. Применяют в производстве полиэтилена низкого давления, синтетических каучуков, в легкой промышленности, при первичной обработке шерсти, в микробиологической промышленности в процессе экстракционной очистки белково-витаминного конденсата, в пищевой промышленности для экстракции пищевых жиров.

Нефрас-С2-80/120, нефрас-С3-80/120 (ТУ 38.401-67-108–92). Первый представляет собой легкокипящую фракцию деароматизированного бензина каталитического риформинга, второй является бензином прямой перегонки малосернистых нефтей. Оба растворителя широко применяют в производстве резино-технических изделий.

НЕФТЯНЫЕ СУЛЬФОНАТЫ – соли сульфокислот, полученные сульфированием нефтяных, специально подготовленных масляных фракций.

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ДИНАМИЧЕСКАЯ ВЯЗКОСТЬ МОТОРНОГО МАСЛА – вязкость масла при отрицательной т-ре.

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ СВОЙСТВА ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА – характеризуются: *температурой помутнения, предельной температурой фильтруемости* и *температурой застывания*. Последняя определяет условия складского хранения топлива, т-ра помутнения и предельная т-ра фильтруемости – функционирование системы питания двигателя.

Н.с.д.т. зависят от его углеводородного состава, в частности от содержания высокоплавких *н*-парафиновых углеводородов. С ростом молекулярной массы, а следовательно и т-ры кипения, т-ра их кристаллизации повышается (**табл. Н-12**).

Н-12. Температуры кипения ($t_{кип}$) и кристаллизации ($t_{кр}$) *н*-парафиновых углеводородов, °С

Углеводород	$t_{кип}$	$t_{кр}$	Углеводород	$t_{кип}$	$t_{кр}$	Углеводород	$t_{кип}$	$t_{кр}$
C_8	125,6	–56,8	C_{15}	270,6	9,9	C_{22}	370,0	44,0
C_9	150,8	–53,5	C_{16}	286,8	18,2	C_{23}	382,0	47,5
C_{10}	174,1	–29,7	C_{17}	302,7	22,0	C_{24}	394,0	50,6
C_{11}	195,9	–25,6	C_{18}	317,4	28,2	C_{25}	405,0	53,5
C_{12}	216,3	–9,6	C_{19}	331,0	31,8	C_{26}	416,0	56,3
C_{13}	235,4	–5,4	C_{20}	345,0	36,4	C_{27}	427,0	58,9
C_{14}	253,5	5,9	C_{21}	358,4	40,2	C_{28}	437,0	61,3

Т-ра помутнения дизельного топлива зависит не от суммарного содержания в нем *н*-парафиновых углеводородов, а от их состава. Добавка даже небольшого количества высокоплавких *н*-парафиновых углеводородов приводит к резкому ее повышению.

В состав летнего дизельного топлива входят парафины C_6-C_{27}, зимнего – C_6-C_{19} (**табл. Н-13**).

Н-13. Примерный состав *н*-парафиновых углеводородов в дизельном топливе, %

Класс топлива	C_6-C_{14}	C_{15}-C_{19}	C_{20}-C_{24}	C_{25+}
Летнее	19,3	53,2	26,2	1,3
Зимнее	95,9	4,1	–	–

Необходимые т-ры помутнения и застывания зимних дизельных топлив обеспечивают облегчением фракционного состава. Однако это приводит к значительному снижению отбора фракции. Так, для получения дизельного топлива с т-рами застывания и помутнения –35 и –25°С соответственно требуется понизить т-ру конца кипения топлива с 360 до 320°С, а для топлива с т-рами –45 и –35°С соответственно – до 280°С, что приведет к снижению отбора с 42 до 30,5 и 22,4% соответственно. Сократить потери при производстве зимнего дизельного топлива можно введением в его состав депрессорных присадок (в сотых долях процента). Это позволяет снизить предельную т-ру фильтруемости на 10-15°С и т-ру застывания на 15-20°С.

Опыт применения дизельных топлив с депрессорными присадками в зимний период показал, что при длительном хранении при т-ре ниже т-ры помутнения в топливе накапливается такое количество кристаллов парафинов, что они не могут находиться во взвешенном состоянии и значительная их часть оседает. Кристаллы при попадании на фильтры грубой и тонкой очистки забивают их. Применение депрессорно-диспергирующих присадок позволяет предотвратить сцепление и укрупнение мелких кристаллов, повышая тем самым устойчивость дизельных топлив к расслоению при низких т-рах. Для оценки возможного расслоения дизельных топлив с депрессорно-диспергирующими присадками при отрицательных т-рах используется «Метод определения стабильности топлив при холодном хранении», входящий в КМКО дизельных топлив.

На местах применения для улучшения низкотемпературных свойств летних дизельных топлив нередко в них добавляют более низкокипящие реактивные топлива или бензин. При этом используется значительное (до 80%) количество разбавителя (**табл. Н-14**), к-рый снижает цетановое число топлива и ведет к повышенному износу двигателей. При этом резко снижется т-ра вспышки дизельного топлива.

НИТЕВИДНАЯ КОРРОЗИЯ – см. *Местная коррозия*.

НОЖЕВАЯ КОРРОЗИЯ – см. *Местная коррозия*.

НОРМАЛЬНЫЕ АЛКАНЫ – насыщенные (предельные) углеводороды, в к-рых атомы углерода соединены так называемыми простыми или насыщенными связями С-С в открытые прямые цепи (ациклические углеводороды). Формула – C_nH_{2n+2}. Начиная с $C_{18}H_{38}$, *н*-алканы при хранении в комнатных условиях являются твердыми веществами.

НОРМАТИВ КОНТРОЛЯ – численное значение, являющееся критерием для признания контролируемого показателя качества результатов испытания соответствующим установленным требованиям.

НОРМАТИВНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ – стандарт или технические условия, содержащие требования к продукции, методам ее испытания, маркировке, упаковке, условиям хранения и транспортирования.

НЬЮТОНОВСКАЯ ЖИДКОСТЬ – жидкость, характеризующаяся вязкостью, не зависящей от коэффициента сдвига (ISO 1998).

Н-14. Зависимость низкотемпературных свойств летнего дизельного топлива (ДТ) от разбавления более низкокипящими компонентами (топливом ТС-1 и бензином А-76)

Температуры, °С	Дизельное топливо летнее	Температура ДТ, разбавленного компонентами							
		ТС-1, %				А-76, %			
		10	20	30	80	10	20	30	80
Застывания	-12	-15	-20	-20	-44	-15	-19	-22	-49
Помутнения	-5	-5	-7	-10	-21	-6	-7	-9	-25
Предельной фильтруемости	-6	-6	-7	-9	-25	-6	-10	-13	-26

ОБЕЗВОЖИВАНИЕ НЕФТИ – удаление из нефти свободной и эмульгированной воды до остаточного содержания 0,5-1,0% (в процессе промысловой подготовки) и 0,1-0,2% (в процессе подготовки на ЭЛОУ НПЗ).

ОБЕЗВОЖИВАНИЕ И ОБЕССОЛИВАНИЕ НЕФТИ – экстракционный процесс подготовки нефти к переработке удалением загрязнений нефти (воды, минеральных солей, механических примесей).

Обезвоживание нефти проводят путем разрушения (расслоения) водно-нефтяной эмульсии с применением деэмульгаторов – специальных ПАВ, к-рые, адсорбируясь на границе раздела фаз, способствуют разрушению капель (глобул) диспергированной в нефти воды. Однако даже при глубоком обезвоживании нефти до содержания пластовой воды 0,1-0,3% (что технологически затруднительно) из-за ее высокой минерализации остаточное содержание хлоридов довольно велико: 100-300 мг/дм³ (в пересчете на NaCl), а при наличии в нефти кристаллических солей – еще выше. Поэтому одного только обезвоживания для подготовки к переработке нефтей большинства месторождений недостаточно. Оставшиеся в нефти соли и воду удаляют с помощью принципиально мало отличающейся от обезвоживания операции, называемой обессоливанием.

Обессоливание нефти заключается в смешении нефти со свежей пресной водой, разрушении образовавшейся эмульсии и последующем отделении от нефти промывной воды с перешедшими в нее солями и механическими примесями.

Первичную подготовку нефти осуществляют на нефтепромыслах обычно термохимическим обезвоживанием в присутствии деэмульгатора при 40-80°С и атмосферном давлении или при 80-150°С и давлении до 1,5 МПа. После такой обработки нефть содержит, как правило, до 900 мг/дм³ хлоридов, до 0,5-1,0% воды и до 0,05% механических примесей.

Требования к качеству подготовки нефтей на промыслах, регламентируются ГОСТ Р 51858 (**табл. О-1**).

В соответствии с требованиями нефтеперерабатывающей промышленности нефть, направляемая на первичную перегонку, должна содержать не более 3 мг/дм³ солей, 0,1-0,2 воды и 0,005% и механических примесей (в связи с тенденцией углубления переработки нефти эти показатели могут быть ужесточены).

На НПЗ осуществляют дополнительное глубокое обессоливание поступающей с нефтепромыслов нефти электротермохимическим методом, сочетающим термохимическое отстаивание с электрической обработкой водонефтяной эмульсии. Разрушение ее основано на том, что при попадании в переменное электрическое поле капли воды поляризуются и взаимодействуют между собой как крупные диполи. При достаточно близком расстоянии между каплями силы взаимодействия настолько велики, что происходит сближение капель и их коалесценция. Кроме того, вероятность столкновения и слияния капель значительно возрастает из-за броуновского движения и синхронной вибрации их с электрическим полем.

Установки для удаления из нефти примесей этим методом называются электрообессоливающими (ЭЛОУ) и, наряду с НПЗ, сооружаются иногда на нефтепромыслах; в последнем случае нефть кроме обезвоживания подвергается также обессоливанию. Основные стадии процесса обессоливания нефти на ЭЛОУ приведены на **рис. О-1.**

Принципиальная технологическая схема двухступенчатой ЭЛОУ приведена на **рис. О-2.** Подготовка нефти осуществляется следующим образом. На 1-й ступени сырая нефть подается насосом *1* через теплообменник *2* в смесители *6, 7*, в к-рых смешивается с промывной водой и деэмульгатором. В электродегидраторе *3* образовавшаяся водонефтяная эмульсия разделяется на две фазы. Обезвоженная и частично обессоленная нефть поступает во 2-ю ступень: сначала в смесители *6, 7*, а затем в виде эмульсии с водой – на окончательную очистку в электродегидратор *3*. Подготовленная нефть направляется на установку первичной перегонки. Пресная промывная

О-1. Группы нефти по степеням подготовки (ГОСТ Р 51858)

Показатели	Норма для нефти группы			Метод испытания
	1	2	3	
Массовая доля воды, %, не более	0,5	0,5	1,0	ГОСТ 2477 и ГОСТ Р 51858, п. 9.5
Концентрация хлористых солей, мг/дм³, не более	100	300	900	ГОСТ 21534 и ГОСТ Р 51858, п. 9.6
Массовая доля механических примесей, %, не более	0,05			ГОСТ 6370
ДНП, кПа (мм рт.ст.), не более	66,7 (500)	66,7 (500)	66,7 (500)	ГОСТ 1756 и ГОСТ Р 51858, п. 9.8
Содержание хлорорганических соединений, млн⁻¹ (ppm)	Не нормируется. Определение обязательно			ASTM D 4929-99 "Стандартный метод определения органических хлоридов, содержащихся в сырой нефти"

Примечание. Если по одному из показателей нефть относится к группе с меньшим номером, а по другому - с большим, то нефть признают соответствующей группе с большим номером

вода насосом 10 подается в теплообменник *13*, подогревается до 40-50°С и смешивается с нефтью перед смесителями. Отстоявшаяся в электродегидраторе 2-й ступени дренажная вода с помощью клапана *14* сбрасывается в промежуточную емкость *4* откуда насосом *9* направляется для смешения с нефтью перед 1-й и частично перед 2-й ступенями. Дренажная вода, отстоявшаяся в электродегидраторе 1-й ступени через клапан *14* сбрасывается в емкость-отстойник 5, из к-рого после отстаивания и отделения от эмульгированной нефти частично отводится на очистные сооружения, а частично используется для промывки нефти в 1-й ступени. Нефть, отстоявшаяся в емкости-отстойнике *5*, поступает в сырьевой насос *1*. В схеме предусмотрены две возможные точки ввода промывной воды в нефть перед 1-й ступенью: на приеме сырьевого насоса *1* и перед смесителями *6, 7*.

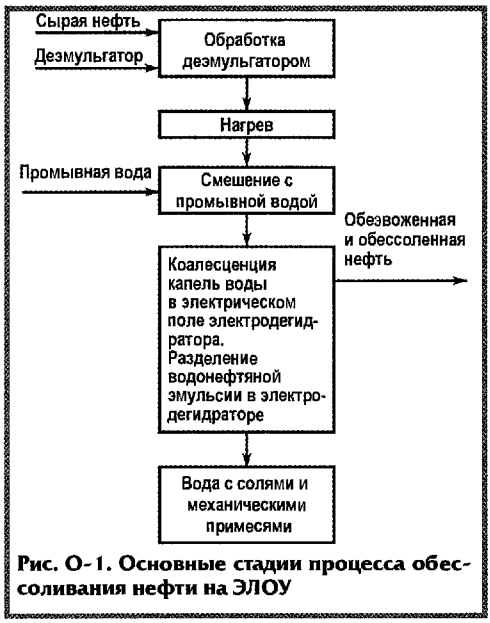


Рис. О-1. Основные стадии процесса обессоливания нефти на ЭЛОУ

Электродегидратор – главный элемент технологической схемы ЭЛОУ, в к-ром водонефтяная эмульсия разрушается в переменном электрическом поле, создаваемом между двумя горизонтальными электродами, подвешенными на изоляторах на середине высоты аппарата. Эмульсия вводится в меж- или подэлектродную зону либо одновременно в обе (в этом случае используется третий электрод). На ЭЛОУ российских НПЗ эксплуатируются электродегидраторы трех типов: вертикальные (объемом 5-30 м³) на малотоннажных установках мощностью 0,1-1,0 млн т/год обессоленной нефти; шаровые (600 м³) на установках мощностью 2-3 млн т/год, совмещенные, как правило, с атмосферными либо атмосферно-вакуумными установками (АТ или АВТ); горизонтальные (60-200 м³) в крупнотоннажных блоках (3-9 млн т/год), встроенных в АТ или АВТ (**табл. О-2**).

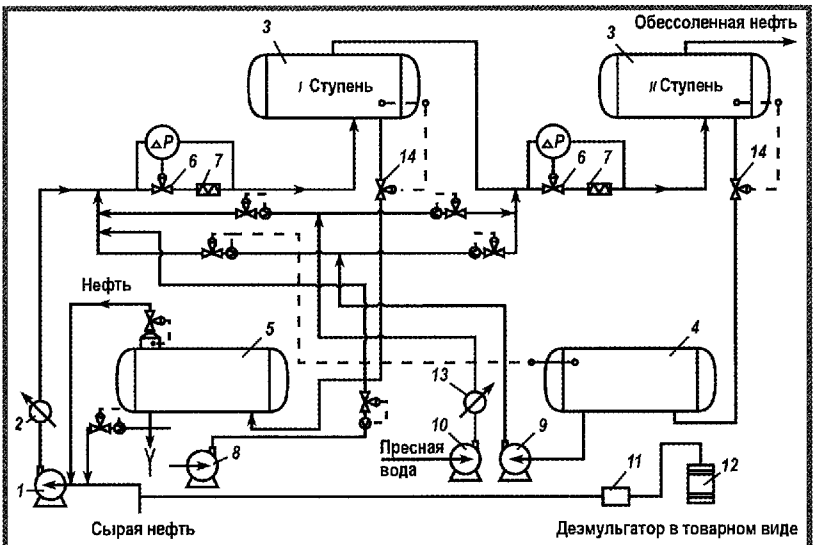


Рис. О-2. Принципиальная технологическая схема двухступенчатой ЭЛОУ:

1 – сырьевой насос; *2* – теплообменник; *3* – электродегидратор; *4* – промежуточная емкость; *5* – емкость-отстойник дренажной воды; *6* – смесительный клапан; *7* – статический смеситель; *8, 9* – насосы повторного использования воды; *10* – насос свежей воды; *11* – дозировочный насос; *12* – емкость деэмульгатора; *13* – теплообменник; *14* – клапан сброса дренажной воды

Фирмой «NATCO» (США) разработан и широко внедряется современный электродегидратор, реализующий новую технологию ЕДД (электродинамический электродегидратор двойной полярности), в к-ром водонефтяная эмульсия обрабатывается последовательно в поле переменного и постоянного тока. Применение этого

О-2. Краткая характеристика эксплуатируемых на ЭЛОУ российских НПЗ электродегидраторов

Показатели	Электродегидратор						
	вертикальный	шаровой	горизонтальный				
			2ЭГ160 (1ЭГ60)	2ЭГ160/3	2ЭГ160-2	2ЭГ200-2Р	ЭГ-100
Объем, м³	30	600	160	160	160	200	100
Диаметр, м	3	10,5	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
Длина (высота), м	5	-	18,6	18,6	18,6	23,4	13,4
Расчетное давление, МПа	0,4 и 0,6	0,6	1,8 (1,0)	1,8	1,8	1,8	1,6
Рабочая т-ра, °С, не выше	90	100	160 (110)	160	160	160	160
Число электродов	2	2 (3 пары)	2	3	3	3	2
Система ввода нефти	В зону между электродами	В зону между электродами	В подэлектродную зону	В зону между нижним и средним электродами	Совместно в зону между нижним и средним электродами и в подэлектродную зону	Раздельно в зону между нижним и средним электродами и в подэлектродную зону	В подэлектродную зону

О-3. Основные параметры технологического режима действующих ЭЛОУ с электродегидраторами различного типа и показатели обессоливания типичных нефтей

Нефть	Число ступеней	Температура, °С	Давление в последней ступени, МПа	Удельная производительность электродегидратора*	Подача промывной воды, % на ступень				Расход деэмульгатора (г/т) типа			Подача щелочи, г/т	Содержание хлористых солей в нефти, мг/дм³	
					1-ю	2-ю	3-ю	Σ	Диссольван	Геркулес	Кемпикс		сырой	обессоленной
Обессоливание нефти на ЭЛОУ с **горизонтальными** электродегидраторами														
Западно-Сибирская	2	100-140	1,0	1,4-1,8	4-7	3-4,5	-	7-11,5	2-5	2-4	2-4	-	30-76	1-3
Ромашкинская	2	130	0,9	1,5	7	7	-	14	-	5-7	5-7	-	100-190	3-4
Арланская	2	120-130	1,2	0,7	5	5	-	10	-	5-10	7-10	-	150-350	7-10
Мангышлакская	2	95-105	0,5	1,1-1,5	5	5	-	10	5-10	-	7-10	-	20-200	4
Шкапоеская	2	100-120	0,55	1,0	5	2	-	7	5-7	5-7	7-10	-	160-450	6
Обессоливание нефти на ЭЛОУ с **шаровыми** электродегидраторами														
Западно-Сибирская	2	60-75	0,35-0,4	0,8-1,2	2	2	-	4	3-5	2-5	2-5	-	30-75	1-3
Ромашкинская	3	70-75	0,25	0,75	3	4	4,5	11,5	-	-	10	5-7	150	3-6
Арланская	2 (3)	70-75	0,4	0,9-1,0	2,5	2,5	2,5	7,5	-	5-10	7-10	-	150-350	10-15
Мангышлакская	2 (3)	105	0,5	0,75	3 (3)	2,5 (2,5)	- (2,5)	5,5 (7,5)	-	-	7-10	-	200	18 (4)
Прикамская	2	80-100	0,45	0,7	5	4	-	9	5-10	3-5	5-7	10-30	200-600	6-9
Шкаповская	2	90-100	0,4	0,4	8	3	-	11	-	5-7	7-10	10-20	100-300	3-8
Обессоливание нефти на ЭЛОУ с **вертикальными** электродегидраторами														
Западно-Сибирская	2	60-70	0,4	1,0	5	5	-	10	3-5	3-5	3-5	-	30-75	1-3
Ромашкинская	2	80-85	0,5	0,7	4	5	-	9	5-10	-	5-10	-	125-350	3-6
Арланская	2	70-80	0,4	0,8	3	3	-	6	-	-	10	-	150-350	10-15
Прикамская	2	80-90	0,3	0,5	-	2,5	-	2,5	5-10	-	5-10	10-30	200-600	25

* Отнесенная к полному объему электродегидратора (число объемов нефти, равных объему электродегидратора, в час)

принципа, а также таких усовершенствований, как композитные электроды, регулирование оптимальной силы электрического тока, эффективное смешение промывной воды с нефтью (в том числе и внутри аппарата) и т.п. позволили существенно повысить эффективность электродегидратора и его удельную производительность (в 2-3 раза по сравнению с удельной производительностью электродегидраторов традиционной конструкции, применяемых на ЭЛОУ российских НПЗ).

В **табл. О-3** приведены основные параметры технологического режима действующих ЭЛОУ с электродегидраторами различного типа и показатели обессоливания типичных нефтей.

Деэмульгаторы, применяемые на ЭЛОУ (преимущественно композиции наионогенных ПАВ, напр. блоксополимеры пропилен- и этиленоксидов с пропиленгликолем и оксиэтилированные алкилфенолформальдегидные смолы) подают в нефть в виде 1-2%-ных водных растворов перед 1-й ступенью или раздельно по ступеням (водорастворимые), либо без разбавления (нефтерастворимые) только перед 1-й ступенью.

При обессоливании ряда нефтей (напр. прикамских или арланских) наряду с деэмульгатором используют щелочь в количестве, необходимом до доведения pH дренажной воды до 7. Глубокое обессоливание нефти обеспечивается добавлением в каждой ступени 4-10% об. промывной воды. На многих ЭЛОУ сокращение расхода пресной воды достигают ее подачей только на последнюю ступень и повторным использованием отстоявшейся воды: со ступени на ступень и внутри них.

На **рис. О-3** приведено распределение хлоридов в технологических потоках ЭЛОУ при повторном использовании промывной воды.

Полнота вымывания солей из нефти в значительной мере зависит от степени ее смешения с промывной водой и деэмульгатором. Применительно к технологическому режиму обессоливания каждой нефти существуют оптимальные условия смешения, регулируемые перепадом давления (от 0,05 до 0,15 МПа) на смесительном устройстве.

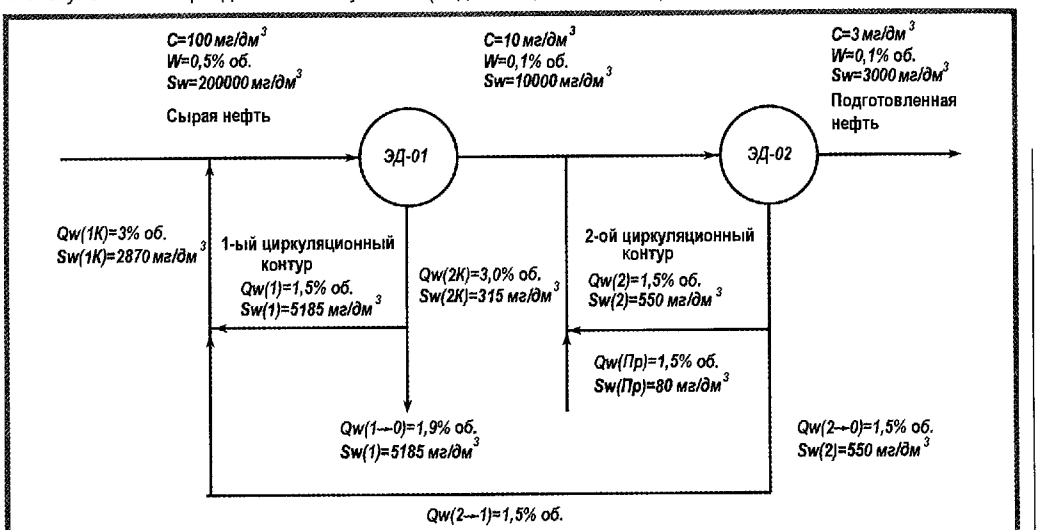


Рис. О-3. Распределение хлоридов в технологических потоках ЭЛОУ при подготовке нефти с повторным использованием промывной воды:

C – содержание хлоридов в нефти, мг/дм³; *W* – содержание воды в нефти, % об.; S_w – содержание хлоридов в воде, эмульгированной в нефти, мг/дм³; $S_w(Пр)$ – содержание хлоридов в пресной промывной воде, мг/дм³; $S_w(1)$ – содержение хлоридов в воде, дренируемой из электродегидратора 1-й ступени, мг/дм³; $S_w(2)$ – содержение хлоридов в воде, дренируемой из электродегидратора 2-й ступени, мг/дм³; $S_w(1К)$ – содержание хлоридов в воде 1-го циркуляционного контура, мг/дм³; $S_w(2К)$ – содержание хлоридов в воде 2-го циркуляционного контура, мг/дм³; $S_w(Пр)$ – содержание хлоридов в пресной воде, мг/дм³; $Q_w(Пр)$ – объем подаваемой на промывку пресной воды (производственная вода, технологический конденсат), % об.; $Q_w(1)$ – объем промывной воды, возвращаемой из электродегидратора 1-й ступени в 1-й циркуляционный контур, % об.; $Q_w(2)$ – объем промывной воды, возвращаемой из электродегидратора 2-й ступени во 2-й циркуляционный контур, % об.; $Q_w(1К)$, $Q_w(2К)$ – объем промывной воды, циркулирующей в 1-ом и во 2-ом циркуляционных контурах соответственно, % об.; $Q_w(2\rightarrow1)$ – объем промывной воды, подаваемой из 2-го циркуляционного контура в 1-й, % об.; $Q_w(1\rightarrow0)$ – объем промывной воды, сбрасываемой с 1-й ступени установки, % об; $Q_w(2\rightarrow0)$ – объем воды, сбрасываемый со 2-й ступени установки, % об.

На **рис. О-4** и **О-5** приведены принципиальные технологические схемы типовых установок соответственно отдельно-стоящей ЭЛОУ-10/6 с шаровыми электродегидраторами и блока ЭЛОУ с горизонтальными электродегидраторами крупнотоннажной установки ЭЛОУ-АВТ-6.

В процессе подготовки нефти на ЭЛОУ аналитически контролируют:

содержание воды в сырой и подготовленной нефти по ГОСТ 2477;

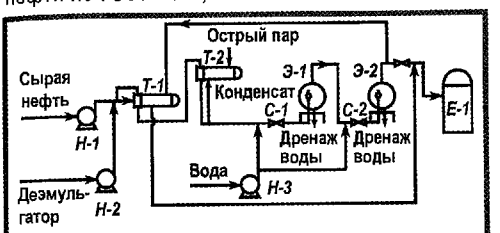


Рис. О-4. Принципиальная технологическая схема типовой установки ЭЛОУ-10/6 с шаровыми электродегидраторами:

Н-1 – насос сырой нефти; *Н-2* – дозировочный насос подачи деэмульгатора; *Н-3* – насос подачи воды; *Т-1* – теплообменник подогрева сырой нефти обессоленной нефтью; *Т-2* – теплообменник нагрева сырой нефти паром; *Э-1, Э-2* – шаровые электродегидраторы 1-й и 2-й ступени; *С-1, С-2* – смесители; *Е-1* – резервуар обессоленной нефти

содержание хлоридов в сырой и подготовленной нефти по ГОСТ 21534;

содержание механических примесей в сырой и подготовленной нефти по ГОСТ 6370;

содержание нефтепродуктов в сбрасываемой с ЭЛОУ дренажной воде;

pH дренажной воды.

ОБЕЗВОЖИВАНИЕ (обессоливание) НЕФТИ ТЕРМОХИМИЧЕСКОЕ – разрушение водонефтяной эмульсии при воздействии на нее повышенной т-ры и *деэмульгатора*.

ОБЕЗВОЖИВАНИЕ (обессоливание) НЕФТИ ЭЛЕКТРОТЕРМОХИМИЧЕСКОЕ – разрушение водонефтяной эмульсии при воздействии на нее повышенной т-ры, *деэмульгатора* и электрического поля высокой напряженности.

ОБЕЗМАСЛИВАНИЕ – процесс удаления из гачей и петролатумов масляных компонентов сырья кристаллизацией из избирательных растворителей или выпотеванием гача. При обычном обезмасливании получают твердый парафин с содержанием масла выше 1,0% масс. Процесс глубокого обезмасливания кристаллизацией из избирательных растворителей предназначен для производства твердого парафина с содержанием масла менее 0,8% масс.

ОБЕССЕРЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ КОКС получают удалением серы из сернистых и высокосернистых нефтяных коксов. Наиболее приемлем процесс термического обессеривания при 1400-1500°С, при к-ром в течение 0,5-2,0 ч содержание серы удается снизить с 3-5 до 1-2%. Процесс термообессеривания кокса в опытном масштабе впервые в мировой практике был реализован на опытном заводе БашНИИНП (г.Уфа) на пилотных одноступенчатых электрокальцинаторах производительностью до 1 т/сут. и в опытном цехе Ново-Уфимского НПЗ по технологии УНИ на пилотном двухступенчатом электрокальцинаторе производительностью до 3 т/сут. Были наработаны до 100 т О.н.к. с содержанием серы 0,5-1,2%, термо-

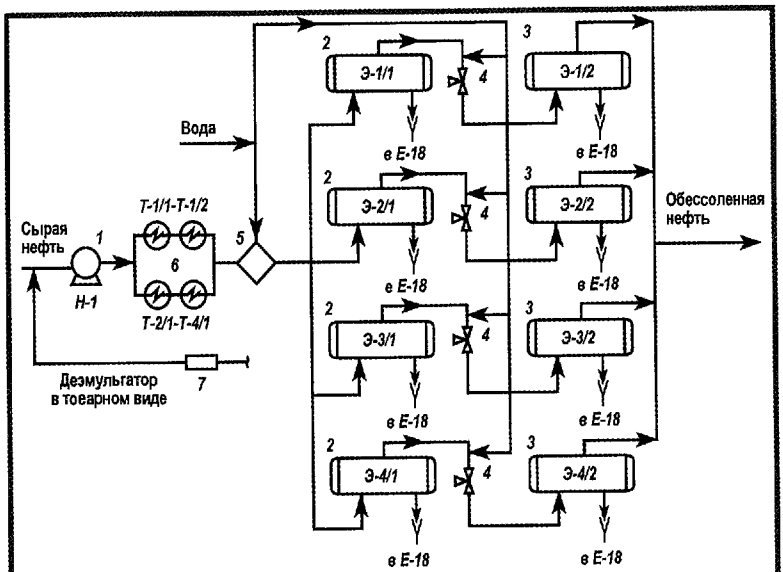


Рис. О-5. Принципиальная технологическая схема блока ЭЛОУ типовой крупнотоннажной установки ЭЛОУ-АВТ-6 с горизонтальными электродегидраторами:

1 – сырьевой насос; *2* – электродегидраторы 1-й ступени; *3* – электродегидраторы 2-й ступени; *4* – смесительный клапан; *5* – смеситель; *6* – теплообменники; *7* – емкость-отстойник; *8* – дозировочный насос подачи деэмульгатора

обессеренные при 1450-1600°С. Исходное сырье – высокосернистый нефтяной кокс (S – 4,2%), полученный на установке замедленного коксования Ново-Уфимского НПЗ. Опытно-промышленные партии О.н.к. испытывали при производстве анодной продукции на алюминиевых заводах и в производстве абразивных материалов.

За рубежом пробовали использовать для термического обессеривания высокосернистого нефтяного кокса подовые печи. Однако, из-за высокой стоимости получаемого О.н.к. и некоторого ухудшения его структурных характеристик (повышения пористости, снижения объемной плотности, увеличения расхода связующего при производстве анодной массы) технология термического обессеривания не нашла практического применения в мировой практике.

ОБЕССЕРИВАНИЕ БЕНЗИНА КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА. На долю *бензина каталитического крекинга* в США приходится 30-45%, в Западной Европе – до 27%, в России – до 20% от всего товарного автобензина и 85-95% общего содержания серы в смеси. В Европе в соответствии со стандартом EN 228 на выбросы автомобильным транспортом с 2000 г. действуют нормы *Евро*-3 (содержание серы в бензине не более 150 мг/кг), с 2005 г. введены нормы *Евро*-4 (не более 50 мг/кг), а с 2008 г. планируется перейти на *Евро*-5 (не более 10 мг/кг). Основная масса автобензинов в России вырабатывается по ГОСТ Р 51105, их применение обеспечивает надежную эксплуатацию автомобилей с нормами по токсичности отработавших газов *Евро*-2 (содержание серы в бензине не более 500 мг/кг). В 2005 г. ОАО «ВНИИ НП» совместно с нефтеперерабатывающими предприятиями разработаны ТУ 38.401-58-35–2005 на бензины для автомобилей класса *Евро*-4. Нормы на физико-химические и эксплуатационные показатели разработанных автомобильных бензинов соответствуют требованиям EN-228:2005 (*Евро*-4). Учитывая технические возможности отечественных НПЗ и использование бензинов на автомобилях класса *Евро*-2, -3 до 01.01.2008 г. допускается их выработка с нормой по содержанию серы не более 150 мг/кг. Для соблюдения требований по содержанию серы в моторных топливах и для понижения ее содержания в бензине каталитического крекинга (КК) сырье установки, как правило, проходит либо предварительную гидроочистку, либо бензин КК проходит последующее обессеривание, либо совмещаются оба варианта. Несмотря на многочисленные технические достоинства предварительной гидроочистки сырья, все чаще предпочтение отдают процессам очистки бензина, к-рые требуют существенно меньших инвестиций и меньшего расхода водорода. Прогресс в области обессеривания непосредственно бензина КК обусловлен усовершенствованием традиционных процессов, главным образом гидроочистки, а также разработкой альтернативных процессов, таких как мембранная очистка, адсорбция и селективная экстракция.

Отечественные процессы обессеривания бензина КК относятся к типичным процессам *селективной гидроочистки бензина каталитического крекинга*. В последние годы этот процесс с использованием существующих гидрогенизационных мощностей реализован на некоторых НПЗ, где установки КК работают без предварительной очистки сырья. Промышленное внедрение селективной гидроочистки обеспечило выработку товарного бензина на этих НПЗ в соответствии с нормами *Евро*-3.

Селективной гидроочистке подвергаются как бензины широкого, так и утяжеленного фракционного состава (НК=120–140°С). В ОАО «Рязанский НПЗ» освоена технология селективной гидроочистки широкой фракции бензина КК, к-рая обеспечивает снижение содержания серы до требуемого уровня при минимальном снижении ОЧ. Процесс протекает с использованием алюмокобальтмолибденового катализатора ГО-70 при давлении в реакторе 2,2-2,4 МПа, т-ре 240-250°С, объемной скорости подачи сырья 3,0-3,3 $ч^{-1}$, отношении ВСГ/сырье 180-190 $нм^3/м^3$.

В ОАО «Ангарская нефтехимическая компания» организована сероочистка бензина КК, включающая следующие стадии:

1) разделение бензина на блоке вторичной перегонки бензина установки КК на две фракции: легкую (головную – НК-130°С) и тяжелую (хвостовую – 130°С-КК);

2) селективная гидроочистка тяжелой фракции бензина на алюмокобальтмолибденовом катализаторе (ГО-15К);

3) отдувка нестабильного гидрогенизата от сероводорода, защелачивание и водная отмывка;

4) компаундирование стабильного защелоченного гидрогенизата тяжелой фракции и легкой фракции в товарно-сырьевом производстве.

Селективная гидроочистка тяжелой фракции бензина каталитического крекинга, протекающая при 240°С, объемной скорости подачи сырья 1,1-1,34 $ч^{-1}$, объемном соотношении «ВСГ : сырье» (500-600) : 1 $нм^3/м^3$, обеспечивает необходимую глубину сероочистки (снижение содержания серы с 0,21 до 0,01% масс.) при снижении его ОЧ не более, чем на 0,5-1,0 ед. При компаундировании легкой и тяжелой фракций в балансовых соотношениях получают бензин с содержанием серы не более 0,05% масс., при этом ОЧ уменьшается не более чем на 0,5-0,7 ед. В результате селективной гидроочи-

стки одновременно удается снизить содержание азота со 120 до 40 мг/кг.

В ОАО «Славнефть-Ярославнефтеоргсинтез» в основной ректификационной колонне фракционирующего блока установки КК проводят разделение продуктов крекинга на широкую бензиновую (НК-205°С) и газойлевые фракции. Для регулирования температурного режима ректификационной колонны по тарелкам используют четыре циркуляционных орошения (ЦО). Первое (верхнее) ЦО – это тяжелый бензин 120(140) – 200(230)°С (содержание серы 0,4-0,9% масс.). Балансовое количество тяжелого бензина с выхода насоса подачи первого ЦО выводят в емкость прямого питания блока гидроочистки, к-рая выполняет роль буфера, а также отстойника от эмульгированной воды. Тяжелый бензин в емкости находится под азотной «подушкой», что исключает его контакт с кислородом воздуха, и через фильтры поступает на прием сырьевых насосов блока гидроочистки и далее на смешение с ВСГ. Смесь сырья и ВСГ, нагретая до 250-330°С , поступает в реактор, где тяжелый бензин подвергается обессериванию на алюмокобальтмолибденовом катализаторе (КГМ-70) при давлении 2,8 МПа до требуемого остаточного содержания серы, и после стабилизации его в отпарной колонне и охлаждения до 45°С возвращается на выкид насоса первого ЦО ректификационной колонны. Широкая бензиновая фракция, выделяемая в этой колонне, представляет собой нестабильную смесь негидроочищенной легкой бензиновой фракции НК-120(140)°С и гидроочищенной тяжелой бензиновой фракции, выкипающей выше 120(140)°С, к-рая после стабилизации отвечает требованию по уровню серы при сохраненном ОЧ.

В 2006 г. на Нижнекамском НПЗ (ЗАО «ТАИФ-НК») введен в эксплуатацию комплекс КК, в к-ром предусмотрен блок селективной гидроочистки бензина для обеспечения требования нормы по сере.

Зарубежные процессы обессеривания бензина КК.

Процесс ***SCANfining компании ExxonMobil*** – типичный промышленный процесс селективной гидроочистки, в к-ром используется обычное оборудование. Содержание серы в бензине КК снижается до уровня менее 0,001% масс. при максимальном сохранении октановых характеристик. Сырье процесса – бензин КК широкого фракционного состава, промежуточные или тяжелые его фракции. Вместе с ним можно перерабатывать низкокипящие фракции бензина коксования, пиробензина или прямогонного бензина.

Схема (**рис. О-6**) включает реактор предварительной очистки (гидрирования диенов), основной реактор гидрообессеривания, в к-рый загружены катализаторы, блок стабилизации конечного продукта. В реакторе гидрообессеривания сернистые соединения превращаются в H_2S в условиях минимального гидрирования олефиновых углеводородов. В этом процессе используются запатентованные компанией внутренние устройства

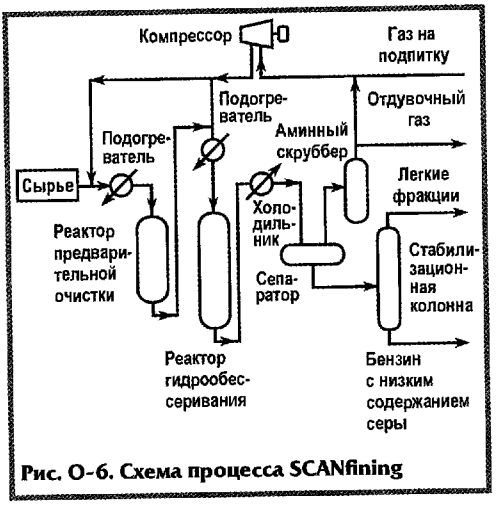


Рис. О-6. Схема процесса SCANfining

реактора (Automatic Bed bypass Technology – автоматический байпас катализаторного слоя) для продолжения работы без остановки при забивке или росте сопротивления в реакторе. Для работы на высокосернистом сырье и/или для получения продукта с очень низким содержанием серы, меркаптанов предусмотрены варианты процесса SCANfining I и SCANfining II (с более селективным гидрообессериванием), а также добавление процессов ZEROMER (превращение меркаптанов) или EXOMER (экстракция меркаптанов).

Процесс ***PRIME-G+ компании Axens*** – промышленная технология селективного гидрообессеривания бензинов КК с минимальным снижением ОЧ. Установка (**рис. О-7**) включает в

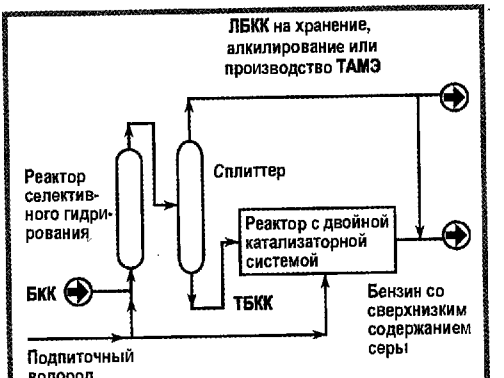


Рис. О-7. Схема процесса PRIME-G+

себя блок селективного гидрирования и разделения потока бензина на легкую и тяжелую фракции (1-я стадия) и блок селективной гидроочистки тяжелой фракции. На 1-й стадии процесса предусматривается подача кубового продукта дебутанизатора установки КК непосредственно в реактор селективного гидрирования, в к-ром в мягких условиях селективно гидрируются диеновые углеводороды, а меркаптаны и сульфиды превращаются в более тяжелые соединения серы, т.е. происходит не обессеривание бензина, а перевод легких соединений серы в тяжелые. Соответственно в реакторе не образуется H_2S. Реактор селективного гидрирования работает при умеренных условиях с использованием оборудования из углеродистой стали. Затем в сплиттере легкие олефины отделяются от тяжелой сернистой фракции, к-рую далее подвергают селективной гидроочистке. Олефиновая фракция (легкий бензин каталитического крекинга – ЛБКК) после дополнительного фракционирования может направляться на установки этерификации или алкилирования.

Общее содержание серы в ЛБКК ниже, чем после классической очистки от меркаптанов экстракцией. Это определяется высокой степенью конверсии меркаптанов (прежде всего этил-, пропил-, и бутилмеркаптанов), конверсией легких сульфидов (не удаляемых экстрактивным облагораживанием) и отсутствием рекомбинированных дисульфидов, обычно присутствующих в продуктах экстрактивного облагораживания. Дополнительное преимущество – отсутствие щелочи и, соответственно, щелочных стоков. Без конверсии легких сульфидов (дисульфид углерода, диметилсульфид, метил-этилсульфид) содержание серы в этих потоках превышает 100 мг/кг даже при полном удалении меркаптанов. Так как требования по содержанию серы становятся все более и более жесткими, производство ЛБКК со сверхнизким содержанием серы приобретает исключительную важность. Многие нефтепереработчики, уже осуществляющие гидрообессеривание тяжелой фракции бензина КК, включают в технологическую линию 1-ю стадию PRIME-G+ для выполнения спецификаций по сере.

Дополнительно 1-я стадия PRIME-G+ может быть использована для совместной переработки бензина КК с другими бензиновыми потоками, содержащими серу, напр. легкими бензинами коксования, пиролиза или легким прямогонным бензином.

Содержание диолефинов в бензине КК обычно составляет 0,5-2% масс. Скорость реакций уплотнения (полимеризации) возрастает с увеличением концентрации диолефинов в бензине. Предварительное селективное гидрирование диолефинов перед реакционной секцией гидрообессеривания позволяет защитить катализатор от дезактивации смолистыми веществами и достичь его необходимого эксплуатационного пробега (времени эксплуатации катализатора). Селективная гидроочистка тяжелой фракции бензина (ТБКК – тяжелый бензин каталитического крекинга) осуществляется в реакторе с двойной каталитической системой. Сначала на первом катализаторе происходят реакции обессеривания (катализатор способствует минимизации реакции насыщения олефинов и имеет достаточную активность в удалении наиболее стойких соединений серы, находящихся в бензине). Завершает обессеривание до требуемого уровня катализатор, на к-ром практически не происходит насыщение олефинов и образование меркаптанов. В результате получают бензин с низким содержанием серы. Глубина гидрообессеривания 97,6% масс. Потери октанового числа (ОЧи+ОЧм)/2 не превышают 1 ед. Содержание серы в суммарном бензине 0,001% масс. и менее.

Процесс ***OATS*** (Olefins Alkylation of thiofenic Sulfur – алкилирование тиофенов олефинами) ***компании BP*** (компания Axens эксклюзивно лицензирует технологию OATS). В этом процессе тиофены подвергаются каталитической реакции с олефинами, содержащимися в бензине КК, с получением высококипящих соединений – алкилтиофенов, к-рые затем удаляют фракционированием. В итоге, большая часть бензина крекинга (НК-100°С) вообще не содержит серы и может без гидроочистки вовлекаться в товарный бензин со сверхнизким содержанием серы. Более тяжелые фракции (100°С-КК) направляются в малогабаритную установку селективной гидроочистки. Катализатор также промотирует реакции олигомеризации олефинов с образованием сильноразветвленных структур, к-рые больше, чем линейные способствуют сохранению ОЧ при последующем гидрировании. Эти реакции также способствуют снижению ДНП бензина. Процесс OATS протекает при мягких условиях в реакторе со стационарным слоем твердокислотного катализатора без использования водорода. В нем не используются компрессоры и печи. Установка обычно состоит из теплообменника сырье/продукт, парового подогревателя, двух последовательно подключенных реакторов и колонны фракционирования. Работа с переменной системой реакторов (первый/второй) гарантирует непрерывность. Обычно процесс OATS сочетают в паре с процессом PRIME-G+. При этом достигаются наилучшие результаты. В процесс PRIME-G+ процесс OATS,

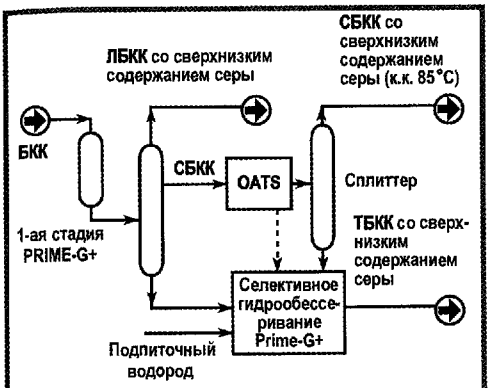


Рис. О-8. Типичная схема интеграции процессов Prime-G+ / OATS

как правило, интегрируют для среднего погона крекированного бензина (**рис. О-8**).

Процесс ***OCTANGAIN*** (компания ***ExxonMobil Research and Engineering Co*** по согласованию с ***Kellogg Brown & Root*** предоставляет эту технологию нефтепереработчикам) – гидрообессеривание бензина КК до содержания серы менее 0,001% масс. с последующим крекингом и изомеризацией для восстановления октановых характеристик.

Схема процесса (**рис. О-9**) подобна схеме обычной гидроочистки бензина и состоит из реакторного блока и блока стабилизации очищенного бензина. В первом катализаторном слое реактора происходит превращение сернистых соединений с образованием H_2S и почти полностью гидрируются

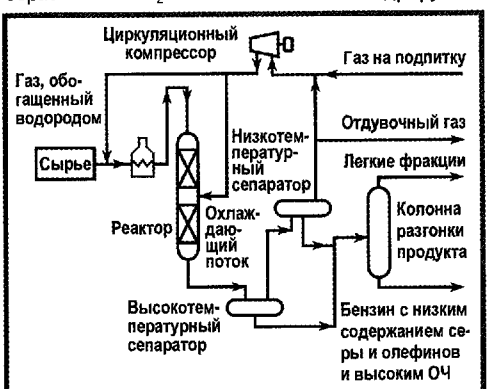


Рис. О-9. Схема процесса OCTANGAIN

олефины, а во втором слое, на другом катализаторе, протекает крекинг и изомеризация.

Процесс OCTANGAIN может быть «встроен» в схему существующих процессов гидроочистки на НПЗ. Выход продукта (очищенного бензина) зависит от содержания олефинов в сырье и заданного октанового числа продукта.

Процесс ***ISAL*** (лицензиар – ***UOP LLC*** в сотрудничестве с ***POVSA-INTEVEP***) – получение бензина КК, отвечающего самым жестким требованиям по содержанию серы, с одновременным управлением октановыми характеристиками. Бензин подвергается глубокой гидроочистке под умеренным давлением на неподвижном катализаторе и изомеризации, что позволяет сохранить ОЧ. В реакторе используется система катализаторов. Технологическая схема процесса ISAL близка к схеме обычного процесса гидроочистки и процесса OCTANGAIN. Сходство процесса ISAL с обычной гидроочисткой бензина упрощает и облегчает его реализацию. Технология применима для простаивающих установок риформинга и гидроочистки. Технологический режим установки регулируется на оптимальное сочетание глубины обессеривания, выхода и октановых характеристик.

Типичные показатели процесса ISAL, полученные при переработке бензина каталитического крекинга широкого фракционного состава, содержащего 0,042% масс. серы и 24% олефинов (данные приведены при работе в двух режимах: при минимальной жесткости процесса, обеспечивающей глубину обессеривания с возможной потерей ОЧ на 2 ед., и при более высокой жесткости ведения процесса, обеспечивающей глубину обессеривания без потерь октановых характеристик бензина):

Выход, % об.	99,5	97,2
Массовая доля серы, % масс.	0,001	0,001
Изменение (ОЧи+ОЧм)/2	–2	0

Процесс ***CDHydro*** и ***CDHDS*** (лицензиар – ***CDTECH***) – селективное гидрообессеривание бензина КК методом каталитической дистилляции. В результате получают продукт с очень низким содержанием серы, у к-рого в максимальной степени сохранены октановые характеристики и олефиновые углеводороды.

Легкие, средние и тяжелые фракции бензина КК перерабатываются раздельно (**рис. О-10**), в оптимальных условиях для каждой из них. Очистка бензина широкого фракционного состава от серы начинается в колонне *1* (CDHydro), в к-рой отгоняется легкий бензин. Меркаптаны присоединяются к диенам, образуя более тяжелые сернистые соединения, а оставшиеся диены присоединяют водород, переходя в олефины. Кубовый продукт из колонны CDHydro, содержащий продукты превращения меркаптанов, поступает в колонну *2* (CDHDS), в двух раздельных секциях к-рой происходит каталитическое гидрообессеривание средней и тяжелой фракций бензина. Условия гидрообессеривания оптимальны для каждой фракции, благодаря чему сера удаляется при минимальном гидрировании олефинов. Олефины концентриру-

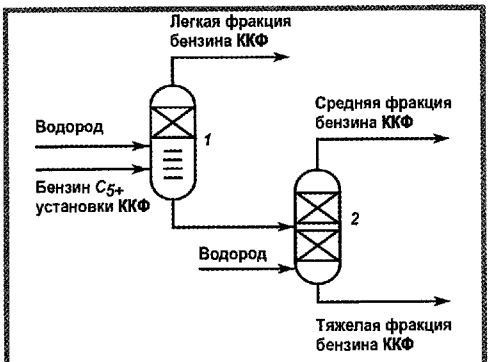


Рис. О-10. Схема процесса CDHydro и CDHDS

ются в верхней части колонны, где условия мягче, а сернистые соединения опускаются в куб колонны, где условия процесса обеспечивают высокую глубину гидрообессеривания. Три продуктовых потока стабилизируются вместе или раздельно в зависимости от того, как они будут в дальнейшем использоваться. Обе колонны интегрированы по теплоте, что позволяет свести к минимуму затраты тепловой энергии. В колонны подают водород с установки риформинга без дополнительной компрессии.

Каталитическая дистилляция, применяемая в данном процессе, позволяет практически полностью исключить загрязнение катализатора, потому что компоненты, к-рые могли бы превратиться в кокс, не попадают в катализаторную зону. Срок службы катализатора в данном процессе значительно выше, чем у аналогичного катализатора, работающего в обычных аппаратах с неподвижным слоем. Установки CDHydro и CDHDS могут работать безостановочно без регенерации или замены катализатора в течение такого же срока, что и установки FCC (крекинг в псевдоожиженном слое катализатора) – до пяти лет.

Процесс ***S-Brane*** (лицензиар – ***W.R. Grace & Co***) – селективное извлечение сернистых соединений из бензина КК с помощью мембранной технологии. В ее основе – концентрирование серосодержащих молекул в конкретном бензиновом потоке, что позволяет выделить сернистые соединения, собрав их в продуктовом потоке малого объема для последующей гидроочистки. Остальную часть (обычно 80% от количества сырья) малосернистого бензина можно использовать в качестве компонента товарного бензина. Этим способом получают бензин с минимальными потерями ОЧ и требуемой глубины обессеривания. Кроме того, существенно

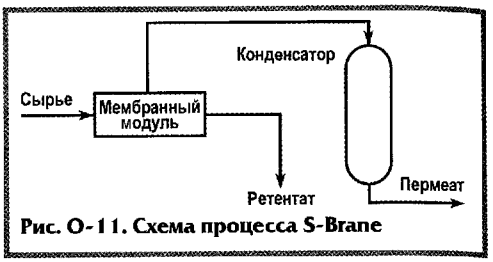


Рис. О-11. Схема процесса S-Brane

снижается количество бензиновой фракции, нуждающейся в гидроочистке.

Процесс S-Brane – это простое физическое разделение исходного бензина КК на два потока (**рис. О-11**). Сырье пропускают через мембрану, селективную по отношению к сернистым соединениям. При этом сернистые соединения и некоторое количество углеводородов растворяются в мембране и затем диффундируют сквозь нее (этот поток – пермеат). Та часть сырья, к-рая не прошла сквозь мембрану (ретентат), имеет малое содержание серы, составляет 75-80% объема сырья и может быть направлена непосредственно на компаундирование бензинов. Пермеат содержит основную часть сернистых компонентов сырья и должен пройти дополнительную очистку, после к-рой его также можно направить на компаундирование бензинов. Процесс осуществляется в режиме предварительного испарения сырья. Пермеат конденсируют и выводят на последующую переработку.

Срок службы мембраны три года. Лучшие результаты достигаются при применении этой технологии к низко- и среднекипящему бензину. Процесс мембранного разделения представляет собой некапиталоемкую альтернативу, намного снижающую объем топлива, нуждающегося в последующем гидрообессеривании.

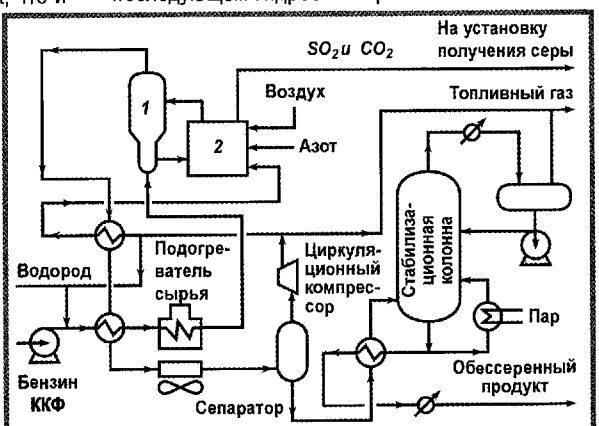


Рис. О-12. Схема процесса S ZORB

Процесс ***S ZORB*** компании ***ConocoPhilips*** – сорбционный процесс очистки бензина КК от серы при минимальных потерях ОЧ и малых эксплуатационных затратах.

Бензин с установки каталитического крекинга (**рис. О-12**) смешивают с небольшим количеством водорода и подогревают. Парообразную смесь вводят в реактор *1* со взвешенным слоем сорбента, поглощающего серу из сырья. Верхняя зона реактора предназначена для отделения частиц сорбента от потока паров, уходящих из реактора. Сорбент непрерывно выводится из реактора в секцию регенерации *2*, где соединения серы переводятся в SO_2, направляемый на установку получения серы. Очищенный сорбент кондиционируется и возвращается в реактор. Скорость циркуляции сорбента поддерживают на уровне, обеспечивающем ее заданное содержание в продукте.

Основные показатели технологического режима и работы установки:

Т-ра, °С	400–440
Избыточное давление, МПа	0,69–3,45
Объемная скорость подачи сырья, $ч^{-1}$	4–8
Степень чистоты водорода, % об.	70–99
Суммарное потребление водорода, $м^3/м^3$	6,7–10
Выход фракции C_{5+} от сырья, % об.	Выше 100
Выход легкой фракции от сырья, % масс.	Менее 0,1
Содержание серы в сырье, мг/кг	775
Содержание серы в продукте (полнота очистки от серы 97%), мг/кг	25
Потеря (ОЧи+ОЧм)/2	Менее 0,3 ед.

Процесс ***IRVAD*** (лицензиар – ***Black & Vetch Pritchard Inc.*** и ***Alcoa Industrial Chemicals***) рекламируется как «прорыв» в технологии удаления серы и других гетероатомов (азота, кислорода) из углеводородных потоков. В процессе применяется твердый адсорбент для противоточного контакта с жидким углеводородом в многоступенчатом адсорбере. Адсорбент регенерируют в аппарате с перекрестным потоком непрерывного действия с помощью подогретого регенерационного газа.

При проведении пилотных испытаний этой технологии успешно обессеривались бензины КК и коксования, при этом содержание серы в бензине удовлетворяло жестким требованиям спецификаций. В первоначальных опытных пробегах с применением адсорбентов первого поколения технология IRVAD позволяла достичь более чем 90%-ого удаления серы и исключения азота из бензинов КК и коксования.

Высокий выход жидких продуктов, потенциальный выигрыш в октановых характеристиках при переработке олефинового сырья и снижение энергозатрат – преимущество этого процесса перед другими традиционными способами обессеривания бензина. Процесс протекает при низком давлении и не нуждается в водороде. В процессе применяется селективный адсорбент на базе Al_2O_3, поддающийся термической регенерации. Адсорбент модифицирован неорганическими промоторами для усиления адсорбционной способности по отношению к таким полярным и поляризуемым азот- и серосодержащим соединениям как меркаптаны, дисульфиды, тиофены, нитрилы и прочие загрязняющие примеси.

Процесс ***GT-DeSulf*** (лицензиар – ***GTC Technology Inc.***) – экстрактивная дистилляция бензина КК для извлечения из него соединений серы и ароматических компонентов и их последующей гидроочистки (**рис. О-13**). Из бензина сера удаляется настолько полно, что достигается норма содержания серы в компаундированном бензине менее 0,002% масс. При этом от гидрирования на установке гидроочистки предохраняется более 90% олефинов, содержащихся в сырье, благодаря чему предотвращается значительное снижение ОЧ и сокращается потребление водорода.

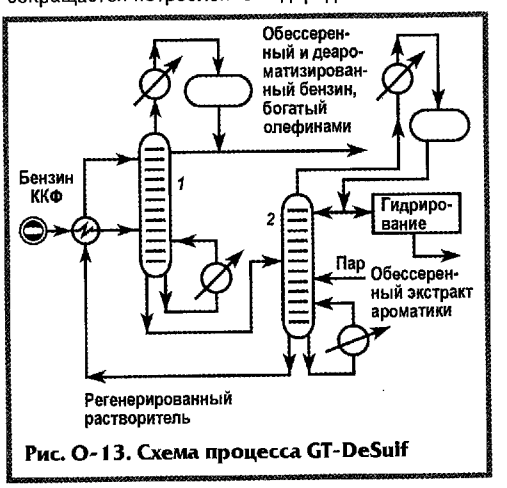


Рис. О-13. Схема процесса GT-DeSulf

Бензин КК (<210°С) вводят в колонну экстрактивной дистилляции *1*, где из углеводородного потока извлекаются соединения серы и ароматические компоненты. Растворитель уводит их в куб, а рафинат (олефины и другие неароматические компоненты) отгоняются с верха колонны. Рафинатный поток при необходимости можно промыть щелочью и после этого направить в блок смешения компонентов бензина. Из нижней части колонны экстрактивной дистилляции растворитель с извлеченными из потока сернистыми и ароматическими компонентами подают в колонну регенерации растворителя *2*. Регенерированный растворитель из нижней части колонны *2* после очистки возвращается в колонну экстрактивной дистилляции *1*. Дистиллят колонны *2* направляется на обычную гидроочистку, после чего используется в качестве обессеренного бензина. Другие

пути использования продуктов с установки: рафинатный поток из блока экстрактивной дистилляции, богатый олефинами, возвращают на установку FCC для выработки дополнительного количества легких олефинов; экстракт после гидроочистки, богатый ароматическими компонентами, направляют на установку извлечения ароматических углеводородов (для выделения очищенного бензола и других ароматических углеводородов).

ОБЕССОЛИВАНИЕ НЕФТИ – удаление из нефти водорастворимых солей в процессе ее обезвоживания и/или промывки водой (смешение со свежей пресной водой). См. также *Обезвоживание и обессоливание нефти*.

ОБКАТОЧНОЕ МАСЛО ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ (приработочное) – масло для ускорения и улучшения качества обкатки новых или отремонтированных двигателей на стенде изготовителя. Существуют масла, ускоряющие приработку новых деталей различным воздействием на их поверхности трения. Масла либо ускоряют изнашивание неровностей, остающихся после механической обработки деталей, либо способствуют пластическому деформированию микровыступов, заполняющих микровпадины, что приводит к увеличению площади фактического контакта поверхностей трения. Использование О.м.д.в.с. улучшает ряд технико-экономических показателей двигателей: снижается мощность трения, прорыв газов в картер, расход масла на угар.

ОБКАТОЧНЫЕ ПРИСАДКИ К МАСЛАМ – см. *Приработочные присадки к маслам*.

ОБОЗНАЧЕНИЕ МОТОРНЫХ МАСЕЛ – см. *Классификация моторных масел по ГОСТ 17479.1*; *Классификация моторных масел API*.

ОБОЗНАЧЕНИЕ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК – см. *Классификация пластичных смазок*.

ОБОЗНАЧЕНИЕ СОТС – см. *Смазочно-охлаждающие технологические средства*; *Классификация СОТС*.

ОБОЗНАЧЕНИЕ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ МАСЕЛ – см. *Классификация индустриальных масел по ГОСТ 17479.4*.

ОБРАЗЕЦ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (ОК) – вещество (материал) с установленными путем аттестации значениями одной или нескольких величин и доверительными границами погрешности этих значений, характеризующих состав или свойства этого вещества (материала), предназначенное для контроля точности результатов испытаний близких по составу или свойствам веществ (материалов) (Р 50.2.011). Величина, значение к-рой устанавливают при аттестации, называется **аттестуемой характеристикой образца для контроля.** Значение аттестуемой характеристики ОК, приведенное в документе на ОК с указанием доверительных границ погрешности, называется **аттестованным значением характеристики образца для контроля.**

ОБЩАЯ ВЛАГА В КОКСЕ. В России содержание О.в.к. определяют по ГОСТ 27588 (ИСО 579–81). Метод заключается в высушивании навески кокса в сушильном шкафу при 200°С до постоянной массы и определении потери ее массы. Определение проводят на *лабораторной пробе нефтяного кокса*, подготовленной по ГОСТ 16799. Из пробы отбирают две навески массой около 500 г каждая (Если после определения содержания общей влаги не требуется приготовления общей аналитической пробы, достаточно двух навесок массой не менее 250 г каждая). Навески помещают на предварительно высушенные и взвешенные противни с размерами, обеспечивающими высушивание не более 1-1,5 г кокса на 1 см^2 поверхности противня, и взвешивают. Противни с пробами устанавливают в предварительно нагретый до 200±10°С сушильный шкаф и выдерживают 45 мин., после чего проводят первое взвешивание. Продолжительность сушки считают с момента, когда после установки противня с пробой кокса в шкаф т-ра снова достигнет заданного значения. По истечении указанного времени противень вынимают из шкафа, взвешивают, подвергают контрольному высушиванию в течение 10 мин и снова взвешивают. Масса навески считается постоянной, если разность в массе при двух последовательных взвешиваниях не превышает 0,2% от массы навески.

Содержание О.в.к. W, %, вычисляют по формуле:

$$W=[(m_2-m_3)/(m_2-m_1)]\cdot 100,$$

где m_1 – масса противня; m_2 и m_3 – массы противня с коксом до высушивания и после высушивания.

За результат принимают среднее арифметическое значение результатов параллельных определений, округленное до 0,1%. Расхождения между результатами двух определений не должны превышать значений, указанных в **табл. О-4.**

О-4. Максимально допускаемое расхождение между результатами

Содержание общей влаги, %	Сходимость, %	Воспроизводимость, %
До 10	0,3	0,5
Св. 10	3,0	5,0

Результаты определений в разных лабораториях сравнивают в течение не более 10 ч со времени разделки пробы.

ОБЪЕДИНЕННАЯ ПРОБА – проба нефтепродукта, составленная из нескольких точечных проб, отобранных в соответствующем порядке и объединенных в указанном соотношении.

ОБЪЕМНАЯ ТЕМПЕРАТУРА – средняя т-ра испытуемых образцов (в массе материала на некотором расстоянии от поверхности трения), обычно равная т-ре газовой среды. Объемная т-ра отличается от поверхностной т-ры, к-рая генерируется в процессе трения (температурные вспышки). Поверхностная т-ра работающего узла трения обычно выше объемной т-ры на значение т-ры саморазогрева.

ОДНОКОМПОНЕНТНОЕ ЖИДКОЕ РАКЕТНОЕ ТОПЛИВО при взаимодействии с катализатором разлагается с образованием горячего газа. Хотя двигатели на таком топливе развивают небольшой удельный импульс (от 150 до 255°С) и намного уступают по эффективности двигателям с двухкомпонентным топливом, их преимуществом является простота конструкции. Топливо (напр. гидразин или перекись водорода) хранится в единственной емкости. Под действием вытесняющего давления жидкость через клапан поступает в камеру сгорания, в к-рой катализатор (напр. оксид железа) вызывает ее разложение (гидразина на аммиак и водород, а перекиси водорода – на водяной пар и кислород). ЖРД на однокомпонентном топливе обычно используют как двигатели малой тяги (иногда их тяга составляет несколько ньютонов) в системах ориентации и стабилизации космических аппаратов и тактических ракет, для к-рых простота и надежность конструкции и малая масса – определяющие критерии.

ОЗОКЕРИТ – природный минеральный воск, аналогичный по составу нефтяным церезинам.

ОЗОКЕРИТ-СЫРЕЦ – продукт, экстрагированный из озокеритовой руды растворителем. Представляет собой твердую черную массу, являющуюся сырьем для производства товарного озокерита (**табл. О-5**).

О-5. Показатели качества озокерита-сырца

Показатели	Метод анализа
Внешний вид	Визуально
Температура каппепадения	ГОСТ 6793
Пенетрация иглой	ГОСТ 25771
Содержание механических примесей	ГОСТ 6370
Содержание воды	ГОСТ 2477

ОКАЛИНА – см. *Продукты коррозии*.

ОКИСЛЕНИЕ МАСЛА – взаимодействие компонентов *базового масла* и некоторых *присадок* с кислородом воздуха – один из главных процессов *старения* масла. Окисление углеводородов приводит к образованию *пероксидных соединений, спиртов, карбоновых кислот, смол, карбенов, карбоидов, оксикислот, эфиров* и др. соединений. Наличие в масле частиц металлов и *продуктов коррозии*, каталитически ускоряющих окисление, а также контакт масла с несгоревшими капельками топлива, подвергшегося глубокому *предпламенному окислению*, значительно ускоряют О.м. Наиболее интенсивно окисление происходит в тонких пленках на деталях *цилиндропоршневой группы*. При работе с высокой нагрузкой т-ра масла в *картере* (или маслобаке) достигает значений, при к-рых скорость О.м. становится довольно высокой. Результатом О.м. является рост его *вязкости*, срабатывание *антиокислительных присадок*, расходование *щелочности* на нейтрализацию образующихся кислот, повышение *коррозионной агрессивности* по отношению к цветным металлам и их сплавам, загрязнение *маслоочистителей* (фильтров, центрифуг) и др. Стойкость к окислению – важнейшее требование к современным *долгоработающим маслам* для высокофорсированных двигателей. Она достигается использованием глубоко очищенных *минеральных и синтетических базовых масел* в сочетании с эффективными антиокислительными присадками.

ОКИСЛЕННЫЕ БИТУМЫ – битумы, полученные высокотемпературным окислением кислородом воздуха различных нефтяных остатков и их смесей. О.н.б. могут быть полужидкими, вязкими и относительно твердыми. Окисление (продувку воздухом) применяют, когда исходное сырье содержит недостаточное количество асфальтосмолистых веществ и при продувке можно увеличить их содержание до требуемого. В процессе окисления существенно изменяется состав и свойства исходного сырья – гудрона, выводимого с низа вакуумной колонны при глубоковакуумной перегонке мазута. Процесс окисления сырья до битума представляет собой гетерогенные реакции между газовой и жидкой фазами. При этом протекают реакции четырех типов: с уменьшением молекулярной массы (ММ) с образованием воды, дистиллятов и диоксида углерода; с незначительным изменением ММ с образованием воды; ведущие к увеличению ММ с образованием воды, диоксида углерода и асфальтенов; концентрирования (уплотнения) с отгоном дистиллятов и концентрацией асфальтенов. Кислород воздуха реагирует с водородом, содержащимся в сырье, образуя пары воды. Возрастающая потеря водорода сопровождается процессами уплотнения с образованием продуктов высокой степени ароматичности – асфальтенов. В результате изменяется консистенция продукта. Основная часть кислорода идет на образование воды, 10-20% масс. – на образование диоксида углерода, незначительная часть – на образование органических кислородсодержащих веществ. Основное количество кислорода, подаваемого на окисление (≈60%), находится в виде сложноэфирных групп. Остальное

количество (≈40%) распределено между гидроксильными, карбоксильными и карбонильными группами. Основная масса кислородсодержащих соединений уносится с отходящими газами, процесс окисления носит дегидрогенизационный характер.

С углублением окисления в составе битумов увеличивается содержание соединений с короткими алкильными цепями $(CH_2)_n$, где $n \leq 4$, повышается доля бензольных колец в циклах и отношение «С : Н». При продувке сырья воздухом увеличивается содержание твердых смол и асфальтенов, уменьшается содержание масел. Образование смол из масел представляет собой промежуточную стадию образования асфальтенов. Относительное содержание парафинонафтеновых и ароматических соединений при углублении окисления снижается, содержание асфальтенов повышается, что приводит к повышению т-ры размягчения битума, снижению пенетрации и дуктильности. Оптимальная т-ра образования связи С-С (реакции уплотнения) – 250°С. Процесс продувки характеризуется наличием индукционного периода, продолжительность к-рого сокращается с возрастанием т-ры окисления.

Основные факторы, влияющие на процесс окисления битумного сырья: природа нефти, глубина отбора легких и масляных компонентов из гудрона, т-ра процесса, расход воздуха на окисление, продолжительность окисления, давление в зоне реакции, конструктивное оформление окислительного аппарата.

Природа сырья. Нефти по их составу и пригодности для производства битумов делят на три группы. согласно неравенству:

I группа – наилучшие нефти (высокосмолистые малопарафинистые, высокосмолистые парафинистые, смолистые малопарафинистые); состав этих нефтей соответствует неравенству $A+C-2{,}5П > 8$, где A, C, $П$ – содержание асфальтенов, смол и парафинов соответственно.

II группа – пригодные нефти (смолистые парафинистые, малосмолистые малопарафинистые); их состав соответствует уравнению $A+C-2{,}5П=0\div8$, где $A+C > 6$.

III группа – ограниченно пригодные или непригодные нефти (смолистые высокопарафинистые, малосмолистые парафинистые, малосмолистые высокопарафинистые).

Классификация приблизительная, следует учитывать качество гудронов, полученных из этих нефтей и особенности технологии производства битума. Из гудронов одной и той же высокосмолистой нефти с незначительной глубиной отбора масляных компонентов получают более пластичные битумы, чем из гудронов с большей вязкостью при одинаковых условиях окисления. При повышенном содержании в нефти парафиновых соединений качество битумов тем выше, чем больше глубина отбора масляных и одновременно парафинсодержащих компонентов. Допускается содержание парафинов в сырье до 3% масс. Растяжимость (дуктильность) из парафинистых нефтей ниже, чем из малопарафинистых. Гудроны из различных нефтей должны иметь различные вязкости для производства битумов различных марок: чем выше теплостойкость битума, тем выше должна быть вязкость исходного сырья. Битумы, полученные из нефтей с повышенным содержанием парафинонафтеновых, моно- и бициклических ароматических соединений, характеризуются улучшенными низкотемпературными свойствами. Лучшее сырье для высококачественных битумов – остатки высокосмолистых нефтей ароматического основания. Парафинонафтеновые соединения в сырье являются пластификаторами и их присутствие в количестве 10-12% желательно. Сера, входящая в состав тяжелых остатков перегонки высокосернистых высокосмолистых нефтей, способствует повышению качества битума.

Т-ра процесса. Сырье, подаваемое на окисление должно иметь т-ру 150-180°С. При более низкой т-ре заметно возрастает индукционный период процесса. Для процесса окисления т-ра 230-250°С оптимальна. С ее повышением возрастает скорость дегидрирования молекул сырья и увеличивается доля кислорода, участвующего в образовании воды. При превышении 250°С скорость процесса увеличивается, однако битум при прочих равных условиях характеризуется более высокими значениями т-ры размягчения и хрупкости и пониженными значениями пенетрации, дуктильности, интервала пластичности. Превышение 270°С практически не приводит к ускорению процесса, степень усвоения кислорода из воздуха при этом снижается.

Расход воздуха, степень его диспергирования и распределения по сечению окислительного аппарата существенно влияют на интенсивность процесса окисления и на свойства битума. Увеличение расхода воздуха от 1,5 до 3,5 л/(мин·кг сырья) при прочих равных условиях ведет к пропорциональному повышению скорости окисления, после чего дальнейшее повышение расхода малоэффективно. Битумы, окисленные в короткий промежуток времени, имеют пенетрацию выше, чем битумы той же т-ры размягчения, окисленные при меньшем расходе воздуха за более продолжительное время.

Давление. Повышение давления в зоне реакции способствует интенсификации процесса окисления и улучшению качества битума. При по-

вышенном давлении можно получать качественные битумы из сырья с недостаточным содержанием масел и повышенной т-рой размягчения. Соответствующим подбором давления можно регулировать состав и свойства битумов. В процессе окисления давление 0,3 МПа – оптимально. При повышении давления т-ру окисления можно снизить на 50–70°С без замедления скорости процесса окисления.

Тепловой эффект процесса окисления. Процесс – экзотермический. Количество теплоты, выделяющейся при окислении, зависит от природы сырья, глубины его окисления, т-ры начала окисления. Для широкого круга расчетов в диапазоне т-ры процесса 240–280°С рекомендованное среднее значение теплового эффекта – 8700 кДж на 1 кг прореагировавшего кислорода.

Окислительные установки бывают периодического, полунепрерывного и непрерывного действия, компрессионными и бескомпрессорными, вертикального и горизонтального расположения.

Установки периодического действия. Основной аппарат – окислительный куб (**рис. О-14**): отношение высоты к диаметру 1,5-2,0, теплоизолирован, имеет внутри диспергатор воздуха (иногда змеевики для обогрева-охлаждения). Предназначен для производства теплостойких марок битума или для производств небольшой мощности. Степень поглощения кислорода из воздуха и коэффициент его использования невысоки. Концентрация O_2 в газах окисления 7-9 и до 13% – причина повышенной пожароопасности.

Установки непрерывного действия. Основной аппарат – змеевиковый трубчатый реактор непрерывного действия с вертикальным расположением труб. Установки данного типа в большинстве своем демонтированы, в настоящее время действуют только три установки.

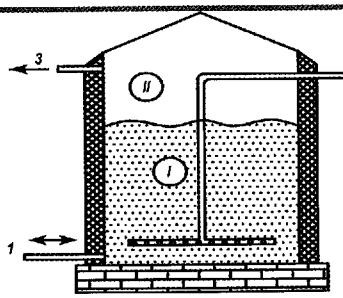


Рис. О-14. Окислительный куб периодического действия:

1 – ввод сырья (вывод битума); *2* – подача воздуха; *3* – вывод газов окисления.

Зоны: *I* – реакционная; *II* – сепарации

Бескомпрессорные установки. Бескомпрессорный реактор – цилиндрический секционный аппарат горизонтального типа. В каждой секции имеется центробежный диспергатор, для всасывания воздуха извне и распределения его в жидкой фазе. Число секций, оборудованных диспергаторами, обычно 4-6, последняя секция отстойная и диспергатором не оборудуется. Из нее битум поступает на хранение и отгрузку, а также на рециркуляцию. Окисленный продукт из одной секции перетекает в следующую, где доокисляется, затем в третью секцию и т.д. Получили распространение на локальных установках дорожных организаций небольшой мощности для производства битумов дорожных марок. Характеризуются повышенной пожароопасностью и значительным удельным расходом электроэнергии на работу диспергаторов.

Установки вертикального расположения. Основной аппарат колонного типа – вертикальные пустотелые цилиндрические сосуды непрерывного действия (**рис. О-15**). Получили наибольшее распространение. Компактны, удобны и безопасны в эксплуатации, характеризуются невысокой металлоемкостью, легко автоматизируются, обладают высокой производительностью. Движение жидкой и газовой фаз – противоточное.

Существуют схемы прямоточного движения фаз, не ухудшающие показателей процесса.

Известны схемы совместного использования окислительных колонн с кубами-окислителями и змеевиковыми реакторами. Имеются также схемы двухколонных окислительных установок, когда сырьем второй колонны является дорожный битум из первой, а из второй колоны выводят битумы строительных марок.

В процессе «Битурокс» используют окислительный аппарат колонного типа с перемешивающим устройством. На ряде предприятий работают

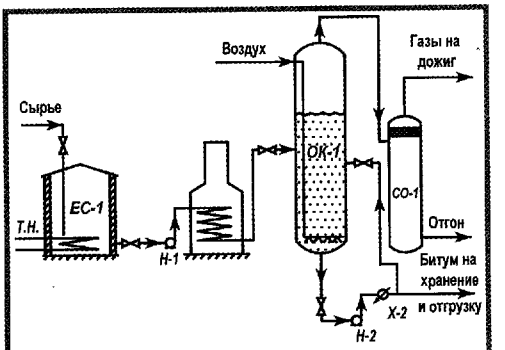


Рис. О-15. Принципиальная схема установки непрерывиого окисления битумного сырья

окислительные аппараты с выносной (отделенной) секцией сепарации, когда окислительный аппарат работает с полным взливом, а сырье подают в трубопровод, соединяющий секции окисления и сепарации. На нек-рых НПЗ работают двух- и трехсекционные окислительные аппараты с расширенной верхней частью – секцией квенчинга и сепарации. С использованием таких аппаратов добиваются наиболее полного поглощения O_2 из воздуха при окислении.

ОКИСЛИТЕЛИ ЖИДКИХ РАКЕТНЫХ ТОПЛИВ – вещества или смесь веществ (**табл. О-6**), содержащих в своем составе преобладающее количество окислительных элементов (O, F, Cl).

О-6. Основные теплофизические свойства окислителей ЖРТ

Вещество	Химическая формула	Молекулярная масса	Температура, °С		Плотность, г/см³
			кипения	замерзания	
Кислород	O_2	32	-182,96	-218,4	1,14
Озон	O_3	48	-111,9	-192,7	1,46
Азотная кислота	HNO_3	63	86	-41,2	1,52
Четырехокись азота (азотный тетраоксид)	N_2O_4	92	21,2	-11,3	1,45
Тетранитрометан	$C(NO_2)_4$	196	126	13,8	1,65
Перекись водорода (100%)	H_2O_2	34	150,2	-0,461	1,44
Фтор	F_2	38	-187,99	-218,8	1,51
Фтористый кислород (моноокись фтора)	OF_2	54	-144,8	-223,8	1,53
Трифторид хлора	ClF_3	92,5	12,1	-82,6	1,77
Пентафторид хлора	ClF_5	130,457	-13,0	-97	1,90
Хлорная кислота	$HClO_4$	100,5	110	-112	1,78

К основным видам окислителей ЖРТ относятся: жидкий кислород, озон, азотная кислота и азоттетраоксидные окислители, перекись водорода, фтор и его соединения.

Жидкий кислород – вещество бледно-синего цвета. Пары его бесцветны и без запаха. Образует окислы со всеми химическими веществами кроме инертных газов. Реакции окисления протекают с выделением большого количества теплоты.

Кислород применяют в ракетах, в основном, среднего и дальнего радиуса действия. В первых спутниках земли, первом космическом корабле в качестве окислителя использовали жидкий кислород. Кислород должен характеризоваться чистотой не менее 99%, что обеспечивает высокую полноту сгорания горючего. Достоинства этого окислителя – неограниченная сырьевая база. Однако хранение жидкого кислорода представляет серьезную проблему из-за его высокой химической активности и чрезвычайно низкой т-ры кипения. Он не токсичен. По сравнению со многими другими химическими веществами жидкий кислород сравнительно безопасен, однако, для его хранения должны использоваться только очень чистые емкости, потому что кислород вступает в химическую реакцию даже с жировыми пятнами, оставляемыми отпечатками пальцев, что может привести к возгоранию.

Озон – аллотропическое видоизменение кислорода. При нормальных условиях это взрывчатый газ синего цвета с резким запахом. В жидком состоянии имеет темно-синий цвет. Химические свойства озона характеризуются его нестабильностью и сильным окислительным действием. Самопроизвольное разложение озона сопровождается выделением большого количества энергии (289 кДж/моль). По энергетическим характеристикам озон относится к наиболее эффективным окислителям. Самопроизвольное разложение и взрыв сдерживает использование озона в ракетной технике.

Азотная кислота и азоттетраоксидные окислители – азотная кислота, четырехокись азота (азотный тетраоксид) и их смеси.

Азотная кислота – бесцветная легкоподвижная жидкость. Нестабильный продукт, разлагается на двуокись азота, воду и кислород. Смешивается с водой в любых соотношениях с выделением большого количества теплоты. Азотный тетраоксид – желтая летучая жидкость с едким запахом. При нагревании разлагается на двуокись азота. При растворении в воде образуется азотная кислота. Для улучшения эксплуатационных свойств окислителя применяют смесь азотной кислоты и азотного тетраоксида. Эти окислители образуют самовоспламеняющиеся смеси со многими горючими (анилином, ксилидином, фурфуриловым спиртом и др.). Применяются, главным образом, в ракетах с заводской заправкой, к-рые после залива окислителя и герметизации баков могут храниться длительное время в заправленном состоянии и всегда готовы к немедленному пуску. Это их главное преимущество по сравнению с другими окислителями. К преимуществам относится также их низкая стоимость и обширная сырьевая и промышленная база. К недостаткам топлив, использующих азотнокислые окислители, следует отнести высокочастотную неустойчивость про-

цесса горения и необходимость применения специальных конструкционных материалов, стойких к агрессивной азотной кислоте в течение времени, исчисляемого годами.

Азотный тетраоксид применяется также на различных ступенях космических ракетоносителей и для основных и вспомогательных двигателей космических кораблей.

Перекись водорода – бесцветная прозрачная сиропообразная жидкость, склонная к самопроизвольному разложению. С перекисью водорода хорошо сочетается гидразингидрат. Реакция окисления (сопровождающаяся самовоспламенением) нек-рых спиртов, альдегидов и кетонов в присутствии перекиси водорода промотируется катализаторами.

В настоящее время применяется для приводов турбонасосных агрегатов ракет семейства «Восток».

Фтор и его соединения. Газообразный фтор имеет зеленоватый цвет, сжиженный – желтый. Фтор и его соединения – сильные окислители, превосходящие все остальные. Хотя потенциальные энергетические возможности фтора велики, нек-рые его свойства (низкая т-ра кипения, высокая т-ра сгорания, токсичность самого фтора и продуктов его сгорания, высокая стоимость) делают проблематичным его применение в ракетной технике.

Среди возможных окислителей заслуживает внимания монооксид фтора OF_2. При нормальных условиях это бесцветный сильно токсичный газ с резким специфическим запахом, относительно термически стабильное соединение, не чувствительно к удару и детонации даже при воздействии сильных импульсов. Монооксид фтора – хороший окислитель для таких горючих, как несимметричный диметилгидразин, углеводородные топлива.

Из фторидов галогенидов наибольший интерес как окислитель ракетных топлив вызывают трифторид (ClF_3) и пентафторид (ClF_5) хлора. По энергетическим показателям они несколько уступают фтору, но имеют сравнительно высокую т-ру кипения и низкую т-ру застывания, что значительно облегчает их применение в качестве окислителей. Трифторид хлора – светло-зеленый газ, чрезвычайно реакционноспособное вещество. При контакте с ним многие органические вещества загораются, а при контакте его с водой происходит взрыв. Образует самовоспламеняющиеся смеси со всеми горючими, применяемыми в ракетной технике.

Пентафторид хлора относится к наименее изученным окислителям. Это менее реакционноспособное соединение, чем трифторид хлора, что облегчает его использование в качестве горючего. Пентафторид хлора может рассматриваться как перспективный окислитель, пригодный для длительного хранения.

ОКИСЛИТЕЛИ СМЕСЕВОГО ТВЕРДОГО РАКЕТНОГО ТОПЛИВА. В состав смесевых топлив входят окислители двух основных видов: перхлораты – соли хлорной кислоты и нитраты – соли азотной кислоты. Эффективность окислителя определяется количеством кислорода, не связанного с водородом или металлами и не потерявшего способность участвовать в реакции окисления органических веществ и металлов. Наибольшее количество кислорода содержится в перхлорате лития (60%) и в перхлорате аммония (54,5%). В нитрате аммония содержится 60% кислорода, но только 50% из них активны в реакции окисления. Окислители, содержащие менее 45% активного кислорода, в твердых топливах не применяются.

Важными факторами при оценке окислителей является также теплота образования окислителя и благоприятный состав продуктов сгорания. Перхлораты обладают лучшим окислительным потенциалом, чем нитраты. В практике используются перхлораты натрия, аммония, калия, лития и др. (**табл. О-7**).

О-7. Основные физические свойства окислителей смесевых ТРТ

Соединение	Формула	Плотность, г/см³	Т-ра плавления, °С	Кислородный баланс, %
Перхлорат аммония	NH_4ClO_4	1,95	Разлагается	54,4
Перхлорат калия	$KClO_4$	2,52	610	46,3
Перхлорат натрия	$NaClO_4$	2,5	482	52,3
Перхлорат лития	$LiClO_4$	2,43	236	60,3
Перхлорат нитрония	NO_2ClO_4	2,22	393 К. Разлагается	66,5
Нитрат аммония	NH_4NO_3	1,66	Разлагается	60,0
Нитрат калия	KNO_3	1,30	336	47,5
Нитрат натрия	$NaNO_3$	1,38	308	36,3

Перхлораты гигроскопичны и слабо токсичны. Перхлорат калия применялся в первых рецептурах литиевых твердых ракетных топлив. В современных ТРТ большое практическое значение имеет перхлорат аммония и аммиачная селитра.

Большой интерес в качестве окислителя представляет перхлорат нитрония:

$NO_2ClO_4 \rightarrow 0{,}5O_2+0{,}5Cl_2+3O_2$.

Он имеет много активного кислорода (≈66%), но реагирует с большинством связующих с воспламенением.

Помимо кислородных соединений окислителями могут служить фтор и его соединения. Наибольший интерес представляют высокомолеку-

лярные фторуглероды, к-рые одновременно могут быть и связующими.

Нитраты (селитры) очень гигроскопичны, они способны поглощать и накапливать влагу воздуха в количествах, в несколько раз превышающих собственную массу. Обычно с этими дешевыми окислителями изготовляют твердые топлива для ракет ближнего боя.

ОКИСЛИТЕЛЬНАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА – способность сохранять первоначальные свойства в условиях ускоренного окисления. Некоторые компоненты топлив под действием тепла и кислорода воздуха при контакте с поверхностями, оказывающими каталитическое действие, образуют смолистые вещества и нерастворимые осадки, отлагающиеся на поверхностях двигателя и топливной аппаратуры и способствующие неполному сгоранию топлива и повышенному выбросу токсичных веществ.

О.с.д.т. оценивается по количеству образовавшегося в топливе осадка (мг/100 мл) методом ASTM D 2274 и EN ISO 12205. Метод нельзя использовать для прогнозирования количества образующегося при хранении осадка, так как этот процесс зависит от конкретных условий хранения. Отфильтрованное топливо подвергают старению при 95°С в течение 16 ч, пропуская через него кислород со скоростью 3 л/ч. После старения пробу охлаждают до комнатной т-ры, фильтруют через мембраны из сложного эфира целлюлозы с номинальным размером ячеек 0,8 мкм для определения количества осадка на фильтре. Растворителем, содержащим равные объемы толуола, ацетона и метанола, удаляют липкие вещества, осевшие на окислительном элементе и стенках посуды. Для определения количества нерастворимых веществ трехкомпонентный растворитель выпаривают. Сумма значений отфильтрованных и липких нерастворимых веществ приводится как общее содержание нерастворимых веществ.

Основное количество товарных дизельных топлив получают прямой перегонкой нефти с последующей гидроочисткой фракций. Такие топлива содержат незначительное количество непредельных углеводородов и неуглеводородных примесей, характеризующихся наибольшей склонностью к окислению, и имеют высокую стабильность при хранении. При вовлечении компонентов вторичных процессов (напр. легкого газойля каталитического крекинга – ЛГКК), *склонность дизельных топлив к образованию отложений* повышается:

ЛГКК в топливе, %	0	10	20	30	40	100	Норма
Осадок, мг/100 мл	1,2	5,5	7,2	8,9	10,3	21,5	<2,0

По стандарту EN 590, ГОСТ Р 52368–05 и ТУ 38.401-58-296–05 О.с.д.т. не должна превышать 25 г/м³ общего количества осадка.

ОКИСЛИТЕЛЬНОЕ ИЗНАШИВАНИЕ – коррозионно-механическое изнашивание, при к-ром преобладает химическая реакция материала с окисляющей средой или кислородом.

ОКИСЛИТЕЛЬНЫЕ И ГОРЮЧИЕ КОМПОНЕНТЫ ДВУХОСНОВНЫХ ТВЕРДЫХ РАКЕТНЫХ ТОПЛИВ. К горючим компонентам ТРТ относится **нитроцеллюлоза,** широко используемая как основной компонент в процессе приготовления бездымных порохов и баллиститного ракетного топлива. Различают два основных вида нитрата целлюлозы (**табл. О-8**): пироксилин, содержащий более 12% азота, и коллоксилин – менее 12% азота.

О-8. Основные теплофизические свойства целлюлозы

Нитрат целлюлозы	Теплопроизводительность, МДж/кг	Газообразование, кг/л	Т-ра горения, К
Пироксилин	3,98	900	3150
Коллоксилин	3,64	940	2850

К окислителям (пластификаторам) ТРТ относятся следующие вещества.

Нитроглицерин (глицеринтринитрат). Химическая формула CH_2ONO_2-$CHONO_2$-CH_2ONO_2. Полный эфир глицерина и азотной кислоты; маслянистая бесцветная жидкость, практически не растворимая в воде и хорошо растворимая в ацетоне, эфире, бензоле; кристаллизуется в двух модификациях: лабильной ($t_{пл.}$ – 2,8°С) и стабильной ($t_{пл.}$ – 13,5°С); плотность при 25°С – 1,591 г/см³. Нитроглицерин взрывается уже при очень слабом ударе: теплота взрыва 6,3 Мдж/кг (1500 ккал/кг), скорость детонации 7,7 км/с, объем газообразных продуктов взрыва 713 л/кг, т-ра вспышки ≈200°С.

Метилнитрат (азотнокислый эфир метилового спирта). Химическая формула CH_3ONO_2. Бесцветная прозрачная жидкость с запахом хлороформа, плотность 1,2 г/см³. Растворимость в воде 3,8%. Характеризуется высокой летучестью. При 65°С перегоняется без разложения. Пластифицирует коллоксилин. Бризантное взрывчатое вещество, превосходящее по мощности гексоген. Чувствительность к удару ниже, чем у нитроглицерина. Теплота взрыва 1600 ккал/л. Фугасность 657 см³. Нагретые пары метилнитрата легко воспламеняются при 150°С, при поджигании горит. Применяют в виде 72-75%-ного раствора в метиловом спирте. Меньшая вязкость метилнитрата по сравнению с нитроглицерином обусловливает при слабой оболочке большую бризантность, чем у нитроглицерина. Обладает низкой коррозионной активностью.

Нитрометан. Химическая формула CH_3NO_2; простейшее нитросоединение алифатического ряда; бесцветная жидкость с запахом горького миндаля; $t_{кип.}$=101,2°С; плотность при 20°С – 1,138 г/см³;

растворим в воде, смешивается с обычными органическими растворителями (кроме парафинов); образует азеотропную смесь с водой ($t_{кип}$=83,6°С). Применяют в качестве растворителя (напр., эфироцеллюлозных лаков, виниловых полимеров), при экстракции ароматических углеводородов, в производстве хлорпикрина, нек-рых взрывчатых веществ и др. Нитрометан – ядовит (ПДК в воздухе рабочих помещений 0,01%).

Нитроглицериновые ТРТ получают смешением его составных частей в виде взвеси в горячей воде («варка» пороховой массы). После отжима влажную массу многократно пропускают через горячие вальцы, превращая ее в «полотно», из к-рого прессованием, экструзией или каландрованием изготовляют так называемые пороховые элементы – пластинки, ленты, «вермишель», трубки с одним или несколькими каналами и т.д. Технология нитроглицериновых ТРТ позволяет легко получать для ракетных двигателей цилиндрические заряды («шашки») больших (до 1 м в диаметре) размеров.

ОКИСЛЯЕМОСТЬ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК – см. *Стабильность против окисления пластичной смазки*.

ОКИСЛЯЕМОСТЬ СОТС приводит к существенному ухудшению качества СОТС. За счет ускорения срабатываемости присадок и накопления продуктов окисления изменяется цвет СОТС и повышается кислотность. Недостаточная химическая стабильность СОТС обусловливает их быстрое окисление, в результате образуются растворимые и нерастворимые в масле органические кислоты, смолы, асфальтены и др. В продукте появляются осадки в виде шлака и шлама, а также агрессивные вещества, вызывающие коррозию металлов.

Для стабилизации масляных СОТС против окисления наиболее часто используют алкилфенолы и бисалкилфенолы, напр. 4-метил-2,6-ди-*трет*-бутилфенол (ионол) и 4,4-метилен-бис (2,6-ди-*трет*-бутилфенол). Добавка этих присадок в количестве 0,1-0,2% масс. обеспечивает высокие антиокислительные свойства СОТС.

Большинство известных методов оценки химической стабильности смазочных материалов основаны на определении эффекта действия кислорода или воздуха на нефтепродукт при повышенных т-рах в присутствии катализаторов или без них. Все эти методы обладают недостатком: условия испытания на стабильность не соответствуют условиям применения нефтепродуктов. Напр. кратковременные (10-14 ч) испытания непригодны для оценки потенциальной многодневной работоспособности масла в системах охлаждения станков и смазочных системах.

ОКСИГЕНАТ – кислородсодержащее органическое соединение, к-рое можно использовать как топливо или добавку к топливу (напр. различные спирты и простые эфиры) (ГОСТ Р 52256, ASTM D 5845–95). Определение МТБЭ, ЭТБЭ, ТАМЭ, ДИПЭ, метанола, этанола и трет-бутанола проводится методом инфракрасной спектроскопии.

ОКСИГЕНАТНОЕ ТОПЛИВО – моторное топливо, в состав к-рого с целью улучшения его эксплуатационных свойств, экономии нефти, снижения количества вредных выбросов вовлечены кислородсодержащие соединения – спирты, простые эфиры.

ОКСИДНАЯ ЗОЛЬНОСТЬ – см. *Зольность оксидная*.

ОКТАНОВОЕ ЧИСЛО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ – см. *Распределение октанового числа по фракциям*.

ОКТАНОВОЕ ЧИСЛО – показатель *детонационной стойкости* бензина. Испытуемый бензин сравнивают с эталонными топливами по их способности вызывать детонацию в двигателе. Эталонные топлива получают смешением двух индивидуальных углеводородов. Один из них – изооктан – детонирует только при высокой степени сжатия, его детонационная стойкость принята равной 100 ед. Другой углеводород – *н*-гептан с низкой детонационной стойкостью, условно принятой за ноль. При смешении изооктана и *н*-гептана в различных пропорциях получают эталонные топлива с различными антидетонационными свойствами. О.ч. испытуемого бензина – процентное содержание изооктана в эталонном топливе, к-рое по своим антидетонационным свойствам равнозначно испытуемому бензину. В зависимости от метода определения различают О.ч. по исследовательскому и моторному методам (лабораторные методы определения на одноцилиндровом двигателе), а также О.ч. фактическое и дорожное (стендовые и дорожные методы определения на полноразмерных двигателях). Для характеристики детонационных свойств компонента в товарном бензине служит понятие смесевого октанового числа.

О.ч. по исследовательскому методу (ГОСТ 8226, ASTM D 2699, ISO 5164) – определяется только для автобензинов. При определении О.ч. испытуемого бензина на стандартных одноцилиндровых установках типа УИТ и GFR степень сжатия повышают до появления детонации заданной интенсивности. Затем на этом же двигателе и при тех же условиях подбирают эталонное топливо, детонирующие с той же интенсивностью. О.ч. испытуемого бензина будет соответствовать процентному содержанию изооктана в подобранном эталонном топливе. При оценке октановых чисел выше 100 ед. в качестве эталонных топлив используют изооктан с повышенной за счет различных концентраций антидетонатора детонационной стойкостью. Испытания проводят при работе установки, моделирующей режим разгона автомобиля.

О.ч. по моторному методу (ГОСТ 511, ASTM D 2700, ISO 5163) – определяется для авто- и авиабензинов аналогично исследовательскому методу, но при условиях, соответствующих работе двигателя в жестких теплонапряженных режимах (повышенные нагрузки и частота вращения коленчатого вала двигателя).

О.ч. по моторному методу, как правило, ниже, чем по исследовательскому. Разность значений ОЧи и ОЧм называют **чувствительностью бензина.** Она характеризует изменение детонационной стойкости в зависимости от режима работы двигателя.

Соответствие О.ч. бензина, определенного одним из лабораторных методов, его фактической детонационной стойкости в дорожных условиях определяется стендовыми (на двигателе) и дорожными (на автомобиле) детонационными испытаниями (ГОСТ 10373). Они предназначены для квалификационной оценки серийных двигателей или для исследований нек-рых параметров их работы.

О.ч. фактическое – см. *Дорожные и стендовые детонационные испытания автобензина.*

О.ч. дорожное – см. *Дорожные и стендовые детонационные испытания автобензина.*

О.ч. смесевое – расчетный (по закону аддитивности) показатель детонационной стойкости отдельного компонента в бензине. Смесевое О.ч. можно рассчитывать, исходя из октановых чисел, определенных моторным и исследовательским методами.

Требование к октановому числу – соответствие детонационной стойкости бензина особенностям регулировочных параметров и конструкции двигателя. Мера оценки – наименьшее значение О.ч. эталонного топлива (смеси изооктана с

О-9. Октановые числа компонентов товарного бензина

Компоненты	ОЧм	ОЧи
Бутановая фракция	89	94
Изобутановая фракция	97	101
Изопентановая фракция	90	93
Пентоамиленовая фракция	87	90
Изогексановая фракция	82	80
Газовый бензин	86	89
Бензин прямой перегонки:		
НК-62°С	75	76
60-180°С	43,5	45
НК-180°С	46	47,5
Бензин риформинга:		
мягкого режима	76	83
нормального режима	80	90
жесткого режима	85	95
Бензин термического крекинга	76	83
Бензин каталитического крекинга	80	88
Алкилбензин	90	92
Бензин гидрокрекинга	71-84	75-86
Бензин пиролиза	78-86	92-99
Димеры пропилена	80	95

О-10. Октановые числа индивидуальных углеводородов, входящих в состав бензиновых фракций

Углеводороды	ОЧм	ОЧи
1	2	3
Парафиновые		
н-Бутан	90,1	93,6
Изобутан	99,0	101,0
н-Пентан	61,9	61,7
2-Метилбутан	90,3	93,3
2,2-Диметилпропан (неопентан)	80,2	85,5
н-Гексан	26,0	24,8
2-Метилпентан (изогексан)	73,5	73,4
3-Метилпентан	74,3	74,5
2,2-Диметилбутан (неогексан)	93,4	91,8
2,3-Диметилбутан	94,3	101,7
н-Гептан	0	0
2-Метилгексан (изогептан)	46,6	42,4
3-Метилгексан	55,0	52,0
3-Этилпентан	69,3	65,0
2,2-Диметилпентан	95,6	92,8
2,3-Диметилпентан	88,5	91,1
2,4-Диметилпентан	83,8	83,1
3,3-Диметилпентан	86,6	80,8
2,2,3-Триметилбутан (триптан)	102,0	105,7
н-Октан	-17*	-19*
2-Метилгептан	23,8	21,7
3-Метилгептан	35,0	26,8
4-Метилгептан	39,0	26,7
3-Этилгексан	52,4	33,5
2,2-Диметилгексан	77,4	72,5
2,3-Диметилгексан	78,0	71,3
2,4-Диметилгексан	69,9	65,2
2,5-Диметилгексан	55,7	55,5
3,3-Диметилгексан	83,4	75,5
3,4-Диметилгексан	81,7	76,3
2-Метил-3-этилпентан	88,1	87,3
3-Метил-3-этилпентан	88,7	80,8
2,2,3-Триметилпентан	100,3	104,5
2,2,4-Триметилпентан (изооктан)	100,0	100,0
2,3,3-Триметилпентан	99,4	104,0
2,3,4-Триметилпентан	95,9	101,3
2,2,3,3-Тетраметилбутан	103,0	106,9
2,2,3,4-Тетраметилпентан	95,5	101,5
2,2-Диметил-3-этилпентан	99,5	108,7
2,4-Диметил-3-этилпентан	96,6	103,8
Изодекан	92,4	113,0
Нафтеновые		
Циклопентан	87,0	101,0
Метилциклопентан	80,0	91,3
Этилциклобутан	63,9	41,1
Этилциклопентан	61,2	67,2
Изопропилциклопропан	76,2	81,1
Диметилциклопентаны	76,9	84,2
н-Пропилциклопентан	28,1	31,2
Изопропилциклопентан	76,2	81,1
Изобутилциклопентан	28,2	33,4
Циклогексан	77,2	83,0
Метилциклогексан	71,1	74,8
Этилциклогексан	40,8	46,5
цис 1,2-Диметилциклогексан	78,6	80,9
транс 1,2-Диметилциклогексан	78,7	80,9
цис 1,3-Диметилциклогексан	71,0	71,7
транс 1,3-Диметилциклогексан	64,2	66,9
цис 1,4-Диметилциклогексан	68,2	67,2
транс 1,4-Диметилциклогексан	62,2	68,3
н-Пропилциклогексан	14,0	17,8
Изопропилциклогексан	61,1	62,8

Окончание табл. О-10

1	2	3
Изобутилциклогексан	28,9	33,7
1-Метил-4-изопропилциклогексан	60,5	67,3
1,1,3-Триметилциклогексан	82,6	81,3
Пропилциклопентан	28,1	31,2
Декалин	38,0	44,0
Тетралин	65,0	69,0
Ароматические		
Бензол	108,0	115,0
Толуол	109,0	120,0
п-Ксилол	109,6	116,4
м-Ксилол	103,0	108,0
о-Ксилол	100,0	100,0
Этилбензол	97,9	102,6
Изопропилбензол	99,3	108,0
н-Пропилбензол	98,7	105,1
н-Бутилбензол	95,3	102,0
1-Метил-3-этилбензол	100,0	109,0
Олефиновые		
Пентен-1	77,1	90,9
Пентен-2	80,0	93,7
Циклопентен	69,7	93,3
1-Этилциклопентен	72,0	90,3
2-Метилбутен-2	84,7	97,3
Гексен-2	78,0	89,0
Циклогексен	73,0	85,0
2,4,4-Триметил-1-пентен	86,0	98,0
2-Метил-1-бутен	81,9	103,0
Октен-1	34,7	28,7
Октен-2	55,5	60,0
Октен-3	68,1	72,5
Октен-4	74,3	73,3
Нонен-1	-	20,0
2-Метилоктен	98,0	-

*Данные расчета

н-гептаном), при к-ром двигатель работает без детонации в стандартных условиях испытаний.

Октановые числа бензинов зависят от их компонентного и углеводородного состава (**табл. О-9, О-10**).

ОЛЕОФИЛЬНЫЙ ГРАФИТ получают диспергированием в коллоидной мельнице в условиях, исключающих контакт с воздухом, с последующей олеофилизацией поверхности органическими соединениями. Удельная поверхность О.г. более 20 м²/г. Для получения смазок требуется 5-20% масс. О.г.

ОЛЕФИНЫ (алкены, непредельные или ненасыщенные углеводороды) C_nH_{2n} – углеводороды, содержащие в молекуле на два атома водорода меньше, чем соответствующие парафины, имеют одну двойную связь

ОЛИГОБУТЕНЫ – синтетические углеводороды, получаемые олигомеризацией изобутилена. Поскольку скорости реакции олигомеризации изобутилена на несколько порядков выше скоростей олигомеризации α-олефинов, технологически этот процесс осуществляют в растворе изобутана или бутана при низких положительных т-рах в автоклавных или струйно-трубчатых реакторах при давлении до 1,2 МПа. В качестве катализаторов олигомеризации изобутилена используют комплексы $AlCl_3$ и BF_3. Молекулярно-массовое распределение О. имеет тенденцию к увеличению доли олигомеров с более высокой среднечисловой ММ при увеличении концентрации катализатора в реакционной смеси и при снижении т-ры реакции. В целом процесс получения О. подобен технологии синтеза ПАОМ без процесса гидрирования. Стадии нейтрализации продуктов олигомеризации и ректификации с отбором легких углеводородов осуществляют под давлением. В отличие от ПАОМ О. представляют собой ненасыщенные углеводородные жидкости. О. имеют разнообразное молекулярно-массовое распределение – их среднечисловая ММ варьируется в зависимости от условий синтеза от нескольких сотен до десятков тысяч. Соответственно О. обладают и весьма широким спектром вязкостных свойств – от десятков до сотен мм²/с при 100°С. Среднечисловая ММ О. составляет 800–1500, вязкость при 100°С – 12-30 мм²/с, индекс вязкости 100-110, т-ра застывания (–34…–28)°С. Наиболее характерное свойство О. – исключительно высокая липкость (адгезия) к различным поверхностям. Благодаря этому они широко используются как пропиточные жидкости в производстве конденсаторов, как компоненты индустриальных, в т.ч. редукторных, масел для редукторов тяговых передач тепловозов. Ненасыщенный характер О. является основной причиной повышенной склонности их к окислению в условиях хранения и эксплуатации, поэтому О., как правило, ингибируются антиокислительными присадками. О. со среднечисловой ММ выше 5000 применяются в качестве недорогих модификаторов вязкости. Недостатком О. как присадок-модификаторов вязкости является их невысокая термическая и механическая стабильность в условиях высоких скоростей сдвига, вследствие чего макромолекулы О. разрушаются, изменяются их строение и физико-химические свойства; вязкость загущенных масел при этом уменьшается. О. со среднечисловой ММ=800–1000 используются в качестве сырья для синтеза сукцинимидных присадок к моторным маслам.

ОЛИГОКОНДЕСАЦИЯ – та же реакция, что и *олигомеризация*, но сопровождающаяся выделением какого-либо низкомолекулярного соединения (H_2O, HCl).

ОЛИГОМЕР – продукт *олигомеризации* (*олигоконденсации*) *мономера*, занимающий по ММ и реологическим свойствам промежуточное положение между мономером и полимером; олигомеры – это полимеры с малой степенью полимеризации. Большинство олигомеров имеет ММ от 500 до 5000 и по фазовому состоянию являются жидкими веществами, в то время как все полимеры, за редким исключением, – твердые тела.

ОЛИГОМЕРИЗАТ – первичный продукт олигомеризации мономеров, содержащий непрореагировавший мономер, катализатор, нецелевые олигомеры и побочные продукты реакции.

ОЛИГОМЕРИЗАЦИЯ – частный случай *полимеризации*, приводящий к получению олигомера, т.е. все процессы получения олигомеров называются О.

ОЛИГОМЕРИЗАЦИЯ C_3, C_4-ОЛЕФИНОВ НА ЦЕОЛИТНЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ – процесс, используемый для производства высокооктанового компонента автобензинов из отходящих газов установок каталитического крекинга.

Технология компаний «Бадгар» и «Мобил» (США) предусматривает полимеризацию олефинов – этилена, пропилена и бутиленов – на цеолитном катализаторе ZSM-5 в реакторе с псевдоожиженным слоем катализатора (**рис. О-16**).

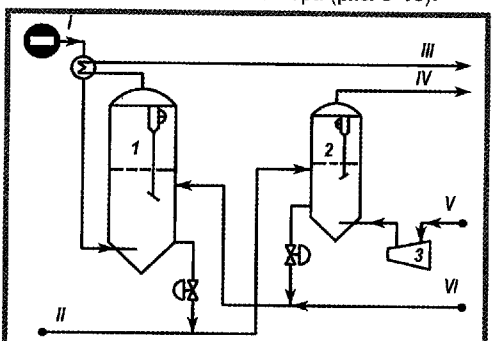


Рис. О-16. Схема установки олигомеризации олефинов по технологии компаний «Бадгар» и «Мобил» (производительность 75 тыс. т/год полимербензина из отходящих с установки каталитического крекинга олефинсодержащих газов):

1 – реактор; *2* – регенератор; *3* – компрессор.

Потоки: *I* – газ каталитического крекинга; *II* – газ на ожижение; *III* – продукты реакции; *IV* – газ в регенератор каталитического крекинга; *V* – воздух; *VI* – воздух на ожижение

Смесь углеводородов, включающая этилен, пропилен и бутилены, превращается в реакторе *1* с псевдоожиженным слоем цеолитного катализатора ZSM-5 в углеводороды C_{5+}. Для поддержания активности катализатора на достаточно высоком уровне происходит его непрерывная циркуляция через регенератор *2*. Воздух для регенерации катализатора подается компрессором *3*. Отходящие из регенератора газы направляются в регенератор установки каталитического крекинга. Схема узла выделения бензина и сжиженного газа может меняться в зависимости от состава продуктов реакции и способа интеграции с существующими установками. Давление в реакторе определяется гидравлическим сопротивлением системы газоразделения. Продуктами установки является сжиженный газ (34% масс. – изобутан) и высокооктановый бензин (ОЧм – 82÷85, ОЧи – 95÷98).

Технология высокотемпературной олигомеризации ООО «САПР-Нефтехим» – отечественная технология превращения отходящих олефинсодержащих газов каталитического крекинга C_3, C_4 (после извлечения изобутилена) в компонент высокооктанового бензина. Процесс проводят при давлении до 2,1 МПа и т-ре до 450°С на стационарном слое цеолитсодержащего катализатора ОБ-2. Основа катализатора – высококремнистый цеолит группы пентасилов ЦВМ в металлзамещенной форме. Межрегенерационный пробег катализатора 350-550 ч, поэтому установка имеет два реактора: один работает в режиме реакции, а во втором катализатор регенерируется при т-ре до 510°С. Катализатор выдерживает не менее 20 регенераций (срок службы – 1,5 года). Процесс чувствителен к таким примесям в сырье, как сера, щелочь (полное отсутствие), органические основания, диеновые углеводороды и вода. Конверсия олефинов составляет 90-98%.

Получаемый компонент бензина характеризуется ОЧи 92–96 и ОЧм 81,5–82,5. Содержание смол достигает 5 мг/100 мл, олефинов 45-55% масс., ароматических углеводородов 2-7% масс., в т.ч. бензола 0,1-0,2% масс.

ОЛИГОМЕРИЗАЦИЯ ФРАКЦИЙ C_3, C_4 В ПРИСУТСТВИИ ГОМОГЕННЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ – процесс, разработаный и внедреный в промышленности зарубежными компаниями Axens (Франция) и Bayer (Германия).

Процесс ***«Димерсол» компании Axens*** – это димеризация легких олефинов (этилен, пропилен, *н*-бутен) в присутствии растворенного каталитического комплекса (металлоорганических соединений). Главные области применения:

- димеризация пропилена с получением высокооктанового, низкокипящего компонента бензина;
- димеризация *н*-бутена с получением октенов для синтеза пластификаторов.

Сырье – пропан-пропиленовая фракция с установок каталитического крекинга и бутан-бутиленовая фракция после извлечения из нее бутадиена и изобутилена. Димеризацию проводят в жидкой фазе, при т-ре, близкой к нормальной, и в присутствии растворенного каталитического комплекса, разрушаемого при выходе из реактора аммиачной водой. Катализатор не регенерируется. Используется один или несколько реакторов, соединенных последовательно. После очистки от катализатора продукт разделяют обычным

способом. Продукты димеризации (бензиновая фракция) имеют ОЧи=96 и ОЧм=81, хорошую испаряемость. Мощность установок «Димерсол» по сырью 100 тыс. т/год.

Процесс ***компании Bayer*** – олигомеризация 99% изобутилена, содержащегося в бутан-бутиленовой фракции, в присутствии гомогенного катализатора (1% на сырье) при т-ре около 100°С и давлении 2,0 МПа. Катализатор после отделения продукта центрифугированием возвращается в процесс, и расход его составляет 0,01% на сырье. Основной продукт – диизобутилен с примесью содимера *н*-бутиленов. ОЧи диизобутилена составляет 100, ОЧм=89, а после гидрирования соответственно 99 и 101. Мощность установки 100 тыс. т/год.

ОЛИГООРГАНОСИЛОКСАНЫ – кремнийорганические соединения, в к-рых атомы кремния связаны между собой через атомы кислорода. О. синтезируют путем олигоконденсации смеси мономеров – органохлорсиланов, являющихся производными четыреххлористого кремния, в к-ром один или несколько атомов хлора замещены органическими радикалами. В соответствии с количеством кремнийкислородных связей, образующихся при конденсации, органохлорсиланы могут быть монофункциональными R_3SiCl, дифункциональными R_2SiCl_2 и трифункциональными $RSiCl_3$.

Олигоконденсацию органохлорсиланов осуществляют методом гидролиза, при реакции активно выделяется HCl:

$$(R_3SiCl)_2+(R_2SiCl_2)_n+(n+2)H_2O \rightarrow$$
$$\rightarrow R_3Si–(O–SiR_2)_n–O–SiR_3+2nHCl.$$

При гидролитической олигоконденсации наряду с целевыми олигоорганосилоксанами в реакционной массе всегда присутствуют олигомеры, содержащие гидроксильную группу $R_3Si(OSiR_2)_nOH$, гексаорганодисилоксаны $(R_3Si)_2O$ и олигоорганоциклосилоксаны $(R_2SiO_2)_n$. Для завершения конденсации продукт гидролиза подвергают каталитической перегруппировке в присутствии активированных природных алюмосиликатов или макропористых катионообменных смол.

В качестве R используются алифатические, ароматические и галоидуглеводородные радикалы. Нередко для проведения реакции гидролиза в реакционную среду вводят агенты, активно поглощающие выделяющийся HCl, напр. пиридин. О. могут быть как линейными, так и разветвленными. Для получения разветвленных О. в реакционную массу добавляют трифункциональные органохлорсиланы:

$$(R_3SiCl)_4+(R_2SiCl_2)_n+RSiCl_3 \rightarrow$$
$$\rightarrow R_3Si–(O–SiR_2)_{n-m}–O–SiR–O–SiR_3+2nHCl$$
$$\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad |$$
$$\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad O$$
$$\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad |$$
$$R_3Si–(O–SiR_2)_{m-1}–O–SiR_2–O–SiR_3.$$

При гидролитической олигоконденсации образуются олигомеры с различным ММР. В зависимости от средней степени олигоконденсации, строения органического радикала и степени разветвленности существенно разнятся и свойства О.

Реакцию олигоконденсации осуществляют в герметичных автоклавных реакторах, внутренние поверхности к-рых выполнены из кислотоупорных материалов. Наиболее важным при синтезе О. является сохранение чистоты мономеров, предохранение их от попадания атмосферной влаги. Процесс ведут при невысоких т-рах. Продукт гидролитической конденсации отделяют от образовавшейся соляной кислоты, подвергают термической десорбции, далее нейтрализуют, промывают от следов HCl, затем проводят реакцию перегруппировки оксиорганосилоксанов, гексаорганодисилоксанов и олигоорганоциклосилоксанов при 120-130°С в присутствии катионита КУ-23, и перегоняют в вакууме для выделения легкокипящих побочных фракций, дистиллятных и остаточных О. Готовые О. затаривают в бочки, алюминиевые фляги или 20-литровые бидоны.

Среди О. наиболее широко применяются олигометилсилоксаны $R=CH_3$ (ПМС), олигоэтилсилоксаны $R=C_2H_5$ (ПЭС) и олигометилфенилсилоксаны $R=CH_3$, C_6H_6 (ПФМС).

О. характеризуются высокой термической стабильностью, к-рая обусловлена наличием группировки Si-O-Si; они стойки к окислению до 200-250°С длительно и до 300-350°С (некоторые до 450°С) кратковременно. Стойкость О. к окислению возрастает с увеличением в их структуре количества фенильных радикалов.

Наряду с этим О. обладают уникальными реологическими свойствами – равновязкие при 100°С с другими синтетическими маслами О. имеют при низких отрицательных т-рах на один-два порядка меньшие значения вязкости.

О-11. Основные свойства олигоорганосилоксанов

Название жидкости	Вязкость при 20°С, мм²/с	Т-ра вспышки, °С	Т-ра застывания, °С
ПМС-5	5	130	-68
ПМС-10	10	180	-68
ПМС-25	25	215	-66
ПМС-10р	10	170	-125
ПМС-20р	20	200	-115
ПМС-200А	1000	250	-60
ПЭС-3	14-17	125	-110
Жидкость № 7	44-49	195	-100
ПЭС-5	200-500	260	-96
ФМ-5 (6)	16	250	-120
Сополимер-3 (20)	230-400	325	-60
ПФМС-4 (53)	600-1000	335	-20

Примечание. В скобках указано содержание C_6H_5-групп на молекулу

Кратность увеличения вязкости у О. в интервале от –50 до +50°С колеблется в пределах 5-15 раз, в то время как у наиболее высокоиндексных ПАОМ и сложных эфиров она больше в 100 раз. Физико-химические свойства некоторых О. приведены в **табл. О-11.**

Олигометилсилоксаны маркируются ПМС с цифровыми индексами, характеризующими вязкость при 20°С, к-рая колеблется в широком интервале: от единиц до 10^6 мм²/с. Олигометилсилоксаны с разветвлением в молекулярных цепях (ПМС-10р, ПМС-20р и др.) по основным физико-химическим свойствам аналогичны жидкостям ПМС той же вязкости, но отличаются от них более низкими т-рами застывания.

Олигоэтилсилоксаны маркируются ПЭС; их получают гидролитической конденсацией этилэтоксисиланов, к-рую проводят в избытке разбавленной HCl. В остальном технология синтеза аналогична вышеописанной. Отличительной особенностью ПЭС является их неограниченная растворимость в углеводородах, в том числе минеральных и синтетических маслах; смеси ПЭС с ПАОМ обладают разнообразными сочетаниями реологических характеристик, что позволяет получать основы с необходимыми вязкостными свойствами. Введение ПЭС в составы смазочных материалов способствует значительному снижению вязкости при низких т-рах.

Олигометилфенилсилоксаны маркируются ПФМС; ПФМС с низким содержанием фенильных групп имеют хорошие низкотемпературные свойства. С увеличением числа C_6H_6-групп т-ра застывания ПФМС повышается.

Олигометил-, олигоэтилсилоксановые масла обладают невысокой смазывающей способностью. Напр., работоспособность ПЭС в условиях вибрации в несколько раз меньше, чем у ПАОМ. При увеличении длины углеводородного радикала, связанного с атомом кремния, до C_8-C_{16} смазывающая способность О. повышается, однако, при этом ухудшаются низкотемпературные свойства. Некоторые олигометилфенилсилоксаны проявляют повышенную смазывающую способность по отношению к парам трения сталь-бронза. Улучшенными трибологическими характеристиками обладают также олигохлор- и олигофторорганосилоксаны.

По отношению к большинству уплотнительных материалов О. инертны. ПМС, ПЭС и ПФМС обладают высокими диэлектрическими свойствами и низкой упругостью паров. О. практически незаменимы, когда требуется жидкость с исключительно малым давлением насыщенных паров и высокой подвижностью при низких т-рах.

О. нашли широкое применение в качестве основ и компонентов высокотемпературных авиационных и гидравлических масел, амортизационных и демпфирующих жидкостей, приборных масел, вакуумных масел для диффузионных насосов, масел для холодильной и криогенной техники, хладоносителей, теплоносителей, тормозных жидкостей класса DOT 5, а также дисперсионных сред пластичных смазок для наиболее хладо- и термонапряженных узлов трения.

ОМИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ – ограничение скорости электрохимической коррозии омическим сопротивлением (ГОСТ 5272).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРА – процесс выполнения серии операций, регламентированных документом на метод испытаний, в результате к-рых получают значение измеряемого параметра (ГОСТ Р 8.580).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНОЙ СТАБИЛЬНОСТИ ТОПЛИВА НА ПРИБОРЕ ЦИТО-ММ. Метод определения входит в КМКО. Установка представляет собой прямоугольный замкнутый сосуд, заполненный испытуемым топливом. Один из его вертикальных каналов обогревается, другой – охлаждается. Топливо в сосуде циркулирует по контуру под действием термосифонного эффекта, проходя через контрольный фильтр. Сущность метода заключается в определении термоокислительной стабильности топлива по снижению его т-ры в конце канала охлаждения при поддержании постоянной т-ры топлива на входе в фильтр (250°С). Снижение т-ры обусловлено изменением скорости циркуляции топлива из-за забивки пор контрольного фильтра продуктами его окисления. Термоокислительная стабильность топлива характеризуется скоростью забивки контрольного фильтра, представляющей отношение снижения т-ры топлива на выходе из участка охлаждения ко времени испытания (3 ч).

ОРГАНИЧЕСКАЯ СМАЗКА – (*Ндп.* «Смазка с органическим загустителем») (ГОСТ 26098) – пластичная смазка, в к-рой в качестве загустителя использовано органическое вещество.

ОРГАНИЧЕСКИЙ ЗАГУСТИТЕЛЬ – термостабильный, высокодисперсный органический продукт, способный к структурированию в масле благодаря коллоидным размерам своих частиц, а также придающий смазке способность к быстрому тиксотропному восстановлению. К О.з. относятся сажа, уреаты, пигменты, полимерные загустители, а также производные триазина (аммелин, цианурат меламина). Способность их частиц к структурообразованию определяется свойствами их поверхности, к-рая характеризуется высокой физической, химической и энергетической неоднородностью. Используют для получения полимерных, пигментных, полимочевинных, сажевых и др. смазок.

ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ – юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, аккредитованные в установленном порядке для выполнения работ по сертификации. Для проведения работ по обязательной сертификации продукции на соответствие техническим регламентам, аккредитация должна быть проведена в порядке, установленном правительством России.

ОСАДОК НА ПОВЕРХНОСТИ ВАКУУМНОГО БАРАБАННОГО ФИЛЬТРА – см. *Лепешка*.

ОСЕВЫЕ МАСЛА – применяют в железнодорожной технике для смазывания шеек осей колесных пар подвижного состава (вагонов, локомотивов) с подшипниками скольжения. Иногда используют для малонагруженных зубчатых редукторов промышленного образца.

О.м. вырабатывают из неочищенных прямогонных продуктов нефтепереработки без присадок.

О.м. выпускаются по ГОСТ 610 трех марок:

Л – для летнего времени года;

З – для зимнего периода;

С – для применения в условиях Севера.

О.м. вырабатывают из малосернистых нафтеновых или нафтено-парафиновых нефтей, причем «зимнее» и «северное» – из дистиллятных фракций, а «летнее» является смесью дистиллятных фракций и остаточного компонента от прямой перегонки нефти.

Основные физико-химические показатели О.м.: вязкость и т-ра застывания (**табл. О-12**). Это объясняется тем, что О.м. подается к узлам по фитилям и концам подбивочных тканей, играющих роль фитилей. Эта схема смазывания ведет к большому расходу (и перерасходу) О.м.

О-12. Основные свойства осевых масел

Показатели	Л	З	С
Вязкость:			
кинематическая при 50°С, мм²/с	42-60	≥22	12-14
динамическая, Па·с, не более	15 (-10°С)	60 (-30°С)	0,2 (0°С)
Температура, °С:			
вспышки в открытом тигле, не ниже	135	125	125
застывания, не выше	-	-40	-55
Массовая доля, %, не более:			
механических примесей	0,07	0,05	0,04
воды	Следы	0,3	0,1

При замене подшипников скольжения на подшипники качения расход О.м. резко сократится. В настоящее время в некоторых видах осевых колесных пар подвижного железнодорожного состава уже происходит такая модернизация.

В настоящее время разрабатываются новые **всесезонные О.м.**, к-рые будут обладать достаточно высокой вязкостью при 50°С и, в то же время, иметь низкую т-ру застывания.

ОСНОВНОЙ РАЗМЕР ЧАСТИЦ ПОРОШКООБРАЗНОГО УГЛЯ. Для данного класса углей определяется степень измельчения по ГОСТ 4453. Остаток на сите с диаметром ячеек 100 мкм после проведения механического встряхивания в течение определенного времени должен быть не более 5%.

ОСТАТОЧНОЕ ТОПЛИВО (См. *Приложения О-1–О-4*). К О.т. относятся котельное (топочный мазут – М) и судовое (СТ) топлива. Изготовляют из остатков переработки нефти и газоконденсатного сырья: мазутов, гудронов, вакуумных газойлей, крекинг-остатков, экстрактов масляного производства. Помимо этих компонентов в состав товарных топлив вовлекают среднедистиллятные фракции прямой и вторичной перегонки нефти, депрессорные присадки.

Котельное топливо (топочный мазут – М) – топливо для стационарных паровых котлов и промышленных печей. К ним относят топочные мазуты марок 40 и 100, вырабатываемые по ГОСТ 10585.

Судовое топливо (СТ) – топливо для судовых энергетических установок. К ним относят флотские мазуты Ф-5 и Ф-12, вырабатываемые по ГОСТ 10585, топливо моторное ДТ и ДМ для среднеоборотных и малооборотных дизелей – по ГОСТ 1667, маловязкое (дистиллятное) судовое топливо ТМС – по ТУ 38.101567–2005, высоковязкое (остаточное) судовое топливо – по ТУ 38.1011314–2001 и судовые дистиллятные и остаточные топлива – по ТУ 38.401-58-302–2001.

ГОСТ 10585 «Топливо нефтяное. Мазут». В обозначение топочного мазута должна входить марка топлива (40 или 100), вид топлива в зависимости от содержания серы с указанием зольности и т-ры застывания, напр.: «Топочный мазут 40, III вид, зольный, с т-рой застывания до 10°С». В обозначении флотского мазута Ф5 указывается вид топлива в зависимости от содержания серы: «Флотский мазут Ф5, IV вида».

ГОСТ 1667 «Топливо моторное для среднеоборотных и малооборотных дизелей» устанавливает марки топлива: ДТ – для среднеоборотных и малооборотных дизелей; ДМ – для судовых малооборотных дизелей.

ТУ 38.1011314-2001 «Топливо судовое высоковязкое З» устанавливают марки топлива в зависимости от условий его применения: судовое легкое (СЛ) и судовое высоковязкое легкое (СВЛ) для среднеоборотных дизелей; судовое высоковязкое тяжелое (СВТ) для малооборотных дизелей; судовое высоковязкое сверхтяжелое (СВС) для малооборотных дизельных установок и главных паровых котлов. В обозначении указывается

вид топлива в зависимости от содержания серы, напр.: «Топливо судовое высоковязкое Э марки СВТ, вид I, ТУ 38.1011314–2001».

ТУ 38.401-58-302-2001 «Судовые топлива» (ISO 8217) – для судовых энергетических установок – дизелей и котлов. Существуют четыре марки дистиллятного топлива и 15 марок судовых топлив, содержащих остаточные компоненты. Обозначение топлив состоит из группы букв и цифр. Напр.: ИСО-Ф-РМА 10 (ISO–F–RMA 10): аббревиатура ИСО (ISO), Ф (F) – класс нефтяных остатков, Р (R) – остаточное топливо или Д (D) – дистиллятное, область применения М – морское, третья буква обозначения – номер классификации. Число, используемое в марке О.т., соответствует его кинематической вязкости при 100°С. Пример записи судового топлива в технической документации: ТУ 38.401-58-302–2001 «Судовое топливо» (ISO 8217), марка ДМХ.

Свойства О.т. учитывают на стадии разработки и постановки на производство новых топлив, а также в нормативно-технической документации на топливо. К основным показателям качества, определяющим условия применения О.т., относятся вязкость, содержание серы, теплота сгорания, т-ры застывания и вспышки, содержание воды и механических примесей, зольность, коксуемость.

Показатели, по к-рым определяется соответствие топлив требованиям нормативной документации и КМКО для судовых газовых турбин, котлоагрегатов, среднеоборотных и малооборотных дизелей приведены в **табл. Н-3** (см. *Нефтяное жидкое топливо*).

ОСТАТОЧНЫЕ БАЗОВЫЕ МАСЛА-КОМПОНЕНТЫ – см. *Нефтяные базовые масла.*

ОСТАТОЧНЫЕ (неокисленные) НЕФТЯНЫЕ БИТУМЫ – битумы, полученные концентрированием нефтяных остатков путем глубоковакуумной перегонки. Производятся только из высокосмолистых высокосернистых нефтей: венесуэльских (ла Поза), колумбийских (Боррауса-Бермежа), американских (Калифорнийские, Галф-Коуст), тринидадских, мексиканских (Тампико, Пануко, Топила, Эбоано), тяжелых арабских и др. В РФ и СНГ – это ярегские и усинские нефти (Республика Коми), ромашкинские (Татарстан), арланские (Башкортостан), тяжелые ульяновские, оренбургские, удмуртские нефти, нефть месторождения Каражанбас (Казахстан) и др.

Чем выше отношение «асфальтены : смолы», тем лучше свойства и структура битумов. Высокопарафинистые нефти для производства О.н.б. непригодны. Выход битума по этой технологии зависит от природы нефти, содержания асфальтосмолистых веществ и заданных характеристик конечного продукта.

Т-ра сырья (мазута) на выходе из трубчатой печи и на входе в вакуумную колонну не должна превышать 400-420°С во избежание его термического разложения, закоксовывания контактных устройств колонны, а время пребывания продукта в аппарате должно быть минимальным. Остаточное давление при глубоковакуумной перегонке зависит от природы остатка и заданных свойств вырабатываемого остаточного продукта. Обычно давление в зоне питания вакуумной колонны находится в пределах 4,65-9,30 кПа, а в верхней части – около 2,70 кПа. С повышением глубины вакуума и т-ры процесса перегонки т-ра размягчения остатка повышается, пенетрация уменьшается. В процессе вакуумной перегонки в остатке снижается содержание, в первую очередь, парафинонафтеновых, моноциклических затем бициклических ароматических соединений. Содержание полициклических углеводородов, смол и асфальтенов повышается. Для повышения пластичности остаточных битумов и улучшения их низкотемпературных характеристик вакуумную перегонку продолжают до значения показателя «т-ра размягчения» остатка выше требуемого, после чего доводят его до нормы разбавлением нижними боковыми погонами или другими остатками. Глубоковакуумную перегонку осуществляют с подачей как водяного пара, так и испаряющего агента (сухая перегонка). Характерными отличиями остаточных битумов от окисленных являются: относительно высокая плотность; большая твердость при 25°С и большее сопротивление разрыву (при одинаковой т-ре размягчения); высокая чувствительность к изменению т-ры; линейная зависимость растяжимости от т-ры размягчения, большее содержание летучих соединений при одинаковом значении т-ры размягчения. Остаточные битумы в основном характеризуются следующими свойствами и составом:

Плотность, кг/м^3	1,0–1,17
Пенетрация при 25°С, х0,1 мм	150–0
Растяжимость при 25°С, см	15–150
Предел прочности при растяжении при 25°С, Па	$0{,}49\cdot10^5$–$9{,}8\cdot10^5$
Т-ра размягчения, °С	37–120
Т-ра вспышки в открытом тигле, °С	204–315
Т-ра самовоспламенения, °С	235–370
Содержание, % масс.:	
нелетучих	5–40
растворимых в сероуглероде	85–100
неминеральных (нерастворимых) компонентов	0–15
карбенов	До 30
серы	До 10
кислорода	До 2,5
твердых парафинов	0–10
насыщенных углеводородов	25–75
омыляемых соединений	до 0,2

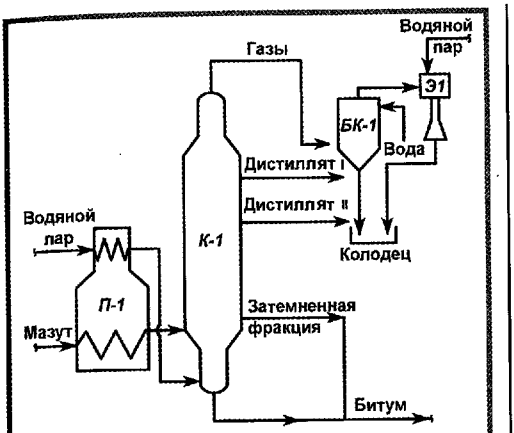


Рис. О-17. Принципиальная схема установки получения остаточных битумов

Принципиальная схема вакуумного блока представлена на **рис О-17.** Конструктивные решения вакуумного блока могут быть самыми разнообразными для решения конкретных технологических задач.

ОТБОР ПРОБ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ – получение представительной по времени и месту отбора пробы нефти и нефтепродукта в условиях ее хранения с целью последующего испытания для определения физико-химических и эксплуатационных свойств продукта. **Представительная проба** – проба, извлеченная из общего объема продукта, содержащая его компоненты в тех же пропорциях, в к-рых они присутствуют в общем объеме продукта. По способу получения представительная проба является или малой порцией продукта, отобранной из выбранной зоны внутри емкости, из к-рой отбирается проба (точечная проба), или обобщенной пробой, полученной смешением точечных проб, отобранных с нескольких уровней емкости, в к-рой содержится продукт. Точечными пробами являются, например, донная проба, ковшовая проба, проба из крана и др. Донную пробу отбирают в нижней точке резервуара, контейнера или линии (трубопровода). Ковшовую пробу получают, поместив ковш или другой собирающий сосуд на участке свободно вытекающего потока продукта, чтобы отобрать определенный его объем из поперечного участка полного потока за равные интервалы времени. Пробу из крана берут из пробоотборного крана, расположенного на боковой стороне резервуара. Пробы нефти и нефтепродуктов отбирают из резервуаров, подземных хранилищ, нефтеналивных судов, железнодорожных и автомобильных цистерн, трубопроводов, бочек, бидонов и других средств хранения и транспортирования. В виду большой разновидности резервуаров и подземных хранилищ различают следующие формы отбора проб:

• из резервуаров – вертикальных, горизонтальных, резинотканевых и траншейного типа;

• из подземных хранилищ шахтного типа, сооружаемых в горных породах с положительной и отрицательной т-рой, из подземных хранилищ в отложениях каменной соли, сооружаемых методом выщелачивания, из ледогрунтовых хранилищ.

Используют два метода отбора проб нефти и нефтепродуктов: ручной и автоматический. Автоматический метод отбора проб применяют, главным образом, на магистральных нефтепроводах. Требования к методу отбору проб регламентированы документом на метод испытаний нефти и нефтепродуктов, что обеспечивает получение достоверных результатов испытаний.

В России действует ГОСТ 2517 «Нефть и нефтепродукты. Методы отбора проб». За рубежом для испытаний нефти и нефтепродуктов используют методы отбора проб по ASTM D 4057, ASTM D 4177, ISO 3170, ISO 3171. В основе стандартов ISO по ручному и автоматическому отбору проб лежат положения соответствующих стандартов ASTM.

ГОСТ 2517 устанавливает процедуры как ручного так и автоматического отбора проб, а также технические средства для их проведения. ГОСТ 2517 не распространяется на сжиженные газы и нефтяной кокс замедленного коксования. Зарубежные стандарты дифференцированы по способам отбора проб. Стандартами ASTM D 4057 и ISO 3170 установлены процедуры ручного отбора проб нефти и нефтепродуктов, ASTM D 4177 и ISO 3170 – процедуры автоматического отбора проб.

Процедуры отбора проб и оборудование для их проведения, указанные в отечественных и зарубежных стандартах, имеют совпадения и различия. Так, описанные в ГОСТ 2517 процедуры ручного отбора проб из бочек, барабанов, бидонов, банок, донной пробы из цистерн соответствуют процедурам ISO 3170. Процедуры автоматического отбора проб из трубопроводов, установленные в ГОСТ 2517, а также требования безопасности соответствуют ISO 3171.

Различия процедур ручного отбора проб главным образом связаны с формированием объединенной пробы из точечных проб и подготовительными операциями перед непосредственным забором пробы. Так по стандартам ASTM и ISO объединенная проба из вертикального резервуара составляется из точечных проб (верхней, средней и нижней) в соотношении 1:1:1, а по ГОСТ 2517 – в соотношении 1:3:1. По ГОСТ 2517 перед ручным отбором проб из резервуара нефтепродукт должен отстаиваться не менее 2 ч, так как время отстоя зависит от свойств нефтепродуктов и количе-

ства в них воды и механических примесей. В зарубежных стандартах такие требования отсутствуют. Увеличение доли точечной пробы согласно ГОСТ 2517, отобранной из среднего уровня резервуара, при заданном времени отстоя пробы перед отбором не является гарантией представительности объединенной пробы. Различия в процедурах обора проб скажутся на составе пробы, отобранной для испытаний по таким показателям как ДНП, содержание воды, механических примесей и растворимых в воде добавок к топливам. Следовательно, разные способы составления пробы для испытаний могут привести к несопоставимости результатов испытаний.

В стандартах ASTM D 4057 и ISO 3170 (для ручного способа отбора проб) обязательное условие перед введением в действие пробоотборной системы – оценка равномерности распределения потока в точке установки пробозаборника. Там же разработаны специальные методы обработки экспериментальных данных и алгоритмы для их оценки.

Документация по процедурам и схемам отбора проб должна быть доступна не только персоналу, выполняющему отбор, но и персоналу, испытывающему и обрабатывающему результаты испытаний.

Условия и процедуры отбора, транспортирования и хранения образца должны обеспечивать неизменность свойств исходного образца (продукта).

Процедура отбора пробы должна протоколироваться с указанием всех деталей – места, времени, условий отбора, исполнителей, состояния образца, упаковки, маркировки и пр. Последовательность действий должна быть ясна и воспроизводима.

Число проб (образцов), отобранных для испытаний, или их объем (масса), должны быть достаточными для получения статистически представительного результата по отношению к свойствам как образца, так и продукта в целом.

В общем случае пробы должны быть маркированы и идентифицированы с помощью уникального последовательного для каждой пробы кодового номера. Пробы должны быть снабжены этикетками с указанием места, даты и времени отбора, метода отбора (ручного или автоматического) индивидуальных проб и меры вместимости в отношении сложных проб.

Оборудование (технические средства) для отбора проб нефти и нефтепродуктов должно соответствовать требованиям метода отбора (ручного или автоматического), виду продукции и емкости, из к-рой отбирается проба. Применяют аппаратуру разных типов: пробоотборники переносного и стационарного типа, поточные автоматические приборы. В **табл. О-13** приведены аппаратура и технические средства для ручного и автоматического отбора проб по ГОСТ 2517, а в **табл. О-14** –

О-13. Аппаратура и технические средства для ручного и автоматического отбора проб нефти и нефтепродуктов по ГОСТ 2517

Характеристика нефтепродуктов	Хранилище, транспортное средство, тара	Аппаратура и технические средства
Нефтепродукты с ДНП=100 кПа (750 мм рт. ст.) и выше по ГОСТ 1756 (ИСО 3007-99)	Резервуары для хранения нефтепродуктов с повышенным давлением насыщенных паров, нефтеналивные суда, железнодорожные и автомобильные цистерны	Стационарные и переносные пробоотборники, позволяющие проводить герметичный отбор проб и обеспечивающие сохранность качества пробы Пробоотборники типа ПГО по ГОСТ 14921и др. пробоотборные сосуды под давлением
Нефть и нефтепродукты с ДНП не более 100 кПа по ГОСТ 1756 (ИСО 3007-99)	Вертикальные цилиндрические и прямоугольные резервуары (постоянного сечения по высоте)	Стационарные пробоотборники: - сниженный порционный с клапанами по ГОСТ 13196 и перфорированной заборной трубкой; - для отбора точечных проб с трех уровней; - краны на различных уровнях по высоте резервуара (только для нефти) Переносные пробоотборники (металлические, бутылка в металлическом каркасе)
Нефть и нефтепродукты с ДНП не более 100 кПа (750 мм рт.ст.) по ГОСТ 1756 (ИСО 3007-99)	Подземные хранилища в отложениях каменной соли, сооружаемые методом выщелачивания; ледогрунтовые хранилища. Подземные хранипища шахтного типа, сооружаемые в горных породах с попожительной и отрицательной т-рой. Нефтеналивные суда, железнодорожные и автомобильные цистерны, резервуары траншейного типа и горизонтальные цилиндрические. Трубопроводы	Пробоотборные краны, установленные на продуктопроводе в оголовке подземного хранилища Переносные пробоотборники и бутылка в металлическом каркасе Переносные пробоотборники, рекомендуемые для отбора проб из вертикальных цилиндрических и прямоугольных резервуаров Аетоматические или ручные пробоотборники для отбора проб из трубопровода
Жидкие нефтепродукты	Резинотканевые резервуары, бочки, бидоны, бутылки, банки	Пробоотборные трубки

О-14. Технические средства для ручного отбора проб по ASTM D 4057

Характеристика нефтепродуктов	Хранилище, транспортное средство, тара	Технические средства для отбора проб
Жидкости с давлением паров по Рейду 13,8-101 кПа	Резервуары (цистерны) для хранения, судовые (баржевые) резервуары, автоцистерны, ж/д цистерны	Пробоотборник - бутылка
Жидкости с давлением паров по Рейду не более 101 кПа	Резервуары для хранения с кранами для слива	Пробоотборник - трубка или желонка. Пробоотборник для отбора пробы из крана.
Жидкости с давлением паров по Рейду не более 13,8 кПа (донный отбор проб)	Резервуары для хранения с кранами для слива	Пробоотборник для отбора пробы из крана
Жидкости с давлением паров по Рейду не более 101 кПа	Трубопроводы или линии	Пробоотборник для отбора пробы из линии
Жидкости с давлением паров по Рейду не более 13,8 кПа	Резервуары для хранения, суда, баржи Свободно или открыто выгружающийся поток Цистерны, бочки, канистры	Пробоотборник - бутылка Пробоотборник - черпак Пробоотборник - трубка
Жидкости с давлением паров по Рейду не более 13,8 кПа (отбор со дна или желонкой)	Ж/д цистерны, автоцистерны, резервуары для хранения	Пробоотборник - трубка или желонка
Жидкости, в том числе высоковязкие с давлением паров по Рейду не более 13,8 кПа	Свободно или открыто выгружающийся поток, открытые резервуары или котлы, железнодорожные и автоцистерны, бочки	Пробоотборник - черпак
Сырая нефть	Резервуары для хранения, судовые (баржевые) резервуары, цистерны, железнодорожные и автоцистерны, трубопроводы	Автоматический отбор пробы, пробоотборник - желонка, пробоотборник для отбора пробы из крана
Промышленные ароматические углеводороды	Резервуары для хранения, судовые (баржевые) резервуары	Пробоотборник - бутылка
Парафины, твердые битумы и др. размягченные твердые вещества	Бочки, ящики, мешки, коробки	Сверло
Нефтяной кокс, твердые материалы в виде неизмельченных кусков	Грузовые автомобили, контейнеры, мешки, бочки, коробки	Пробоотборник с захватным устройством
Смазки, мягкий парафин, асфальты	Котлы, барабаны, бидоны, трубы	То же
Асфальтовые продукты	Резервуары для хранения, автоцистерны, линии, упаковки	-"-
Эмульгированные асфальты	Резервуары для хранения, автоцистерны, линии, упаковки	-"-

оборудование для отбора проб нефти и нефтепродуктов по ASTM D 4057.

Основные требования к конструкции пробоотборников и правила пользования ими.

1. Переносные пробоотборники для отбора нефти и жидких нефтепродуктов с заданного уровня должны иметь крышки или пробки, обеспечивающие их герметичность и легко открывающиеся на заданном уровне.

2. Вес переносного пробоотборника должен быть достаточным, чтобы обеспечить его погружение в нефть или нефтепродукт.

3. Пробоотборник осматривают перед каждым отбором пробы. На нем не должно быть трещин. Пробки, крышки, прокладки не должны иметь дефектов, нарушающих его герметичность. Переносные пробоотборники, пробосборники, пробоприемники, трубки, щупы и пр. перед отбором проб нефти или нефтепродукта должны быть чистыми и сухими.

4. Инвентарь для отбора и хранения проб жидких нефтепродуктов после применения следует обработать моющим веществом или сполоснуть неэтилированным бензином; промытый инвентарь необходимо высушить и хранить в защищенном от пыли и атмосферных осадков месте.

5. Пробоотборник ручного отбора проб из трубопровода должен содержать пробозаборное устройство, запорное устройство, пробосборник (пробоприемник). Пробозаборное устройство должно быть достаточно прочным, чтобы выдерживать изгибающие моменты при максимальной скорости потока в трубопроводе, противостоять вибрации, а также создавать минимальное возмущение потока в трубопроводе. В зависимости от привода запорного устройства применяют автоматические и ручные пробоотборники. Запорное устройство представляет собой кран, служащий для перепуска пробы через пробозаборное устройство в пробосборник и приводимый в действие вручную.

В качестве пробосборника, предназначенного для накопления объединенной пробы при автоматическом отборе пробы, применяют сосуды под давлением (закрытые) и атмосферные сосуды (открытые) в зависимости от вида отбираемой нефти или нефтепродукта или выполняемого анализа.

6. Автоматический отбор проб осуществляется с помощью автоматических пробоотборников периодически (через равные промежутки времени) или в зависимости от скорости перекачивания, при этом запорное устройство пробоотбор-

ника должно приводиться в действие с помощью электрического, электромагнитного или пневматического приводов. Для получения заданной пробы через определенные промежутки времени в схеме автоматического пробоотборника применяют регулятор, включающийся в работу одновременно с началом перекачивания.

7. Конструкция пробосборника для отбора проб легкоиспаряющейся нефти или нефтепродукта с ДНП более 40 кПа (300 мм рт.ст.) должна обеспечивать накопление пробы без контакта с воздухом и при том же давлении, что и в трубопроводе.

Существуют стационарные и переносные, термостатические, металлические переносные и другие пробоотборники для испытаний по ГОСТ 2517. Конструкции отечественных и зарубежных пробоотборных систем различаются.

Ручной отбор проб по стандартам ASTM и ISO выполняется импортным оборудованием, в том числе специальными пробоотборными системами.

Перечень конструктивных особенностей отечественных пробоотборников серии ПН для отбора проб по ГОСТ 2517 приведен ниже.

Пробоотборник ПН-1 цельнометаллический латунный, высокий, вместимостью 1 дм³. Предназначен для взятия проб нефти и нефтепродуктов из резервуаров, хранилищ, цистерн с заданной глубины, а также для определения их т-ры и плотности (с помощью ареометра) в месте отбора.

Основные преимущества: возможность определения т-ры и плотности пробы непосредственно на месте пробоотбора; возможность транспортировать пробу в пробоотборнике до места анализа.

Пробоотборник ПН-2 цельнометаллический, латунный, с опрокидывающейся крышкой, вместимостью 0,8 дм³. Предназначен для взятия проб нефтепродуктов из резервуаров, емкостей, железнодорожных и автоцистерн с заданной глубины.

Основные преимущества: высокая надежность при отборе проб с заданного уровня; возможность пробоотбора легковоспламеняющихся и коррозионно-активных жидкостей.

Пробоотборник ПН-3 цельнометаллический, латунный, с опрокидывающейся крышкой, вместимостью 0,4 дм³. Предназначен для взятия точечных проб нефтепродуктов из резервуаров, емкостей, железнодорожных и автоцистерн с заданной глубины.

Основные преимущества те же, что и у ПН-2.

Пробоотборник ПН-5 цельнометаллический, латунный, донный. Предназначен для отбора донных проб нефтепродуктов из резервуаров, емкостей.

Основные преимущества: возможность пробоотбора легковоспламеняющихся и коррозионно-активных жидкостей; удобство в эксплуатации, очистке и транспортировании.

Пробоотборник ПН-8 (аналог пробоотборника ПН-2) из коррозионно-стойкой стали вместимостью 1 дм³. В нем изменена конструкция крышки – вместо поворотной используется запорная крышка, к-рая легко открывается при достижении заданной глубины.

Основные преимущества: удобен и прост в работе; отсутствие переплетения тросов во время работы, больший объем пробы.

ОТКАЗ МОТОРНОГО МАСЛА – переход масла из работоспособного состояния в неработоспособное. О.м.м. может быть внезапным, постепенным, самоустраняющимся (сбой). Внезапные О.м.м. обычно связаны с неисправностями двигателей. Постепенные отказы, при к-рых предельное состояние наступает в результате закономерных изменений свойств масла в процессе старения, чаще связаны с уровнем свойств и условиями применения масла. Сбой – кратковременный отказ, самоустраняющийся в процессе обычной работы. Примером сбоя может служить *разжижение масла топливом* при холодных пусках двигателя, устраняемое при прогреве масла и испарении бензиновых фракций.

ОТКАЗ МОТОРНОГО МАСЛА ЗАВИСИМЫЙ – отказ, обусловленый неисправностью систем, агрегатов или деталей двигателя. Статистика *отказов моторных масел* показывает преобладание О.м.м.з., наступление к-рых мало зависит от свойств масла. Наиболее часто О.м.м.з. связан с попаданием в масло *охлаждающей жидкости*, *разжижением масла топливом*, загрязнением масла абразивом из-за неисправностей воздушного фильтра, сажей из-за нарушений процесса сгорания в дизелях.

ОТКАЗ МОТОРНОГО МАСЛА НЕЗАВИСИМЫЙ – отказ, целиком или преимущественно обусловленный естественными процессами старения моторного масла в исправном двигателе, когда показатели свойств масла достигают предельных значений закономерно.

ОТЛОЖЕНИЯ В ДВИГАТЕЛЕ. Различают несколько видов отложений на деталях двигателей. К высокотемпературным отложениям относятся *лак*, *нагар* и *черный осадок*, к низкотемпературным – *шлам*, состоящий из воды, продуктов *окисления масла* и *неполного сгорания топлива*. Особый вид отложений – *зольные отложения*, состоящие, в основном, из солей и оксидов металлов, входящих в состав присадок к маслу.

ОТЛОЖЕНИЯ ВО ВПУСКНОЙ СИСТЕМЕ – см. *Склонность бензина к образованию отложений.*

ОТЛОЖЕНИЯ НА ВПУСКНОМ КЛАПАНЕ – см. *Склонность бензина к образованию отложений.*

ОТНОШЕНИЕ «ВОЗДУХ-ТОПЛИВО» – показатель *горючести* смеси, характеризующий процесс сме-

сеобразования и сгорания топлива в двигателе. Оценивается как отношение массового расхода воздуха к массовому расходу топлива.

Стехиометрическая горючая смесь – топливовоздушная (рабочая) смесь, содержащая количество воздуха, к-рое соответствует полному сгоранию горючего, т.е. в продуктах сгорания отсутствует непрореагировавший воздух. Стехиометрическое (стандартное) отношение «воздух-топливо» рассчитывается по химической реакции окисления углерода и водорода.

Бедная смесь – отношение «воздух-топливо» больше стандартного.

Богатая смесь – отношение «воздух-топливо» меньше стандартного.

ОТПАРКА – отгонка следов легких фракций от нефтепродукта путем продувки водяным паром.

ОТРАБОТАВШИЕ ГАЗЫ – газы, выпускаемые из цилиндров ДВС в атмосферу через выпускной клапан и выпускной коллектор. Состоят из азота, оксидов углерода и азота, паров воды, несгоревших углеводородов, частиц сажи и кислорода, если содержание воздуха в рабочей смеси больше стехиометрического.

ОТРАБОТАННОЕ МАСЛО – **1.** *Техническое масло*, проработавшее срок или утратившее в процессе эксплуатации качество, установленное в НТД, и слитое из рабочей системы (ГОСТ 26098). **2.** Бывшие в употреблении минеральные или синтетические масла или их смеси, у к-рых вследствие старения настолько изменились химические и физические свойства, что они уже не могут применяться по основному назначению и подлежат смене после выработки установленного срока. К О.м. могут относиться также масла, потерявшие свои исходные свойства во время длительного хранения.

В процессе эксплуатации качество масел подвергается изменениям, характер и глубина к-рых зависят от условий работы в механизмах и свойств самого масла. Причиной ухудшения свойств масел – термическое разложение, окисление, полимеризация, конденсация углеводородов, обугливание, разжижение горючим, загрязнение неорганическими частицами, обводнение и т.д. В результате в них накапливаются смолисто-асфальтеновые соединения, частички сажи, различные соли, кислоты, ПАВ, частицы металлов и окислов. Кроме того, присадки, содержащиеся в маслах, удерживают загрязняющие вещества, попадающие в масло или образующиеся в них в процессе эксплуатации. При разложении присадок образуются грязь и другие примеси, к-рые также попадают в масло и загрязняют его. Эти изменения отражаются не только на цвете масел, но и на других физико-химических свойствах: коксуемость, зольность, кислотность и содержание механических примесей увеличиваются, т-ра вспышки резко понижается, плотность и вязкость могут повышаться, понижаться и оставаться без изменений в зависимости от степени разжижения масла фракциями топлива и от степени окисления масла.

В **табл. О-15** и **О-16** показано изменение физико-химических свойств моторных масел в процессе эксплуатации двигателей и других агрегатов.

О-15. Изменение физико-химических свойств моторных масел при работе в двигателях

Показатели	Масло М-10 $Г_2$		
	свежее	через 120 ч	через 240 ч
Кинематическая вязкость при 100°С, мм²/с	11,17	13,41	19,4
Т-ра вспышки, °С	215	216	219
Щелочное число, мг КОН/г	7,3	4,26	3,56
Кислотное число, мг КОН/г	0	2,36	3,21
Коксуемость, %	1,886	2,826	3,395
Зольность сульфатная, %	1,370	1,526	1,606
Содержание механических загрязнений, % масс.	0,13	1,28	1,56
Содержание железа, % масс.	1,0008	0,0033	0,0052

О-16. Изменение физико-химических свойств моторных масел при работе в гидросистемах и трансмиссиях тракторов

Показатели	Масло М-10 $Г_2$		
	свежее	через 120 ч.	через 240 ч.
Система управления поворотом			
Кинематическая вязкость при 100°С, мм²/с	11,17	10,54	10,66
Т-ра вспышки,°С	215	216	210
Щелочное число, мг КОН/г	7,3	6,74	6,06
Кислотное число, мг КОН/г	0	6,93	1,0
Содержание механических загрязнений, % масс.	0,011	0,036	0,04
Коробка передач			
Кинематическая вязкость при 100°С, мм²/с	11,17	10,89	11,39
Т-ра вспышки, °С	215	221	223
Щелочное число, мг КОН/г	7,3	6,47	6,10
Кислотнов число, мг КОН/г	0	0,89	1,04
Содержание механических загрязнений, % масс.	0,011	0,017	0,028
Промежуточная опора			
Кинематическая вязкость при 100°С, мм²/с	11,17	10,68	10,09
Т-ра вспышки,°С	215	214	216
Щелочное число, мг КОН/г	7,3	6,32	6,12
Содержание механических загрязнений, % масс	0,011	0,013	0,047

О-17. Изменение физико-химических свойств масел для авиационных двигателей

Показатели	МС-8п		МС-20	
	по ОСТ 38.01163-78	отработанное	по ГОСТ 21743	отработанное
Плотность при 20°С, г/см³	не более 0,875	0,862	не нормируется	-
Кинематическая вязкость, мм²/с: при 50°С	не менее 8,0	8,816	-	-
при 100°С	не более 4,0	2,889	не менее 20,5	20,9
Т-ра вспышки в закрытом тигле, °С	не менее 145,0	149	не менее 265	220
Кислотное число, мг КОН/г	не более 0,05	0,07	0,05*	0,10
Содержание ВКЩ, воды, механических примесей, % масс.	отсутствие	0,04	отсутствие	0,98
Т-ра застывания, °С	не выше -55	-58	не выше -18	не опр.

* Показатель не нормируется, взят по данным для свежих масел

О-18. Изменение физико-химических свойств турбинных масел

Показатели	Турбинное масло Т-46		Турбинное масло Тп-46	
	свежее	через 17720 ч	свежее	через 7000 ч
Кинематическая вязкость, мм²/с: при 50°С	43,5-48	47,14	44-48	44,6
при 100°С	8,2	8,67	9,04	8,18
при -10°С	8380	7212	3800	6599
Кислотное число, мг КОН/г	0,55	0,7	0,5	0,27
Скорость дезмульсации, мин	5	более 15	3	10
Зольность, %	0,03	Отс.	0,005	1,013
Т-ра вспышки в открытом тигле, °С	195	211	220	231
Т-ра застывания, °С	-10	-27	-10	-22
Стабильность против окисления по ГОСТ 981: осадок, % (масс.доля)	0,012	0,34	0,008	0,11
кислотное число после окисления, мг КОН/г	0,97	1,06	0,7	0,63

В табл. О-17 и **О-18** приведены данные об изменении качества авиационных и турбинных масел в процессе их эксплуатации.

Резкое ухудшение электроизоляционных свойств трансформаторных масел в процессе эксплуатации связано с попаданием в них воды вследствие негерметичности аппаратуры или при заливе в нее масла. Электропроводность трансформаторного масла резко возрастает с повышением в нем содержания мыл нафтеновых кислот. Т-ра работавшего в трансформаторе масла достигает 65-70°С, а иногда и 90°С. В этих условиях происходит окисление углеводородов масла и образуются нерастворимые продукты и низкомолекулярные водорастворимые кислоты, повышается общая кислотность и число омыления, вязкость и зольность масла, появляются взвеси мелкодисперсных мыл и примесей. Взвешенные частицы мыл и других веществ в значительной степени понижают электроизоляционные свойства масел.

Старение прочих нефтяных масел (трансмиссионных, индустриальных, холодильных, компрессорных, приборных и т.д) также связано с накоплением в них различного рода загрязнений и примесей, отрицательно влияющих на работу двигателей, механизмов и машин, при эксплуатации к-рых используются эти масла.

В последние годы наблюдается тенденция к увеличению содержания воды в отработанных маслах, что является весьма неблагоприятным фактором при оценке отработанных масел как сырья для вторичной переработки (**табл. О-19**) так как в этом случае требуются дополнительные энергетические затраты на ее удаление.

Большая часть отработанных масел в России попадает в окружающую среду из-за отсутствия квалифицированной системы их сбора (особенно у физических лиц) и утилизации. Это весьма губительно отражается на экологии ввиду следующих основных причин:

О.м. характеризуются крайне медленным биоразложением;

содержание канцерогенных многоатомных ароматических веществ в них значительно выше, чем в первичных маслах;

в отработанных индустриальных маслах содержатся канцерогенные нитрозоамины;

в отработанных маслах содержатся такие опасные вещества как свинец, хром, барий и кадмий;

в отработанных маслах присутствуют галогеновые соединения, образующиеся при разрушении присадок. Это особенно характерно при использовании импортных масел и пакетов присадок;

в отработанных маслах могут содержаться не характерные для них другие опасные или токсичные вещества, к-рые попадают в них при смешении с другими отработанными маслами.

О-19. Анализы образцов отработанных масел, отобранных на различных предприятиях

№ образцов	Плотность при 20°С, г/см³	Вязкость при 50°С, мм²/с	Коксуемость, % масс.	Т-ра вспышки в открытом игле, °С	Содержание, % масс.	
					воды	механических примесей
1	0,884	35,59	2,34	143	0,45	-
2	0,885	45,95	1,14	121	Отс.	-
3	0,875	25,59	1,14	101	2	-
4	0,889	43,55	1,11	213	0,5	-
5	0,893	39,94	1,5	154	Отс.	-
6	0,872	46,53	1,45	193	Следы	-
7	0,863	48,58	1,34	199	Следы	-
8	0,922	58,10	-	-	15,0	-
9*	0,880	30,42	1,10	-	6,0	0,47
10*	0,891	32,18	1,80	-	7,0	0,21
11	0,884	52,49	2,59	193	0,5	-
12	0,877	39,76	1,7	165	Отс.	-
13	0,913	122,28	-	211	2,0	0,35
14	0,895	25,07	-	145	1,3	-
15**	0,900	35,9	-	177	15,0	0,45

* Средняя проба из резервуара для сбора отработанных нефтепродуктов емкостью 300 м³;
** Средняя проба из резервуара для сбора отработанных нефтепродуктов емкостью 1000 м³

Экологическая опасность отработанных масел законодательно учтена существующими «Критериями отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей среды» (приказ Министерства природных ресурсов от 15 июня 2001 г. № 511) и «Порядком подтверждения отнесения отходов к классам опасности для окружающей среды» (приказ Министерства природных ресурсов от 24 июля 2001 г. № 07/7483-10 д), в к-рых О.м. классифицируются как отходы и относятся к первым трем классам опасности для окружающей среды.

Управление отработанными маслами в России осуществляется в рамках Закона «Об отходах производства и потребления» №169-ФЗ от 24 июня 1998 г. с изменениями от 29 декабря 2000 г. В Законе определены общие экологические требования, предъявляемые к деятельности, связанной с обращением с отходами, к оборудованию по их переработке и т.д. Однако совершенно не отражены меры по вовлечению отходов производства в экономику в качестве вторичных ресурсов. Таким образом, О.м. не рассматриваются как ценное энергетическое сырье, подлежащее повторной переработке и вовлечению в энергооборот.

Вместе с тем имеющийся ГОСТ 26098 на нефтепродукты отработанные рассматривает О.м. как сырье для переработки и предусматривает требования к качеству масел для сбора и переработки. Однако этот ГОСТ в настоящее время не пригоден для применения, так как О.м. содержат высокое количество воды, к-рое не позволяет определить контролируемые стандартом показатели. Кроме того, в ГОСТе не отражены современные требования к качеству масел с точки зрения содержания тяжелых металлов, отрицательно влияющих на окружающую среду.

Ситуация с О.м., сложившаяся в настоящее время в России, требует пересмотра нормативно-правовой базы по управлению отходами. В качества примера можно привести страны ЕЭС, США, Канаду и др., в к-рых существуют отдельные законодательства по управлению О.м. как ценным энергетическим сырьем (Директива ЕЭС 75/439/EWG об утилизации отработанных масел от 16 июня 1975 г., Законодательство США 40 CFR, part 279, и т.д.).

ОТРАБОТАННЫЕ НЕФТЕПРОДУКТЫ (ГОСТ 26098) – отработанные масла, промывочные жидкости, а также смеси нефти и нефтепродуктов, образующиеся при зачистке средств хранения, транспортирования, извлекаемые из нефтесодержащих вод.

ОХЛАЖДАЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ СОТС – уменьшение тепловыделения в зоне механической обработки металлов под воздействием СОТС. О.д. СОТС основано на законах теплообмена. Нагретые до высоких температур режущий инструмент, заготовка и стружка передают путем конвективного теплообмена смазочно-охлаждающей среде часть теплоты. Кроме того, теплоотвод при резании может осуществляться вследствие теплоотдачи излучением, испарения среды и протекания химических реакций при поглощении тепловой энергии. Теплоотводы, связанные с излучением, испарением и химическими реакциями невелики. Поэтому при оценке охлаждающего действия СОТС ограничиваются рассмотрением конвективного

теплообмена, к-рый зависит главным образом от теплофизических свойств и гидродинамических условий подачи жидкости. На теплообмен наиболее сильно влияют вязкость, теплопроводность, теплоемкость, плотность и смачиваемость СОТС, а также разность температур охлаждаемой поверхности и потока жидкости. Для ряда операций обработки металлов резанием эффективность охлаждающего действия СОТС повышается при подаче жидкости в распыленном состоянии, под давлением или через внутренние каналы в инструменте по сравнению с подачей СОТС свободнопадающей струей.

Во многих случаях О.д. СОТС повышает стойкость режущего инструмента, уменьшает шероховатость поверхности и погрешность размеров изделия, вызываемую термическими деформациями. Однако охлаждение смазочно-охлаждающей средой может иметь и отрицательные последствия. Так, при фрезеровании (прерывистое резание) твердосплавным инструментом с высокой скоростью резания, применение СОТС приводит к значительным колебаниям т-ры режущей части фрезы и уменьшению ее стойкости. Кроме того, интенсивное охлаждение поверхности обрабатываемого изделия приводит, как правило, к возникновению в металле внутренних напряжений растяжения, что ухудшает эксплуатационные свойства изделия.

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ РАБОТЕ С СОТС – система мер, направленная на предотвращение отрицательного воздействия СОТС на природу и здоровье человека. Ключевыми организационными и научно-техническими мероприятиями по О.о.с. являются:

- определение и оценка основных химических, физических и биологических факторов при производстве и применении СОТС, отрицательно влияющих на здоровье людей и их работоспособность;
- оценка потенциальной токсичности СОТС и их канцерогенности;
- установление критериев риска для здоровья работающих с СОТС;
- предупреждение возможных производственных аварий и «аварийных выбросов» при производстве и применении СОТС;
- разработка и внедрение безотходных и малоотходных технологических процессов производства СОТС.
- обезвреживание отработанных СОТС, утилизация и *регенерация*.

Определенную опасность для здоровья персонала представляют бактериальные аэрозоли и продукты термоокислительной деструкции СОТС, к-рые при воздействии на верхние дыхательные пути нарушают защитные барьеры организма. В результате создаются благоприятные условия для развития хронических инфекционных процессов в дыхательной системе. С увеличением в воздухе рабочей зоны содержания масляного тумана, алифатических и др. углеводородов бактериальная загрязненность воздуха возрастает.

В связи с этим на каждом предприятии, применяющем СОТС, должен осуществляться постоянный контроль за составом микроорганизмов, находящихся в СОТС, в воздухе рабочей зоны, на одежде и коже станочников. К СОТС, к-рые подвергаются биопоражению, добавляют бактерицидные присадки.

ОЦЕНКА ВРЕМЕННОЙ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ ЗАКОНСЕРВИРОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ предусматривает проведение испытаний по ГОСТ 9.509 (имитационные испытания) и по приложению Ж ГОСТ Р 9.517 с использованием камер искусственной погоды и холода. Испытания проводят для проверки правильного применения технологии консервации и упаковки по ГОСТ 9.014, а также при сертификации конкретных вариантов *временной противокоррозионной защиты*. Отбор образцов проводят:

- при квалификационных, приемосдаточных и периодических испытаниях законсервированных изделий – по правилам их изготовителя;
- для целей сертификации – методом случайного отбора.

Результаты испытаний считают положительными, если на поверхности изделия не обнаружены следы коррозии, изменение состояния лакокрасочных покрытий; при оценке технических параметров изделия также оценивают наличие отказов из-за коррозии.

ОЧИСТКА ТВЕРДЫХ И ЖИДКИХ ПАРАФИНОВ. Жидкие и твердые парафины, нефтяные церезины подвергают очистке – удаляют красящие вещества (улучшение цвета), нестабильные вещества, ароматические углеводороды, а также некоторые вещества, обладающие запахом.

Полученные парафины-сырцы технических и высокоочищенных твердых парафинов в зависимости от глубины обезмасливания и свойств исходного сырья имеют цвет в пределах от 10 до 16 усл. марок и более. Цвет глубокообезмасленных высокоочищенных твердых парафинов после очистки должен составлять 3-4 усл. марки, а очищенных технических 11-12 усл. марок. Очистку осуществляют кислотно-щелочным, адсорбционным и гидрогенизационным методами. Иногда после основной очистки проводят дополнительную доочистку твердых парафинов перколяционным методом.

Обработка твердых парафинов 95-98%-ной серной кислотой или олеумом – один из старейших методов. Расход кислоты или олеума 0,5-6,0% масс. Т-ра очистки 60-80°С. Кислый твердый парафин нейтрализуют раствором NaOH, Na_2CO_3 или отбеливающей глиной (алюмосиликатным адсорбентом) при 80-85°С. Нейтрализованный твердый парафин тщательно промывают водой. Очистку осуществляют периодически в мешалках, сырье и реагенты тщательно перемешивают сжатым воздухом. Кислый гудрон, щелочные отбросы и промывная вода отделяются отстоем. На некоторых заводах сернокислотную очистку проводят «горячим» методом при 160°С, а очистку озокерита – при конечной т-ре 220°С. Сернокислотная очистка является довольно эффективной – твердые парафины имеют цвет менее 3 усл. марок, характеризуются высокой стабильностью цвета; жидкие парафины содержат после очистки до 0,01-0,5% масс. ароматических углеводородов, при этом заметно возрастает содержание нормальных парафинов.

В России действовали, а за рубежом работают и сейчас установки непрерывной кислотно-щелочной очистки. В них смешение твердых и жидких парафинов и кислоты, кислых парафинов и раствора щелочи, а также промывку водой осуществляют в мешалках с механическим перемешиванием – роторных дисковых контакторах (РДК), а отделение *гудрона кислого*, щелочных отбросов и промывной воды – в электроразделителях.

Недостатками процесса кислотно-щелочной очистки являются загрязнение окружающей среды и образование трудно утилизируемых кислого гудрона и щелочных отбросов. Один из реальных путей использования кислого гудрона – его регенерация путем сжигания.

При **адсорбционной очистке твердых парафинов контактным методом** – крошкой алюмосиликатного катализатора или алюмосиликатным адсорбентом. Расплавленный твердый парафин смешивают с отбеливающей глиной, смесь нагревают до 80-150°С, а затем парафин отделяют от отбеливающей глины на периодически работающих фильтр-прессах. Контактную очистку применяют для твердых парафинов, идущих на технические цели.

При получении высокоочищенных твердых парафинов их после кислотно-щелочной очистки иногда подвергают перколяционной доочистке адсорбентом в стационарном слое. Снизу перколятора подают расплавленное сырье, а сверху выводят очищенный твердый парафин, к-рый после такой очистки имеет цвет ниже 3 усл. марок.

Гидрогенизационную очистку твердых парафинов осуществляют на одном из блоков установки гидроочистки типа Г-24. При гидроочистке твердых парафинов нежелательные его компоненты – соединения, содержащие серу, азот и кислород, под действием водорода, т-ры и катализатора превращаются в сероводород, аммиак и воду и соответствующий углеводород, в результате чего улучшаются цвет, запах, стабильность цвета и уничтожаются канцерогенные полициклические ароматические углеводороды.

Расплавленный парафин-сырец смешивают с водородсодержащим газом (ВСГ) в объемном соотношении «газ:твердый парафин» 600-1000 нм³ на 1 м³ сырья, нагревают в трубчатой печи до 280-325°С и подают в реактор на очистку. Давление в реакторе 3-4 МПа. Объемная скорость подачи сырья 0,5-2,5 $ч^{-1}$. В процессе используют предварительно осерненные алюмомолибденовый, алюмоникельмолибденовый или сульфидвольфрамовый катализаторы. Из реактора катализат проходит ряд сепараторов для отделения ВСГ и углеводородных газов. Циркулирующий ВСГ из сепаратора подвергается очистке моноэтаноламином (МЭА) для удаления сероводорода, сжимается компрессором и подается вновь на смешение с сырьем. Далее катализат проходит стабилизационную колонну для отпарки летучих продуктов реакции. После охлаждения в холодильнике и фильтрации в рамном фильтр-прессе для удаления механических примесей высокоочищенный твердый парафин поступает в резервуары готовой продукции.

Достоинствами процесса является отработанность технологии, высокий выход очищенного твердого парафина (95-99% масс.), небольшой расход водорода (0,15-0,3% масс.) и отсутствие образования вредных побочных продуктов, загрязняющих окружающую среду.

Цвет очищенного твердого парафина зависит не только от технологических показателей гидроочистки, но и от глубины обезмасливания исходного парафина и его т-ры плавления: чем ниже содержание масла в твердом парафине-сырце и ниже т-ра его плавления, тем легче происходит очистка. На промышленной установке при гидроочистке глубокообезмасленного сырья получают твердый парафин с *цветом* ниже 3 усл. марок, при этом из него удаляются канцерогенные полициклические ароматические углеводороды, в частности бенз-α-пирен и получается твердый парафин, безвредный для человека и пригодный для применения в пищевой промышленности.

В составе установок «Парекс» имеется блок олеумной очистки жидкого парафина-сырца от ароматических углеводородов. Очистка ведется олеумом, содержащим 20-30% свободного SO_3. В каскаде реакторов, состоящем из пяти после-

довательно работающих реакторов с мешалками, жидкий парафин контактирует с олеумом. Далее смесь поступает в отстойник, в к-ром гетерогенная смесь разделяется на жидкий парафин и отработанную кислоту – кислый гудрон. Последний вывозят с установки. Жидкий парафин подают в мешалку, где он нейтрализуется 15%-ным водным раствором NaOH. Очищенный жидкий парафин и щелочные отбросы разделяют на две фазы в центробежных сепараторах. В процессе разделения из сырого жидкого парафина, содержащего 98% масс. *н*-парафиновых и 0,7% масс. ароматических углеводородов при расходе олеума 16,2% масс. на сырье, получают продукт, содержащий 99,2% масс. *н*-парафиновых и 0,001-0,02% масс. ароматических углеводородов.

В Италии при выделении жидкого парафина в процессе «Изосив» работает установка очистки его газообразным SO_3. Для этого комовую серу расплавляют и в жидком состоянии подают в печь, где ее сжигают до SO_2. Далее производят каталитическое окисление SO_2 в SO_3, к-рый в газообразном виде подают в ряд последовательно работающих пленочных смесителей, имеющих механические мешалки. Кислый гудрон из смесителей выводится на регенерацию, а очищенный кислый жидкий парафин – на нейтрализацию раствором щелочи.

Фирма ExxonMobil Chemical (США) применяет промышленную технологию выделения и очистки жидкого парафина высокой чистоты из керосинового сырья. Сырье вводят в секцию извлечения: после испарения в печи сырье проходит адсорбер, где в паровой фазе в неподвижном слое адсорбента – цеолита извлекаются *н*-алканы. Затем они десорбируются высокоэффективным *десорбентом – аммиаком*. Десорбент удаляют и *денормализат* поступает на НПЗ для дальнейшей переработки. Применяемый адсорбент очень стоек к соединениям серы, к-рые обычно присутствуют в керосиновом сырье. Он характеризуется длительными циклами работы при общем сроке службы до 20 лет. Во многих случаях можно обойтись без предварительной гидроочистки керосинового сырья. После *десорбции* получают жидкие парафины, пригодные для выработки линейных алкилбензолов.

Для получения жидкого парафина высокой степени очистки его направляют в секцию, где цеолитом в стационарном слое селективно адсорбируются ароматические соединения и другие примеси, к-рые затем десорбируются углеводородным десорбентом. В процессе получают жидкий парафин высокой чистоты (99% масс. *н*-парафиновых и 100 мг/кг ароматических углеводородов) и побочный продукт – компонент реактивного топлива.

ПАВ – см. *Поверхностно-активные вещества*.

ПАОМ – см. Поли-α-олефиновые масла.

ПАРАМЕТРЫ ТРЕНИЯ – триботехнические параметры функционирования узла, к к-рым относятся, прежде всего, нагрузка (давление, контактное напряжение) и частота вращения. Параметры трения определяют режим трения, а также надежность функционирования узла.

ПАРАФИН ЖИДКИЙ (*н-алканы*, *н*-парафины) – прозрачная, бесцветная или слегка желтоватая при комнатной т-ре маловязкая жидкость (**табл. П-1**). Представляет собой смесь, содержащую от 92 до 99,5% масс. *н*-алканов (от C_9H_{20} до $C_{18}H_{38}$) и от 2 до 0,01% масс. ароматических углеводородов, остальные углеводороды изостроения и нафтеновые углеводороды с длинными боковыми цепями, преимущественно нормального строения. П.ж. выкипают от 170 до 350°С. Производят в промышленных условиях из керосиновых и дизельных фракций карбамидной депарафинизацией и адсорбцией цеолитами с последующей очисткой (см. *Парафины жидкие. Производство*). Вырабатывают по различным ТУ в зависимости от требований потребителей, напр. ТУ 38.101686–77 «Парафин нормальный жидкий для производства алкилсульфоната», ТУ 38.101531–85 «Парафин жидкий для производства БВК с установок карбамидной депарафинизации» и др.

П-1. Показатели качества жидких парафинов

Показатели	Метод анализа
Внешний вид	Визуально
Фракционный состав	ГОСТ 2177
Содержание *н*-парафинов	ТУ
Содержание ароматических углеводородов	ТУ
Массовая доля серы	ГОСТ 19121
Массовая доля механических примесей	ГОСТ 6370
Содержание водорастворимых кислот и щелочей	ГОСТ 6307
Т-ра вспышки в закрытом тигле	ГОСТ 6356

Определяют главным образом содержание *н*-парафиновых углеводородов (см. *Содержание н-алканов в жидких и твердых парафинах* и *содержание ароматических углеводородов в жидких парафинах*). При этом применяют различные нестандартные методики, согласованные между производителем и потребителем и входящие в ТУ.

ПАРАФИН МЕДИЦИНСКИЙ – твердый парафин, выпускавшийся ранее для медицинских целей, в частности для парафинолечения.

ПАРАФИН МИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ – см. *Церезин нефтяной*.

ПАРАФИН МЯГКИЙ – твердое пластичное вещество, полученное из дистиллятного сырья с т-рой плавления 45-55°С. Представляет собой концентрат твердых изопарафиновых, нафтеновых и ароматических углеводородов с длинными боковыми цепями преимущественно нормального строения. Содержит менее 50% *н*-парафинов.

ПАРАФИН СПИЧЕЧНЫЙ – неочищенный твердый парафин, выпускавшийся до 1960-х годов для пропитки спичечной соломки для лучшего ее воспламенения при зажигании. В настоящее время для пропитки спичек применяют твердый парафин марки Т.

ПАРАФИН ТВЕРДЫЙ – горючее (т-ра вспышки – не ниже 160°С, т-ра самовоспламенения – не ниже 300°С) при комнатных условиях твердое, кристаллическое, жирное на ощупь, хрупкое вещество от белого до желтоватого цвета с т-рой плавления 45-65°С и ММ – 300÷450. Представляет собой смесь твердых углеводородов метанового ряда преимущественно нормального строения (82-92% масс. *н*-алканов от $C_{16}H_{34}$ до $C_{38}H_{78}$) и 0,1-5% масс. ароматических углеводородов, остальное – изопарафины и нафтеновые углеводороды с одним–тремя кольцами, пяти- или шестичленного строения и длинными боковыми цепями преимущественно нормального строения. П.т. выкипает в пределах 280-500°С. В расплавленном состоянии является маловязкой жидкостью, содержит незначительное количество масла – от 0,2 до 5% масс., к-рое примерно на 50% масс. состоит из легкоплавких *н*-алканов и на 50% масс. из масла – остатка исходного сырья. П.т. характеризуется высокой твердостью, хрупкостью, прочностью на сжатие, относительно низкой адгезией к металлическим, деревянным и др. поверхностям, низкими *пенетрацией*, морозостойкостью, эластичностью. Инертен к большинству химических реагентов. Нерастворим в воде, растворим в бензине, бензоле и других углеводородах. Окисляется азотной кислотой, кислородом воздуха и др. окислителями с образованием различных синтетических жирных кислот, аналогичных жирным кислотам, содержащимся в жирах растительного и животного происхождения. Синтетические жирные кислоты, получаемые окислением П.т., применяют в парфюмерной промышленности, при производстве смазок, ПАВ и др. продуктов.

П.т. реагирует с хлором с образованием хлорпроизводных продуктов, являющихся сырьем для производства присадок к маслам.

Сырцы П.т. получают преимущественно при депарафинизации и обезмасливании кристаллизацией дистиллятного масляного сырья с использованием кетон-ароматических растворителей – из гачей, дистиллятных рафинатов, а также дис-

тиллятов парафинистых и высокопарафинистых нефтей. В меньших масштабах П.т. производят обезмасливанием без растворителей – фильтрпрессованием охлажденного сырья с последующим потением полученного гача. Для получения товарных продуктов обезмасленные сырцы П.т. подвергают очистке: сернокислотной, контактной, перколяционной, гидрогенизационной а иногда – перколяционной доочистке после сернокислотной очистки.

П.т. производят в соответствии с ГОСТ 23683.

По степени обезмасливания и очистки их разделяют на высокоочищенные (марки П и В) и очищенные (марки Т и С).

В зависимости от степени очистки и области применения установлены следующие марки П.т.

П-1 – высокоочищенный. Применяют при изготовлении тары и упаковочных материалов жесткой конструкции, имеющих контакт с человеком, клеев и расплавов, имеющих соприкосновение с пищевыми продуктами и применяемых при повышенных т-рах, косметических препаратов и в фармацевтической промышленности.

П-2 – высокоочищенный. Применяют для пропитки и покрытия упаковки пищевых продуктов, сохраняющей пластичность при пониженных т-рах, а также в качестве компонентов сплавов для покрытия деревянных, бетонных, металлических емкостей, предназначенных для хранения пищевых продуктов, различных восковых составов, изделий медицинской техники и косметических препаратов.

$В_2$, $В_3$, $В_4$, $В_5$ – высокоочищенные, глубоко обезмасленные. Применяют в различных отраслях промышленности, где предъявляются особые требования к чистоте изделий.

Т-1, Т-2, Т-3, С – очищенные парафины технического назначения. Применяют в качестве сырьевых материалов в различных отраслях промышленности – химической, нефтехимической, текстильной и полиграфической:

Т-1 – для изготовления товаров бытовой химии, в частности свечей;

Т-2 – в химической, нефтехимической и др. отраслях промышленности;

Т-3 – для пропитки и покрытий технических сортов бумаги, картона, текстиля, деревянных и металлических поверхностей и др.;

С – в нефтехимической промышленности для производства синтетических жирных кислот и различных ПАВ.

Свойства П.т., характеризующие их качество, оцениваются показателями, приведенными в ГОСТ 23683 (**табл. П-2**).

Следует отметить, что товарные П.т., полученные на разных предприятиях, и отвечающие требованиям ГОСТ 23683, по своим физико-химическим свойствам заметно отличаются друг от друга.

П-2. Показатели качества твердых парафинов (ГОСТ 23683)

Показатели	Метод анализа
Внешний вид	Визуально
Т-ра плавления	ГОСТ 4255 для высокоочищенных, по п. 3.2 настоящего стандарта - для очищенных
Массовая доля масла	ГОСТ 9090
Цвет	ГОСТ 25337
Запах	ГОСТ 23683, п. 3.3
Содержание бенз-α-пирена	ГОСТ 23683, п. 3.4
Пенетрация иглой	ГОСТ 25771
Фракционный состав	ГОСТ 10120
Т-ра вспышки в закрытом тигле	ГОСТ 6356
Массовая доля серы	ГОСТ 1437
Массовая доля воды	ГОСТ 2477
Содержание механических примесей	ГОСТ 6370
Содержание фенола	ГОСТ 1057
Содержание фурфурола	ГОСТ 1520
Содержание водорастворимых кислот и щелочей	ГОСТ 6307

ПАРАФИНИСТЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ – см. *Пробка парафинистая.*

ПАРАФИНОВАЯ КОМПОЗИЦИЯ – сплав, смесь или раствор твердых углеводородов с различными термопластичными *компонентами – модификаторами, добавками,* изменяющими их свойства в направлении, требуемом потребителями. Широкое производство и применение П.к. объясняется тем, что твердые парафины и церезины в расплавленном состоянии хорошо смешиваются со многими веществами, образуя при этом истинные молекулярные растворы, а в твердом состоянии – твердые растворы или эвтектики. Используя различные компоненты и модифицирующие добавки, можно эффективно изменять физико-химические, механические и эксплуатационные характеристики твердых углеводородов и получать продукты, в наибольшей степени отвечающие разнообразным требованиям потребителей.

Производят П.к. главным образом, путем расплавления твердого парафина или церезина и введения в них модифицирующих добавок. В **табл. П-3** приведены свойства П.к. и области их применения.

П.к. – малотоннажная продукция, производимая, в основном, самими потребителями по различным ТУ. Всего производят несколько сотен различных П.к.

П-3. Свойства парафиновых композиций и области их применения

Свойства	Область применения
Композиции различного производственного назначения	
Высокая гидрофобность, низкие влаго- и паропроницаемость, нерастворимость в воде	Придание гидрофобности и влагостойкости различным материалам
Химическая стойкость к действию кислот, щелочей, низкие водо- и газопроницаемость наряду с хорошей адгезией к защищаемой поверхности, эластичностью и механической прочностью	Защита техники, автомобилей, аппаратов и оборудования от коррозии, а также для ремонта мелких повреждений окрашенной поверхности
Хорошая растворяющая способность по отношению к ряду веществ и пониженная газопроницаемость	Физические антиозонанты, мягчители резины, средства для защиты атмосферы от вредных веществ и консервации древесины
Высокие антифрикционныв, когезионные, адгезионные свойства, способность загущать жидкую фазу при кристаллизации	Антифрикционные, адгезионные материалы
Высокие механические свойства (твердость, прочность на разрыв, сжатие и излом)	Металлургия, производство керамических изделий, абразивного инструмента, восковых фигур
Большие объемное и линейное расширение при плавлении, высокая скрытая теплота плавления	Регуляторы т-ры, аккумуляторы тепла в технике, быту и физиотерапии
Низкие диэлектрические потери, высокое электрическое сопротивление в сочетании с гидрофобностью	Электро- и радиотехника, защита от радиоактивных излучений
Композиции, используемые в качестве товаров народного потребления	
Интенсивный и стабильный блеск, хорошая окрашиваемость красителями, высокие механическая прочность и адгезия	Полировальные средства для мебели, автомобилей, пола, обуви и т.п.
Низкая проницаемость водяных паров, непроницаемость для гнилостных и болезнетворных бактерий, микробов и дрожжей	Защита сельскохозяйственной продукции, растений, биологических и др. объектов от порчи
Наличие горючих элементов (углерода и водорода)	Производство свечей, спичек, средств для разжигания топок, топлива для обогрева парников и др.
Высокая чистота и безвредность для человека, способность пластифицировать кожу и растворять различные вещества	Косметика, медицина, стоматология

ПАРАФИНОВАЯ НЕФТЬ – сырая нефть, состоящая в основном из парафиновых углеводородов, ароматических и нафтеновых циклических соединений с парафиновыми боковыми цепями. Такая сырая нефть при комнатной т-ре может содержать значительное количество твердых восков (ISO 1998).

ПАРАФИНОВЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ (предельные углеводороды) C_nH_{2n+2} – углеводороды, в молекулах к-рых атомы углерода связаны между собой простой (одинарной) связью, причем все единицы валентности, не затраченные на связь между углеродными атомами, насыщены атомами водорода.

ПАРАФИНЫ ЖИДКИЕ. ПРОИЗВОДСТВО. Жидкие парафины получают карбамидной депарафинизацией и адсорбцией на цеолитах.

Карбамидную депарафинизацию дизельных фракций в промышленности проводят, в основном, следующими методами:

• спиртоводным раствором карбамида с отделением твердой фазы от жидкой отстоем;

• насыщенным водным раствором карбамида с грануляцией комплекса и отделением твердой фазы от жидкой либо на барабанных фильтрах под давлением, либо на ленточных фильтрах.

Процессы карбамидной депарафинизации основаны на способности карбамида при определенных условиях образовывать спиралевидный гексагональный кристалл, элементарная ячейка к-рого состоит из шести молекул, повернутых относительно друг друга на 120°. Молекулы удерживаются вместе за счет водородных связей между атомами кислорода и атомами азота смежных молекул карбамида. В центре кристалла образуется канал размером $4{,}9 \cdot 10^{-10}$ м, в к-ром за счет физико-химического взаимодействия удерживаются молекулы нормальных парафинов, имеющие поперечный диаметр от $3{,}8 \cdot 10^{-10}$ до $4{,}2 \cdot 10^{-10}$ м, образуя, таким образом, *комплекс* (аддукт, клатрат). Молекулы углеводородов с поперечным сечением более $4{,}9 \cdot 10^{-10}$ м (изопарафины, нафтеновые и ароматические углеводороды) не образуют комплекс с карбамидом. Углеводороды смешанного строения – изопарафины, нафтеновые и ароматические углеводороды с длинными боковыми цепями нормального строения также образуют комплекс с карбамидом.

Комплекс – твердое кристаллическое вещество белого цвета (иногда слегка окрашенное), нерастворимое в нефтяных продуктах. Отделением комплекса от жидкой фазы сырья и последующим разложением получают жидкие парафины, содержащие до очистки 90-95% масс. *н*-парафинов и 0,5-2,0% масс. ароматических углеводородов. Процесс карбамидной депарафинизации проводят в присутствии *активаторов* – веществ, одновременно растворяющих исходное сырье и карбамид и способствующих их контакту, а также растворителей-разбавителей, снижающих вязкость комплекса, и используемых также для отмывки от комплекса сырьевых углеводородов. В качестве активаторов применяют низкомолекулярные кетоны, метиловый, этиловый и изопропиловый спирты, дихлорметан, воду и др., в качестве растворителей-разбавителей и промывной фракции – легкие бензиновые фракции, дихлорметан и др.

Повышение кратности обработки сырья карбамидом, уменьшение содержания воды в реагирующей массе, увеличение длины цепи нормального парафина (до определенного предела), очистка сырья и карбамида от различных примесей – ингибиторов комплексообразования, повышение интенсивности перемешивания сырья с карбамидом способствуют образованию комплекса.

Спиртоводным раствором карбамида жидкие парафины выделяют из фракций дизельного топлива и маловязких масляных дистиллятов или их рафинатов. В качестве активатора используют изопропиловый спирт. Сырье смешивают со спиртом-ректификатом из блока насыщения сырья спиртом, подогревают и подают в отстойник, где происходит разделение насыщенного раствора изопропилового спирта в сырье от спиртового раствора низкой концентрации. Далее насыщенное спиртом сырье направляется в колонну «укрепления» концентрации изопропилового спирта, а затем в реакторы, представляющие собой теплообменные аппараты, в к-рые подают раствор карбамида, охлажденный до т-ры, близкой к т-ре начала кристаллизации карбамида.

В реакторах смесь охлаждается до 25-35°С (на 10-15°С ниже т-ры насыщения раствора карбамида). Часть образующегося кристаллического комплекса возвращается (рециркулирует) на вход реактора. Продолжительность контакта сырья с раствором карбамида 30-60 мин. Суспензия, выходящая из последнего реактора, состоит из депарафинированного продукта, истощенного раствора карбамида и комплекса. Она подается в нижнюю (первую) секцию четырехсекционного вертикального отстойника, где разделяется на два слоя: верхний – депарафинированный продукт, насыщенный спиртом, и нижний – смесь комплекса с истощенным раствором карбамида в изопропиловом спирте. Верхний слой из отстойника выводится в систему отмывки спирта водой, а нижний – в три последовательно работающие промывные секции, где из комплекса промывной фракцией (прямогонной фракцией с установок АВТ, выкипающей в пределах 140-210°С) удаляются остатки дизельного топлива. Промывную фракцию предварительно насыщают изопропиловым спиртом и противотоком подают в первую секцию, затем во вторую и далее в третью секции промывки. Из этой секции отстойника взвесь комплекса в спиртовом растворе подается в подогреватель для разложения комплекса. Нагрев осуществляют до т-ры разложения комплекса – 60-75°С. Смесь выделившегося парафина с раствором карбамида проходит во второй отстойник. Парафин из верхней части отстойника направляется на отмывку спирта, а раствор карбамида с низа отстойника возвращается в процесс на смешение с насыщенным сырьем.

Кратность промывки комплекса по отношению к сырью по ступеням составляет 0,75-0,95:1. Промывная фракция из второй секции отстойника отмывается от карбамида слабым раствором изопропилового спирта и подается в колонну для разгонки. С верха колонны уходят пары промывной фракции и спирта, к-рые после конденсации подаются на промывку комплекса. Из куба колонны откачивается промежуточная фракция, к-рая разделяется на два потока: циркулирующий (направляется на насыщение спиртом) и балансовый – выводится с установки после промывки водой.

Установка оснащена блоком разгонки жидкого парафина, включающем вакуумную колонну. Вакуум создается пароструйным эжектором, обогрев колонны осуществляется рибойлером. Головные фракции парафинов с верха колонны конденсируются и охлаждаются. Часть их подается на орошение колонны, а балансовое количество направляется либо на восполнение потерь промывной фракции, либо выводится с установки. Стабильные парафины откачиваются насосом из рибойлера через теплообменник и холодильник в товарный парк.

В состав установки также входят блоки ректификации спирта из растворов промывки дизельного топлива, промежуточной фракции и раствора от промывки парафина; циркулирующего теплоносителя, используемого для нагрева и отгонки парафинов; «дыхания» аппаратов и приготовления карбамидного раствора.

Выход депарафинированного топлива из восточных сернистых нефтей составляет 80-82% масс., жидких парафинов 7-9% масс. и промежуточной фракции 9-12% масс. Концентрация карбамида в карбамидном растворе – 36-43% масс., спирта – 65-70% масс. Объемное соотношение «карбамидный раствор : сырье» – 2,0 : 2,6.

Сырье – прямогонные гидроочищенные дизельные фракции сернистых нефтей, предназначенные для получения зимнего или арктического топлива, фракции от 185-205°С до 332-350°С. КК сырья стараются ограничить 335-340°С.

В Гамбурге (Германия) на заводе по производству масел фирмы «Юлиус Шиндлер» с 1975 г. работает установка карбамидной депарафинизации производительностью 150 тыс. т/год сырья. Установка запроектирована для производства низкозастывающих масел. Процесс проводят при 25-40°С. В качестве сырья используют фракции 290-450°С, в качестве активатора, разбавителя и хладагента – дихлорметан. Объемные соотноше-

ния составляют: «дихлорметан : сырье» – 2 : 5; «насыщенный водный раствор карбамида : сырье» – 0,9 : 1,7. Т-ра застывания депмасла от –24 до –60°С; т-ра плавления гача – 21-53°С; содержание масла в гаче – 15-18% масс. Особенность установки – применение самотечных ленточных фильтров с поддоном, обеспечивающих хорошую промывку комплекса. При этом упрощаются условия разделения зон промывки и фильтрации, отпадает необходимость в циркуляции газа.

Производство жидких парафинов адсорбцией на цеолитах. Селективное извлечение парафинов с помощью цеолитов основано на том, что критические диаметры молекул отдельных групп углеводородов (*н*-парафинов, изопарафинов, нафтенов, монометилпарафинов и др.) сильно различаются между собой. Так парафиновые углеводороды нормального строения в сравнении с другими группами углеводородов имеют меньшие поперечные размеры ($4{,}9 \cdot 10^{-10}$ м). При наличии в цеолитах пор (цеолиты CaA или MgA) с входными окнами, соизмеримыми с поперечными размерами *н*-парафинов, последние проникают внутрь пор и селективно адсорбируются. Углеводороды с большими поперечными сечениями – не адсорбируются. Поперечные сечения некоторых молекул составляют: монометилалканов – $6{,}3 \cdot 10^{-10}$, диметилалканов – $6{,}7 \cdot 10^{-10}$, этилалканов – $7{,}2 \cdot 10^{-10}$, циклогексана – $6{,}6 \cdot 10^{-10}$ и бензола – $6{,}9 \cdot 10^{-10}$ м.

Технология процесса извлечения парафинов с помощью цеолитов включает в себя две основные стадии: адсорбцию *н*-алканов и их десорбцию. Адсорбцию проводят в жидкой или парообразной фазе с использованием третьих компонентов как разбавителей или растворителей. Десорбцию осуществляют разными способами: изменением т-ры, снижением давления, использованием десорбентов – газов, неадсорбирующихся адсорбентом, вытеснительной десорбцией или комбинированием этих методов. Для достижения требуемой чистоты извлекаемых парафинов между стадиями адсорбции и десорбции включают дополнительную стадию – промывку, при к-рой с внешней поверхности цеолитов удаляются остатки сырья и примеси.

В настоящее время разработано несколько типов промышленных установок, работающих по технологиям «Парекс», «Молекс», «Изосив», «МС-1», «Энсорб» и др.

Процесс «Парекс». Разработан заводом ФЕБ Лейна-Верке (ГДР). В качестве адсорбента использовался гранулированный цеолит MgA, к-рый в дальнейшем был заменен цеолитом CaA. В качестве газа-разбавителя используют ВСГ и в качестве десорбента – *аммиак*. Исходное гидроочищенное сырье фракций 190-260 или 200-320°С смешивается с циркулирующим ВСГ в количестве 300-350 нм³/м³ сырья, нагревается в теплообменниках, испаряется в печи и с т-рой 380°С, подается в один из трех имеющихся на установке адсорберов. Адсорберы – пустотелые вертикальные цилиндрические аппараты, заполненные цеолитом. Адсорберы работают циклически. Адсорбция длится 5 мин. На установке имеется специальная автоматическая пневмосистема переключения потоков сырья, газа-разбавителя, *дернормализата, аммиака* и жидких парафинов.

Процесс проводится в паровой фазе при давлении 1,0-1,2 МПа. Первые 25-50 с газообразные продукты из адсорбера, оставшиеся после предыдущей стадии десорбции, вытесняются в *десорбат*. Смесь денормализата, газа-носителя и вытесненного при адсорбции аммиака поступает в колонну для разделения смеси денормализата, газа-разбавителя и аммиака за счет снижения т-ры. Т-ра верха колонны – 40°С, низа – 210°С, давление в колонне 0,9 МПа. Смесь водорода и аммиака с верха этой колонны через компрессор и холодильник поступает в абсорбционную колонну для абсорбции аммиака водой. Газ-разбавитель поступает на смешение с исходным сырьем. Денормализат снизу колонны после стабилизации и охлаждения откачивается в резервуары. Т-ра застывания денормализата в зависимости от свойств сырья изменяется от –70 до –60°С.

Для десорбции жидких парафинов аммиак нагревают и испаряют в теплообменниках и печи и подают при т-ре 380°С и давлении 1,2 МПа в два из трех адсорберов.

Длительность десорбции 10-18 мин, расход *десорбента* 400 м³/м³ сырья. В циркулирующем десорбенте – аммиаке – ограничивается содержание водорода, азота и др. газов – не более 10% об.

Вначале из адсорбера вытесняются в денормализат продукты, оставшиеся после адсорбции – проводится промывка адсорберов – первые порции продуктов десорбции выводятся в отдельную систему, где из них отделяются водород и аммиак. Длительность промывки 1 мин. Продукт промывки подается в сырье установки.

В стадии десорбции газопродуктовая смесь после теплообменника поступает в колонну, в к-рой при т-ре верха 60°С и давлении 0,7 МПа отделяется аммиак. Он сжимается компрессором, конденсируется и поступает в емкость аммиака. С низа колонны выводится жидкая фаза, направляемая в колонну стабилизации, в к-рой от жидких парафинов отделяются растворенные газы, пары аммиака и вода. После охлаждения жидкие парафины направляются в емкость олеумной очистки. До очистки жидкие парафины содержат 97,5-98,5% *н*-алканов и 0,5-1,0% ароматических

углеводородов, после очистки – до 99,0 и до 0,01-0,5% масс. соответственно

Установка оснащена системой циркуляции аммиачной воды, предназначенной для сглаживания колебаний концентрации аммиака в газе-разбавителе: в буферной колонне при колебаниях количества аммиака происходит его абсорбция в воде и десорбция. На установке имеется также блок очистки ВСГ от компонентов, отрицательно влияющих на процесс: углеводородов C_1, C_{2+} (особенно непредельных газов), сероводорода, оксида и диоксида углерода, кислорода, аммиака и влаги. На этом блоке из ВСГ абсорбцией сырьем или денормализатом снижают содержание углеводородов C_{2+} до значения не более 1,9% об. Абсорбированные газы затем десорбируются в отдельном десорбере, абсорбент направляется в сырье или денормализат. Пропуская ВСГ через реактор с оксидом цинка, удаляют сероводород и сернистые соединения до 0,0001% об. Очистка ВСГ от оксида и диоксида углерода проводится в реакторе на алюмохромоникелевом катализаторе путем гидрирования по реакции метанизации. Суммарное содержание оксида и диоксида углерода снижается до 0,001% об.

Процесс «Молекс». Разработан фирмой ЮОП (США). Жидкие парафины выделяются в псевдодвижущемся слое гранулированного цеолита. Это единственный способ, в к-ром процесс адсорбции *н*-алканов происходит в жидкой фазе при небольшом давлении и т-ре ниже начала кипения сырья. Десорбция осуществляется путем вытеснительной адсорбции жидкими *н*-алканами, имеющими в молекуле на два-четыре атома углерода меньше, чем самый легкий *н*-алкан сырья (*н*-C_5–*н*-C_8), что позволяет сравнительно просто отделять вытеснитель от продуктов. В качестве сырья используют глубоко гидроочищенную керосиногазойлевую фракцию. Выделенный продукт представляет собой жидкий парафин с длиной цепи от $C_{10}H_{22}$ до $C_{23}H_{48}$ и содержанием *н*-алканов 95–98% масс.

Процесс осуществляют непрерывно в одном или двух вертикальных адсорберах. Каждый адсорбер имеет 12 секций, соединяющихся друг с другом патрубками, выведенными наружу. Каждая секция разделена специальной воронкообразной решеткой, на к-рой находится слой адсорбента. Несколько секций, расположенных друг над другом, образуют рабочие зоны: адсорбции, промывки после адсорбции, десорбции и промывки после десорбции. Эти зоны меняют свое положение, перемещаясь вверх по адсорберу за счет переключения крайней секции каждой рабочей зоны в следующую рабочую стадию с помощью поворотного распределительного устройства. Поворотное распределительное устройство в сочетании с внутренней циркуляцией жидкой фазы насосом воспроизводит движение адсорбента в противотоке с жидкостью. Внутренняя циркуляция жидкой фазы должна быть достаточной для компенсации псевдодвижения полного объема адсорбента совместно с объемом внутренних конструкций.

Адсорбент предварительно до подачи сырья насыщают десорбентом – *н*-пентаном. Глубоко гидроочищенное сырье нагревается до т-ры адсорбции и через распределительное устройство направляется в адсорберы, в зону адсорбции, состоящую из четырех секций. При этом *н*-алканы сырья адсорбируются, вытесняя десорбент. Из последней четвертой секции адсорбции выводится смесь десорбента и депарафинированного продукта – денормализата, к-рая распределительным устройством направляется в систему регенерации десорбента. В это время десорбент распределительным устройством подается в две секции для промывки секции адсорбции. Далее *н*-пентан подается в четыре секции для десорбции жидкого парафина. Десорбированные жидкие парафины направляются распределительным устройством на блок регенерации. После десорбции десорбент подается в две секции для промывки адсорбента. Продукты из нижней части адсорбера подаются насосом в верхнюю секцию адсорбера.

Отрезок, на длину к-рого каждый раз перемещают границы зон, для 12-секционной колонны равен 1/12 ее высоты. Распределительное устройство меняет точки подачи сырья и десорбента, а также вывода растворов денормализата и жидкого парафина.

Процесс «Изосив». В этом циклическом процессе адсорбцию жидкого парафина проводят в стационарном слое цеолита в паровой фазе при среднем давлении 0,28-0,5 МПа и т-ре 320-370°С. Адсорбент – цеолит CaA. Десорбент – *н*-гексан. Длительность каждой стадии адсорбции, промывки и десорбции 5 мин.

Сырье с допустимым содержанием серы 0,03% масс., непредельных углеводородов – 2% масс. и растворенной влаги, иногда разбавленное *н*-гексаном, подается через теплообменник и печь, где оно полностью испаряется, в адсорберы. Применяется многоадсорберная система (от 5 до 40 адсорберов). Адсорберы работают переменно в стадии адсорбции и десорбции, благодаря чему достигается непрерывность процесса. На установке с пятью адсорберами в режиме адсорбции–десорбции постоянно находятся четыре аппарата, один аппарат – на окислительной регенерации адсорбента азотопаровоздушной смесью. Из адсорбе-

ров выводится смесь денормализата с вытесненным при адсорбции десорбентом – *н*-гексаном. *н*-Гексан отделяется от денормализата в сепараторе, а затем отгоняется в колонне. Денормализат с низа колонны после охлаждения откачивается с установки. Т-ра застывания денормализата из керосиновой фракции от –60 до –80°С, а из газойлевой – от –20 до –30°С. После конденсации часть *н*-гексана подается на орошение колонны, а избыток откачивается в емкость и далее в систему в качестве десорбента.

В стадии десорбции десорбент из емкости подается насосом через теплообменник и печь и в паровой фазе направляется в адсорберы. Смесь жидкого парафина и десорбента из адсорбера через теплообменник поступает сепаратор. Затем от жидкой фазы из сепаратора отгоняется десорбент, к-рый подается в систему. Охлажденный парафин-сырец откачивается с установки с низа колонны.

Периодически один из адсорберов выключают из схемы и в нем проводят окислительную регенерацию адсорбента.

Парафин-сырец до очистки содержит 98-99,3% масс. *н*-алканов и 0,2-1,0% масс. ароматических углеводородов. Очистку жидкого парафина осуществляют олеумом.

Процесс «МС-1». Процесс проводят при давлении 0,9-1,0 МПа и т-ре 380°С. В качестве газа-разбавителя применяют азот. Десорбцию проводят *н*-пентаном, а промывку – азотом. Продолжительность адсорбции и промывки по 6 мин. и десорбции 12 мин. В составе установки имеется пять адсорберов. При этом в одном адсорбере ведут адсорбцию, в другом промывку, в двух – десорбцию. Один адсорбер находится на окислительной регенерации адсорбента.

Принципиальная технологическая схема установки мало отличается от схемы установки «Изосив». Дополнительно установка оборудована узлом для отделения азота от полученных продуктов.

Процесс «Энсорб» фирмы «Эссо Рисерч Инжиниринг Ко.» (США). В качестве адсорбента используется цеолит 5А, а в качестве десорбента и газа-разбавителя – аммиак. Окислительную регенерацию адсорбента проводят один раз в год одновременно во всех адсорберах.

На установке к сырью добавляют аммиак и смесь, нагретую в печи до 260-370°С. Полученная смесь поступает в адсорбер, где на цеолитах при давлении 1,2-2,5 МПа адсорбируются жидкие парафины. Вышедшая из адсорбера смесь денормализата с аммиаком охлаждается в холодильнике и поступает в сепаратор. Далее жидкая фаза (денормализат) из сепаратора направляется на окончательную отдувку аммиака и легких углеводородов.

Пары аммиака из сепаратора поступают в емкость и далее компрессором подаются частично на смешение с сырьем, а остальное количество через печь в адсорбер для десорбции. Часть продукта десорбции (промывки) возвращается в сырье. Десорбат (жидкий парафин) из адсорбера направляется через холодильник в сепаратор. Здесь аммиак отделяется от парафина и поступает через емкость на вход компрессора. Жидкая фаза парафина с растворенным аммиаком поступают на отдувку следов аммиака.

Усовершенствованный процесс «Бритиш Петролеум» (процесс MS-2) разработан фирмой «Бритиш Петролеум» (Великобритания). Его особенность заключается в том, что десорбцию *н*-алканов из адсорбента осуществляют путем сброса давления. Процесс изотермический, циклический. Сырье в паровой фазе под давлением подается в адсорбер. *н*-Алканы из сырья адсорбируются на цеолитах, а денормализат через теплообменники и холодильники направляется в емкость. По достижении равновесного насыщения адсорбента подача сырья в адсорбер прекращается, и давление в нем снижается. Оставшийся в адсорбере денормализат вытесняется ранее десорбированными жидкими парафинами.

Полученная смесь денормализата и десорбированных жидких парафинов направляется в сырье. Затем давление в абсорбере понижается еще больше; при этом десорбируется основное количество *н*-алканов. Степень понижения давления зависит от пределов кипения сырья. При переработке керосиновых и более высококипящих фракций в адсорбере поддерживают давление вакуума, к-рое создается за счет конденсации выходящих из него паров.

Процесс «Тексако» (США). В процессе получают жидкие парафины $C_{10}H_{22}$–$C_{18}H_{38}$ чистотой до 99% масс. Процесс циклический, парофазный. Гидроочищенное сырье подают в адсорбер. *н*-Алканы адсорбируются на цеолитах и *денормализат* вместе с *десорбентом*, оставшимся на цеолите после предыдущей *десорбции*, выводится из адсорбера. Остатки сырья отдувают и затем проводят десорбцию жидких парафинов. *Адсорбцию* проводят при т-ре 260°С, давлении 0,8 МПа в течение 20 мин. Десорбцию осуществляют парами низкокипящего *н*-алкана: *н*-пентаном, *н*-гексаном или *н*-октаном. Длительность десорбции зависит от применяемого десорбента и составляет 16-33 мин. От продуктов процесса десорбент отделяется ректификацией.

ПАРАФИНЫ ТВЕРДЫЕ И ЖИДКИЕ. ОЧИСТКА – см. *Очистка твердых и жидких парафинов.*

ПАРАФИНЫ ТВЕРДЫЕ. ПРОИЗВОДСТВО. Твердые парафины получают из малопарафинистых неф-

тей типа туймазинской, ромашкинской, самотлорской и др. методом кристаллизации с помощью избирательных растворителей в процессе производства смазочных масел и из высокопарафинистых нефтей, типа ставропольской, кристаллизацией без растворителей.

Гудрон после деасфальтизации и дистиллятные фракции вакуумной перегонки мазута подвергают селективной очистке фенолом, фурфуролом, N-метилпирролидоном от нежелательных соединений. Рафинаты селективной очистки подвергают депарафинизации кристаллизацией в растворе избирательных растворителей с получением в качестве побочных продуктов неочищенных гачей (при производстве дистиллятных масел) и петролатумов (при производстве остаточных масел). Гач применяется как сырье для производства парафинов, а петролатум – для получения церезинов.

Гач фракции 420-490 (500)°С подвергают вакуумной перегонке с выделением фракций, выкипающих до 460°С. Гачи фракций 300-400, 350-420 и 420-460°С подвергают обезмасливанию кристаллизацией с помощью избирательных растворителей для удаления масляных компонентов с получением неочищенного сырого парафина. Для этого сырье разбавляют избирательным растворителем, подвергают термообработке – нагреву для расплавления имеющихся в нем кристаллов парафина – и кристаллизации.

В качестве растворителя для обезмасливания гача используют смеси кетонов с ароматическими углеводородами. Кетоны – метилэтилкетон, метилизобутилкетон, *ацетон*, к-рые не растворяют парафины. Ароматический компонент – *толуол*, бензол или их смесь. Число ступеней фильтрации, т-ра фильтрации, состав и кратность обработки сырья растворителем зависят от свойств сырья и требуемой глубины обезмасливания, т.е. от содержания масла в гаче и парафине. Типичный состав растворителя: 35-70% масс. метилэтилкетона и 30-65% масс. смеси бензола и толуола. Общая кратность разбавления сырья растворителем, в том числе и циркулирующим раствором *фильтрата* предыдущей ступени фильтрации, в *кристаллизаторах* составляет 3-10 массовых долей на единицу сырья. Растворитель на разбавление сырья подают в кристаллизаторы порционно – две-четыре порции. Процесс осуществляют в скребковых кристаллизаторах или в кристаллизаторах смешения. Сырьевой раствор охлаждают до –10 ÷ +10°С. При этом из сырьевого раствора выкристаллизовываются твердые парафины, образуя суспензию.

Процесс обезмасливания осуществляют в вакуумных барабанных фильтрах. Лепешка твердой фазы на поверхности фильтровальной ткани промывается холодным растворителем (т-ра, равная т-ре охлаждения сырьевой суспензии) для удаления остатков масла между кристаллами твердых парафинов. Суспензия гача первой ступени разбавляется холодным растворителем и подается на вторую и при необходимости на третью и четвертую ступени разбавления, фильтрации и промывки. Фильтраты возвращаются в сырьевой раствор, на разбавление суспензий гача между ступенями фильтрации и на промывку лепешки на фильтрах предыдущих ступеней. Суспензия твердых парафинов с фильтра последней ступени расплавляется. От конечных растворов парафина и фильтрата отгоняют растворитель и направляют на повторное использование.

Отгон растворителя из гача осуществляют в колоннах в две-три ступени и из раствора фильтрата в паровых нагревателях или в огневых печах в три-четыре ступени. Последняя ступень отгона растворителя осуществляется в отпарных колоннах с подачей в низ колонн водяного пара. При отгоне растворителя (особенно при глубоком обезмасливании) принимают меры по предотвращению замасливания растворителя легкими масляными фракциями, отгоняющимися в отпарных колоннах.

В состав установок обезмасливания включены системы для осушки растворителя и извлечения его из воды. На некоторых установках обезмасливания кристаллизацией из кетон-ароматических растворителей проводят процесс *холодного фракционирования* – разделения твердых парафинов на две фракции, различающиеся т-рами плавления и в некоторой степени химическим составом. Учитывая аналогичность процессов *депарафинизации* масляных фракций и *обезмасливания* твердых углеводородов по аппаратуре, оборудованию и применяемым растворителям, в настоящее время эти процессы совмещают между собой на комбинированных установках. На этих установках одновременно получают депарафинированные масла, твердые парафины (церезины). Сырые парафины и церезины подвергают очистке.

Фирма Union Oil Co. of California (США) проводит в промышленных условиях обезмасливание гачей и петролатумов водным метилизобутилкетоном в две ступени фильтрации по описанной выше схеме. При охлаждении сырья применяется его порционное разбавление растворителем, кратность разбавления гача (петролатума) растворителем составляет 0,5 об./об. сырья. Твердые парафины содержат до 0,2% масс. масла, церезины – до 1% масс. В этом случае отпадает необходимость в блоке осушки растворителя.

За рубежом работают аналогичные установки депарафинизации и обезмасливания фирмы «Эделеану» (Германия) смесью дихлорэтана и хлористого метилена (соотношение компонентов растворителя 50:50–35:65) – установки Ди-Ме. На них в одну ступень фильтрации проводят процесс *депарафинизации* при т-ре –20°С и кратности обработки сырья 300-600% об., а затем после разбавления гача растворителем проводят обезмасливание на второй ступени фильтрации при более высокой т-ре. Из разных видов сырья получают депарафинированные масла с т-рой застывания от –15 до –19°С и твердые парафины с т-рой плавления 50 и 65°С и содержанием масла ниже 0,5% масс.

На Украине производят твердые парафины в качестве целевого продукта (не в составе схемы производства масел) из парафинистых и высокопарафинистых нефтей – фильтр-прессованием и потением без использования избирательных растворителей.

ПАРАФИНЫ ТВЕРДЫЕ. РОЗЛИВ И УПАКОВКА – см. *Розлив и упаковка твердых парафинов.*

ПАРОВЫЕ МАШИНЫ – машины и механизмы, работающие в жестких условиях эксплуатации на перегретом паре (судовые и стационарные машины, паровые молоты).

ПАРОВЫЕ ПРОБКИ – парожидкостная смесь в нек-рых элементах системы питания бензинового двигателя, нарушающая работу топливного насоса и, как следствие, подачу топлива в двигатель. Образование П.п. вызвано интенсивным испарением низкокипящих фракций бензина при его нагревании в системе питания двигателя. Основные факторы, способствующие появлению П.п.: высокая т-ра окружающего воздуха, пониженное атмосферное давление (напр., при работе двигателя в условиях высокогорья и при работе авиационных двигателей), показатели испаряемости бензина (чем ниже т-ры начала кипения и перегонки 10% бензина и выше ДНП, тем больше *склонность бензина к образованию паровых пробок*), конструктивные особенности двигателя (компоновка системы питания в подкапотном пространстве автомобиля, способствующая перегреву его отдельных элементов теплом двигателя).

ПАРОПРОНИЦАЕМОСТЬ ПЛАСТИЧНОЙ СМАЗКИ – см. *Влагопроницаемость пластичной смазки.*

ПАРФЮМЕРНОЕ МАСЛО (ГОСТ 4225), отличающееся от вазелинового медицинского масла более низкой вязкостью. Широко применяется в продуктах парфюмерии, косметики и в специальных предохранительных смазках, в составе медицинских вазелинов, для смазывания точных инструментов, приборов и аппаратов в пищевой и кондитерской промышленности.

Свойства парфюмерного масла оценивают показателями, приведенными в **табл. П-4.** Необходимо отметить, что содержание водорастворимых кислот и щелочей и прозрачность определяются качественным анализом, а запах и вкус – органолептическим методом. В зарубежной и отечественной практике разработаны и используются методы количественного и качественного определения присутствия нежелательных ароматических углеводородов в маслах, основанные на ультрафиолетовом поглощении этих углеводородов на определенных длинах волн.

П-4. Показатели качества парфюмерного масла и методы их определения

Показатели	Характеризуемое свойство	Метод определения
НАЗНАЧЕНИЕ		
Плотность при 20°С	Реологические свойства	ГОСТ 3900
Вязкость кинематическая	То же	ГОСТ 33, ASTM D 445
Кислотное число	Состав	ГОСТ 5985
Содержание механических примесей	Загрязненность	ГОСТ 6370
Наличие водорастворимых кислот и щелочей	Состав	ГОСТ 6307
Содержание серы	То же	ГОСТ 1437
Зольность	-"-	ГОСТ 1461
Т-ра застывания	Реологические свойства	ГОСТ 20287
Содержание воды	Состав	ГОСТ 2477
Прозрачность при т-ре 5°С	-"-	ГОСТ 4225, п. 3.2
Цвет	-"-	ГОСТ 2667
Запах	-	Органолептический
Вкус	-	-"-
НАДЕЖНОСТЬ		
Гарантийный срок хранения	Стабильность показателей	Устанавливается изготовителем при соблюдении потребителем условий хранения по ГОСТ 1510
ЭРГОНОМИЧНОСТЬ		
ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений	Воздействие на организм	Прибор УГ-2
Токсичность	То же	ГОСТ 12.1.007 (ССБТ "Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности")
БЕЗОПАСНОСТЬ		
Т-ра вспышки в открытом тигле	Пожаровзрывоопасность	ГОСТ 4333
Класс опасности	-	ГОСТ 12.1.005 (ССБТ "Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны")

ПАСПОРТ ПРОДУКЦИИ – сопроводительный документ на продукцию, включающий в себя сведения о наименовании продукции; ее изготовителе, адрес изготовителя или продавца; нормативные (установленные нормативным документом на продукцию) и реальные показатели, характеризующие качество продукции; дату отбора проб; реквизиты резервуара, из к-рого данная проба отобрана; дату изготовления продукции; дату проведения анализа продукции; срок действия паспорта; заключение о соответствии продукции нормативному документу, на соответствие к-рому испытывалась проба продукции.

П.п. выдается ее изготовителем или продавцом на основании лабораторных анализов.

ПАССИВАТОРЫ МЕТАЛЛОВ – см. *Антиокислительные присадки к маслам*.

ПАССИВАЦИЯ – резкое уменьшение скорости коррозии вследствие торможения анодной реакции ионизации металла при образовании на его поверхности фазовых или адсорбционных слоев (ГОСТ 5272).

ПАССИВИРОВАНИЕ МЕТАЛЛОВ – образование на поверхности металлического изделия защитных слоев, главным образом пленок окислов, при действии окислителей с целью предохранения от коррозии.

ПЕНЕТРАЦИЯ – показатель, указывающий глубину проникания конуса или иглы под действием собственной силы тяжести в испытуемый нефтепродукт в течение заданного времени (ГОСТ 26098).

ПЕНЕТРАЦИЯ БИТУМОВ – см. *Глубина проникания иглы*.

ПЕНЕТРАЦИЯ ИГЛОЙ – условный показатель твердости твердого парафина и нефтяного церезина. П.и. определяют по ГОСТ 25771 на пенетрометре по ГОСТ 1440. Для этого на металлическую подставку (пластинку) с гладкой поверхностью устанавливают формы для залива испытуемого твердого парафина (церезина). Формы изготовляют из меди, латуни или коррозионно-стойкой стали в виде цилиндра без дна. Высота форм 31 мм, внутренний диаметр 25 мм, толщина стенки 3 мм. В средней трети с внутренней стороны формы наносится метрическая резьба для того, чтобы при погружении ее в воду продукт прочно удерживался в форме. Расплавленный образец парафина или церезина, нагретый примерно на 15°С выше т-ры его плавления, заливают в форму до образования выпуклого мениска. Выдерживают при комнатной т-ре в течение часа. После этого выступающую над краем верхушку продукта срезают нагретым ножом (при этом образующуюся воронку не доливают) и устанавливают форму на подставку так, чтобы ровная нижняя торцовая поверхность находилась наверху.

После этого форму на подставке погружают в кристаллизатор с водой и выдерживают в течение часа при заданной т-ре, после чего в соответствии с ГОСТ определяют глубину проникания иглы. Для этого подводят конец иглы к поверхности образца и отпускают тормоз, удерживающий иглу. Обычно П.и. определяют при 25°С, нагрузке 100 г и длительности погружения иглы 5 с.

За рубежом для определения пенетрации иглой применяют аналогичную методику ASTM D 1321–04.

ПЕНЕТРАЦИЯ КОНУСОМ – условный показатель твердости композиции, определяемый по глубине проникания конуса в продукт. П.к. определяют по ГОСТ 5346. При подготовке продукта к анализу при необходимости его подвергают перемешиванию. После выдержки при требуемой т-ре образец помещают на стол пенетрометра и отпускают тормоз. Длительность погружения конуса 5 с.

ПЕНЕТРАЦИЯ ПИНС характеризует структуру вязких, тиксотропных ПИНС, таких как Оремин, Мовитин, НГМ-МЛ. Определяют по ГОСТ 5346 с использованием облегченного конуса массой 8,4 г, изготовленного из латуни или алюминия.

ПЕНЕТРАЦИЯ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК. Определяют при помощи специального прибора – пенетрометра (ГОСТ 5346). Число пенетрации указывает глубину погружения в смазку (в 10^{-1} мм, иногда для краткости принимают каждую 10^{-1} мм за единицу) стандартного конического плунжера массой 150 г под действием собственной силы тяжести в течение 5 с при определенной т-ре (стандартные условия 25°С). Пенетрацию определяют по ГОСТ 5346, в к-ром учтены требования международного стандарта ISO 2137–72 в части определения пенетрации без перемешивания и с перемешиванием смазок с пенетрацией до 400.

За рубежом для определения пенетрации используются аналогичные методики ASTM D 217, IP 50.

Общепринято, что пенетрация – условный эмпирический показатель, к-рый лишен физического смысла и не характеризует эксплуатационные свойства смазок. Нередко смазки, различающиеся по составу и с самыми различными свойствами, имеют одинаковую или очень близкую пенетрацию. Тем не менее, за рубежом пенетрация еще используется для оценки объемно-механических свойств смазок.

ПЕНОГАСИТЕЛИ – см. *Противопенные присадки к топливам*.

ПЕНООБРАЗОВАНИЕ СОТС – см. *Склонность СОТС к пенообразованию*.

ПЕНООБРАЗУЮЩИЕ СВОЙСТВА АВИАЦИОННЫХ МАСЕЛ И ЖИДКОСТЕЙ ДЛЯ АВИАЦИОННЫХ ГИДРОСИСТЕМ (ГОСТ 21058). Для определения пенообразующих свойств применяют прибор, предс-

тавляющий собой термостатированный калиброванный стеклянный цилиндр с пористой пластиной на дне, через к-рую пропускается с фиксированной скоростью азот или воздух в течение определенного времени через слой налитого в цилиндр масла. Замеряют объем полученной пены в момент отключения подачи газа и с этого момента фиксируют время разрушения пены до последнего пузырька. Для некоторых масел установлены нормы объема и времени разрушения пены при определенной т-ре.

ПЕРВИЧНАЯ ПЕРЕГОНКА НЕФТИ – процесс разделения нефти на фракции для последующей переработки или использования в качестве товарной продукции.

П.п.н. осуществляется на атмосферных трубчатых установках (АТ) и атмосферно-вакуумных трубчатых установках (АВТ). Установки АТ имеют в своем составе только блок атмосферной перегонки нефти, установки АВТ – блоки атмосферной перегонки нефти и вакуумной перегонки мазута. Установку ВТ (вакуумную трубчатую установку) иногда используют для получения остаточного битума или в качестве секции маслоблока. Установки АТ и АВТ обычно комбинируют с установками глубокого обессоливания нефти (ЭЛОУ-АТ и ЭЛОУ-АВТ) и вторичной переработки бензинов.

Сырье установок П.п.н. – нефть, глубоко обессоленная на установках и блоках ЭЛОУ (см. *Обезвоживание и обессоливание нефти*).

Продукция установок атмосферной и вакуумной перегонки нефти:

• ***углеводородный газ*** – выводится с установок в газообразном и жидком («головка стабилизации») виде, направляется для дальнейшей переработки на газофракционирующие установки, используется как топливо нефтезаводских печей;

• ***бензиновая фракция*** – выкипает в пределах НК–180°С, сырье установок каталитического риформинга и пиролиза; подвергается вторичной перегонке для получения узких фракций;

• ***керосиновая фракция*** – выкипает в пределах 120-315°С, используется как топливо для реактивных и тракторных карбюраторных двигателей, для освещения, как сырье установок гидроочистки;

• ***дизельная фракция (атмосферный газойль)*** – выкипает в пределах 180-360°С, используется как топливо для дизелей и сырье установок гидроочистки;

• ***мазут*** – остаток атмосферной перегонки, выкипает выше 350°С, сырье вакуумного блока АВТ, применяется как котельное топливо или сырье установок гидроочистки и термического крекинга;

• ***вакуумные дистилляты (вакуумные газойли)*** – выкипают в пределах 350-500°С, используются как сырье каталитического крекинга и гидрокрекинга; на НПЗ с масляной схемой переработки получают несколько (2-3) вакуумных дистиллятов;

• ***гудрон*** – остаток атмосферно-вакуумной перегонки нефти, выкипает при т-ре выше 500°С, используется как сырье установок термического крекинга, висбрекинга, коксования, производства битумов и масел.

Технологическая схема установки первичной перегонки нефти зависит от варианта переработки нефти – топливного или топливно-масляного.

При неглубокой переработке нефти по топливному варианту ее перегоняют на установках АТ, при глубокой переработке – на установках АВТ топливного или масляного варианта. В зависимости от варианта переработки нефти получают различный ассортимент топливных и масляных фракций.

Перегонку нефти на установках АТ или на атмосферных секциях комбинированных установок АВТ осуществляют различными способами, основными из к-рых являются:

• однократное испарение в трубчатой печи и разделение отгона в одной ректификационной колонне;

• двукратное испарение и разделение в двух ректификационных колоннах – в колонне предварительного испарения с отделением легких бензиновых фракций и в основной колонне.

Перегонку нефти с однократным испарением осуществляют по следующей схеме (**рис. П-1**). Сырая нефть, нагретая в теплообменниках *2* за счет теплоты отходящих с установки продуктов, подается насосом *1* для обезвоживания и обессоливания в электродегидраторы *3*, далее – в трубчатую печь *4*, где происходит ее однократное испарение, а из нее – в атмосферную колонну *5*, где осуществляется разделение на требуемые фракции. Такая технологическая схема перегонки нефти, как

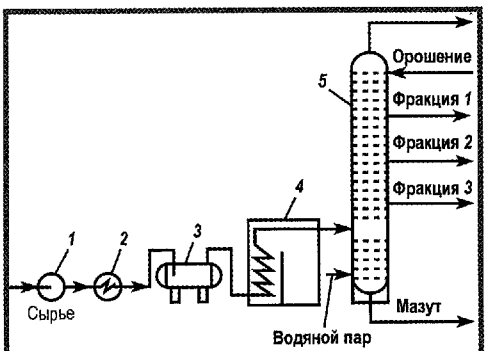


Рис. П-1. Схема перегонки нефти с однократным испарением

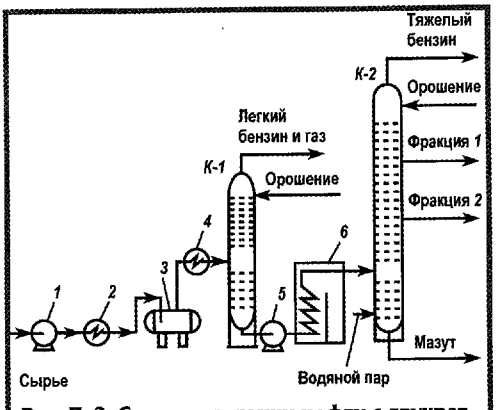


Рис. П-2. Схема перегонки нефти с двукратным испарением

правило, применима для нефтей с низким содержанием светлых нефтепродуктов и незначительным содержанием растворенного газа.

Совместное испарение легких и тяжелых фракций способствует снижению т-ры нагрева нефти перед подачей ее в колонну. Для нефтей с большим содержанием растворенного газа и низко-кипящих фракций применение такой схемы перегонки сопряжено с повышением давления в сырьевом насосе и соответственно во всех аппаратах до печи, в самой печи и в ректификационной колонне, что требует большего расхода металла на изготовление аппаратуры в связи с необходимым увеличением толщины стенок оборудования, и вызовет неизбежное ухудшение погоноразделения.

В этом случае используют схему перегонки с двукратным испарением нефти и двумя ректификационными колоннами (**рис. П-2**). В первой колонне отбирают легкий бензин и газ. При этом понижается общее давление в системе и давление в основной ректификационной колонне, в результате чего происходит более полное отделение светлых нефтепродуктов из нефти и более четкое разделение их в колонне.

Сырая нефть забирается насосом *1* и через теплообменники *2* подается на обезвоживание и обессоливание в электродегидраторы *3*. Обезвоженная и обессоленная нефть проходит вторую группу теплообменников *4*, нагревается до т-ры 210-220°С и поступает в первую ректификационную колонну *К-1*, где отбирается легкая фракция бензина и газ. Остаток из колонны *К-1* забирается насосом *5*, нагревается в трубчатой печи *6* до 340-360°С и поступает во вторую ректификационную колонну *К-2*, где отбираются все остальные требуемые фракции. При недостаточном нагреве нефти в низ колонны *К-1* можно подать часть отбензиненной нефти, нагретой в печи *6*, в виде горячей струи. При работе по этой схеме требуется более высокая т-ра нагрева в печи по сравнению со схемой однократного испарения вследствие раздельного испарения легкокипящих и более тяжелых фракций. Все современные установки АТ, в основном, работают по схеме двукратного испарения (**рис. П-3**).

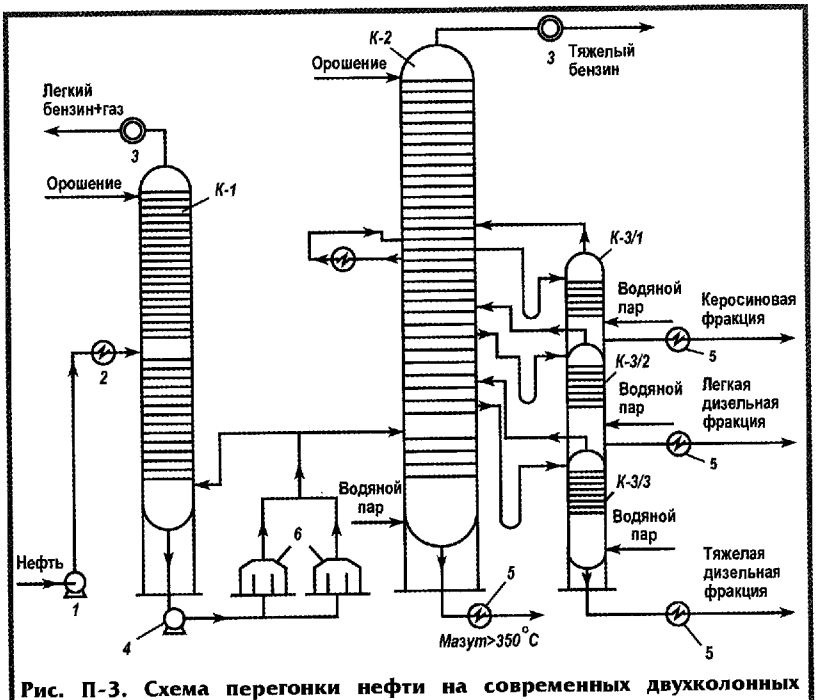


Рис. П-3. Схема перегонки нефти на современных двухколонных установках АВТ:

1 – сырьевой насос; *2* – теплообменники; *3* – конденсаторы-холодильники; *4* – горячий насос; *5* – холодильники; *6* – печь

Нефть, предварительно обезвоженная и обессоленная на блоке ЭЛОУ атмосферной или атмосферно-вакуумной трубчатой установки, насосом *1* подается в теплообменники *2* для нагрева до 220-230°С и далее – в колонну *К-1*, в эвапорационном пространстве к-рой происходит разделение ее на пары и неиспарившийся остаток, стекающий в нижнюю часть колонны по тарелкам.

Для поддержания необходимого теплового режима нижней части колонны *К-1* в нее поступает поток нагретой в печи *6* полуотбензиненной нефти («горячая струя»). Поток паров из эвапорационного пространства *К-1*, смешавшись с потоком паров, отпаренных из полуотбензиненной нефти, направляется в верхнюю часть *К-1*, проходя ряд тарелок. На каждой тарелке за счет контакта стекающей с верха колонны флегмы, образованной за счет подачи холодного орошения, с восходящим потоком паров происходит тепло- и массообмен, и пары, двигаясь вверх, все более облегчаются на каждой вышележащей тарелке и, пройдя все тарелки, достигают заданного качества. Как правило, за счет этого удаляется примерно половина бензиновой фракции с КК 130-140°С, к-рая вместе с газом конденсируется и охлаждается до 40-45°С в конденсаторе-холодильнике *3* и, после смешения с более тяжелым бензином из колонны *К-2*, направляется на стабилизацию от растворенного в ней газа и далее на вторичную перегонку. Горячим насосом *4* полуотбензиненная нефть из колонны *К-1* подается в трубчатую печь *6*, где нагревается до 340-350°С и поступает в эвапорационное пространство основной ректификационной колонны *К-2*, где вновь происходит процесс разделения на паровую и жидкую фазы, как и в колонне *К-1*.

Более тяжелая часть паров, конденсируясь на каждой тарелке, обогащает флегму высококипящими компонентами. Пройдя все тарелки, расположенные в нижней части колонны, жидкий остаток достигает заданного качественного состава по содержанию легкокипящих фракций, к-рое не должно превышать 4-6% на мазут. Обычно на практике принято ориентироваться на содержание фракций, выкипающих до 360°С.

Вводимый в нижнюю часть колонны перегретый водяной пар снижает парциальное давление нефтяных паров и способствует более полной отпарке легкокипящих компонентов из мазута.

С верхней части колонны *К-2* уходят пары бензина (и воды) с т-рой КК не более 180-190°С. Качество по концу кипения регулируют подачей бензинового орошения за счет возврата части охлажденного и сконденсированного в холодильнике-конденсаторе *3* верхнего продукта колонны *К-2*. Этим достигается поддержание определенной т-ры паров, уходящих с верхней тарелки, и соответственно качества бензиновой фракции.

С нижележащих тарелок концентрационной части колонны отбираются боковые погоны и др. нефтепродукты в виде жидкостей. Верхним боковым погоном отбирают керосиновую фракцию, затем фракцию легкую дизельную и еще ниже более тяжелую дизельную. Для осуществления процесса ректификации в колонне требуется создание потока орошения или флегмы. Если создавать этот поток только за счет подачи орошения в верхнюю часть колонны (так называемого острого орошения), потребуется большой его расход, что приведет к нерациональным тепловым потерям, а также к значительному перерасходу воды и энергии для конденсации и охлаждения орошения. В целях недопущения этого применяют, так называемое, циркуляционное орошение.

Для этого часть флегмы забирается с тарелки, проходит через теплообменник *2*, отдает свое тепло потоку нефти, как правило для нагрева перед колонной *К-1*, и охладившись до заданной т-ры, поступает на тарелку выше той, с к-рой забиралась флегма на охлаждение. При этом поддерживается определенный температурный режим на тарелке отбора флегмы и создаются условия, необходимые для поддержания потока флегмы на нижележащих тарелках. Циркуляционных орошений может быть несколько, вплоть до трех.

Основная часть флегмы с тарелки отбора орошения идет в качестве целевого продукта в отпарную колонну (стриппинг). В целевом продукте, в результате недостаточно четкого разделения, могут находиться более легкокипящие фракции, т.е. происходит наложение фракций. Это значит, что в отбираемой керосиновой фракции может находиться некоторое количество тяжелой бензиновой фракции. При этом без дополнительной ректификации качество керосина не будет соответствовать заданному, напр. по т-ре вспышки. Требуемая т-ра вспышки керосина по ГОСТ должна быть не ниже 28°С в закрытом тигле. Присутствие тяжелой части бензиновой фракции понизит ее на несколько градусов. Для доведения целевых продуктов до нужной кондиции применяют отпарные колонны. Отбираемая из колонны *К-2* керосиновая фракция направляется в верхнюю часть отпарной колонны, напр. *К-3/1*, оборудованной 9-12 тарелками. Поток керосина, стекая с тарелки на тарелку вниз стриппинга, встречается с потоком паров, движущихся вверх. Чтобы создать последний, в нижнюю часть стриппинга подают перегретый водяной пар с т-рой перегрева выше конца кипения бензиновой фракции, присутствующей в керосине.

Из верхней части стриппинга в колонну *К-2* отпаренные пары бензина вместе с водяным паром направляются в пространство между тарелкой отбора и вышележащей тарелкой колонны *К-2*, а керосин приобретает необходимое качество. Для каждой боковой фракции, отбираемой из колонны *К-2*, имеется свой стриппинг. Их бывает, как правило, 2–3.

ПЕРЕКОНСЕРВАЦИЯ – *расконсервация* и последующая *консервация*. П. изделий проводят при обнаружении дефектов *временной противокоррозионной защиты* при контрольных осмотрах в процессе хранения или по истечении сроков защиты (ГОСТ 9.103 ЕСЗКС). Для П. изделий используют варианты временной противокоррозионной защиты, применяемые при их консервации.

ПЕРЕМЫЧКА – поверхность головки поршня между *кольцевыми канавками*, а также над первым компрессионным *поршневым кольцом*, называемая огневой перемычкой.

ПЕРИОД СТАБИЛЬНОСТИ – показатель для оценки сохраняемости (стабильности) авиационных бензинов, в основном, для контроля окислительного распада тетраэтилсвинца (ТЭС) – химического изменения, происходящего обычно при хранении этилированных бензинов. Методы определения (ГОСТ 6667, ASTM D 873 и др.) основаны на окислении бензина в регламентированных условиях и установлении интенсивности образования в нем нерастворимых продуктов окисления ТЭС. По ГОСТ определяют П.с. как продолжительность окисления до появления в бензине взвеси или осадков в виде мути.

ПЕРИОДИЧЕСКОЕ КОКСОВАНИЕ В КУБАХ осуществляют в горизонтальных цилиндрических кубах диаметром 2-4 м и длиной 10-13 м. Сырье в кубе постепенно нагревают снизу открытым огнем. Газ и дистиллятные продукты выводят с верху кубов. Коксовый остаток в кубе подсушивают и «прокаливают» при т-ре в топке 680-700°С в течение 2-3 ч. Далее т-ру в топке под кубом постепенно снижают и охлаждают кокс в кубе сначала водяным паром, а затем воздухом. Когда т-ра кокса снизится до 150-200°С, его выгружают. Типичные параметры процесса: т-ра в паровой фазе 360-400°С, давление атмосферное. Этим способом в СССР многие годы получали электродный и специальные виды высококачественных коксов, включая кокс изотропной структуры. Другие продукты коксования в кубах близки по качеству к продуктам, получаемым по процессу замедленного коксования и используются в аналогичных областях. Однако способ малопроизводителен, требует большого расхода металла и топлива, а также значительных затрат ручного труда во вредных условиях и поэтому в России использование его прекратилось. За рубежом кубовый нефтяной кокс получают в значительных объемах, особенно в Китае.

ПЕРКОЛЯЦИОННАЯ ДООЧИСТКА ТВЕРДЫХ ПАРАФИНОВ – адсорбционная доочистка твердых парафинов после кислотно-щелочной очистки для улучшения стабильности цвета и запаха. Осуществляется в вертикальном обогреваемом водяным паром перколяторе (*адсорбере*), в к-рый загружают специальный *адсорбент* или крошку алюмосиликатного катализатора. Через него снизу вверх подают в расплавленном состоянии предварительно очищенный твердый парафин. Сверху перколятора выводят очищенный твердый парафин. После отработки адсорбента его выгружают из перколятора и либо подают на окислительную регенерацию, к-рую осуществляют горячим воздухом, либо выбрасывают в отвал. Недостатки процесса – низкий выход очищенного продукта, образование вредных для окружающей среды дымовых газов и отработанного адсорбента.

ПЕРОКСИДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИЕ – содержат группировку из связанных между собой двух атомов кислорода. Различают собственно пероксиды ROOR' (R и R' – органические радикалы), гидропероксиды ROOH и озониды.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАКЕТНЫЕ СИСТЕМЫ. До конца XX в. сгорание топлива оставалось основным источником энергии для реактивного движения. Учеными и конструкторами созданы высоко совершеннные термохимические двигатели. Однако возможности термохимических ракет ограничены самой природой горючего, окислителя, продуктов реакции. При ограниченной энергопроизводительности ракетных топлив, не позволяющей получить очень большую скорость истечения рабочего тела из сопла, требуется огромный запас топлива, чтобы разогнать ракету до необходимой скорости. Это вопрос не только экономии, но и самой возможности космического полета. Даже для решения сравнительно более простой задачи из области космических полетов – запуск искусственных спутников Земли, стартовая масса химической ракеты из-за огромного количества топлива должна во много десятков раз превышать массу груза, выведенного на орбиту. Для достижения второй космической скорости это соотношение еще больше. Ракетам завтрашнего дня предстоит перевозить в космосе многие тонны научного снаряжения и грузов. Для межпланетных полетов необходимо также топливо, чтобы корректировать орбиту полета, тормозить космический корабль перед посадкой на планету – цель, взлетать для возвращения на Землю и т.д. Стартовая масса термохимических ракет для таких пере-

летов становится невероятно большой – несколько млн т. Хотя с 1920-х годов было предложено немало перспективных технических концепций, большинство из них не получило практического воплощения. К П.р.с. относятся гибридные двигатели, электроракетные двигатели, ядерные ракетные двигатели, внешние источники энергии и др.

В **гибридных двигателях** используют твердое горючее и жидкий окислитель, напр. жидкий кислород или азотный тетраоксид. Такой подход позволяет наполовину упростить систему подачи топлива при сохранении присущей твердотопливным двигателям компактности. Поскольку окислитель и горючее хранятся раздельно, трещины в твердотопливном заряде горючего менее опасны, чем в традиционном твердотопливном двигателе, что упрощает его изготовление. Однако несмотря на значительные исследовательские усилия, особенно в 1980-х годах, эта идея так и не нашла широкого применения. Основная проблема – недостаточно устойчивый и эффективный процесс горения.

Электроракетный двигатель. Электричество можно использовать для нагрева рабочего тела. Примером такого двигателя может служить ионный двигатель, в к-ром используются высоковольтная дуга для ионизации рабочего тела, напр. аргона или паров ртути, а также электрическое поле для ускорения потока ионов. Принципиальное преимущество такого двигателя – очень высокий удельный импульс (до 5000 с, в зависимости от конструкции двигателя и используемого рабочего тела). Ионные двигатели предназначены для длительных космических полетов, когда за месяцы работы в условиях невесомости получается значительный суммарный прирост скорости. Ионные двигатели нашли также применение на геостационарных спутниках, где они обеспечивают постоянный небольшой импульс, достаточный для управления положением и сохранения орбиты. В других схемах электроракетных двигателей используются высокоэнергетическая плазма и магнитогидродинамический эффект.

Ядерные ракетные двигатели. Ядерная реактивная система едва не получила практическое воплощение. В крохотном количестве ядерного горючего содержится очень большой запас энергии. При реакции деления ядер на единицу массы выделяется в миллионы раз больше энергии, чем при сжигании лучших химических топлив. Так, напр. 1 кг урана при реакции деления может выделить столько же энергии, сколько 1700 т бензина при сжигании. Реакция ядерного синтеза дает энергии еще в несколько раз больше. Использование ядерной энергии позволяет резко снизить запас топлива на борту ракеты, но остается потребность в рабочем веществе, к-рое будет нагреваться в реакторе и выбрасываться из сопла двигателя.

В США в рамках программы по созданию ядерного ракетного двигателя (ЯРД) «NERVA» был разработан графитовый реактор, охлаждаемый жидким водородом, к-рый испарялся, нагревался и выбрасывался через ракетное сопло. Графит был выбран из-за его высокой температурной стойкости. По проекту «NERVA» ЯРД должен был развивать тягу 1100 кН в течение одного часа и иметь удельный импульс 800 с, что почти вдвое превышает соответствующий показатель для химических двигателей. Программа «NERVA» была отменена в 1972 г. из-за неопределенных сроков пилотируемого полета на Марс, для к-рого она разрабатывалась.

Разновидность ЯРД, использующего реакцию деления, представляет газофазный ядерный двигатель, в к-ром медленно движущаяся газовая струя делящегося плутония окружена более быстрым потоком охлаждающего водорода. Эта идея не вышла, однако, из стадии предварительных исследований

Интересная идея создания двигателя, использующего реакцию аннигиляции материи и антиматерии, изучалась в рамках программы стратегической оборонной инициативы (СОИ) США. Антивещество в виде атомов хранится в электромагнитной ловушке и посредством магнитного поля подается в камеру двигателя, где оно взаимодействует с обычным веществом, превращаясь в гамма-излучение, к-рое нагревает рабочую жидкость и создает реактивную струю. Хотя магнитные ловушки используются в физике высоких энергий, для получения нескольких граммов антивещества, необходимых для полета, требуется огромное количество энергии.

Внешние источники энергии. В рамках программ СОИ и Национального управления по аэронавтике и исследованию космического пространства (НАСА) также изучалась реактивная система с мощным лазером, к-рый нагревает рабочее тело, находящееся на борту ракеты. Сама ракета имеет небольшую массу, так как основная масса системы приходится на лазер, к-рый может располагаться на Земле. Такая система требует исключительно точного наведения лазерного луча на цель, чтобы не сжечь ракету вместо нагрева рабочего тела. Рассматривалась также идея использования больших зеркал для фокусирования солнечных лучей на двигатель.

К идеям будущего относятся возможное использование для ракет **фотонных** двигателей, **энергии атомного взрыва** и **гиперзвукового** воздушно-реактивного двигателя.

ПЕРФТОРПОЛИЭФИРЫ – см. *Перфторуглероды и перфторполиэфиры.*

ПЕРФТОРУГЛЕРОДЫ И ПЕРФТОРПОЛИЭФИРЫ – *фторсодержащие жидкости*, у к-рых все атомы водорода замещены на атомы фтора. Перфторуглероды или перфторполиэфиры получают фторированием исходных веществ. Поскольку фтор – сильнейший окислитель, фторирование проводится для каждого класса соединений в индивидуальных условиях. Прямое фторирование углеводородов для получения фторуглеродных масел проводится при низких отрицательных т-рах в среде фторуглеродных растворителей. Наиболее распространенным способом получения исходных перфторированных веществ является синтез через хлорпроизводные. Так, при фторировании хлорвинила или гексахлорпропилена получают тетрафторэтилен или гексафторпропилен, олигомеризацией к-рых с последующим насыщением двойной связи элементным фтором синтезируют жидкие перфторуглероды. Окислением перфторированных этилена и пропилена, а также дифторметана получают окиси перфторэтилена, перфторпропилена и дифторуглерода. Последние, в условиях, близких синтезу полиалкиленгликолей (ПАГ), олигомеризуют в перфторполизфиры.

Перфторполиэфиры маркируют в России аббревиатурой ПЭФ, за рубежом они наиболее известны под торговой маркой **«Фамблин».**

Отличительной особенностью перфторуглеродов и перфторполиэфиров является их высокая плотность – около 2000 кг/м³, нерастворимость в углеводородных растворителях, спиртах или простых эфирах. Эти вещества растворяются, главным образом, в хлорфторуглеродах или фторуглеродах. Вязкости при положительных т-рах и точки застывания у перфторуглеродов и углеводородов с равным количеством углеродных атомов и аналогичного строения примерно одинаковы, однако, вязкость при низких т-рах и испаряемость у перфторуглеродов выше. Перфторполиэфиры в зависимости от их строения и молекулярно-массового распределения различаются по вязкостным и низкотемпературным характеристикам. Среди них имеются продукты с т-рой застывания –70°С и индексом вязкости около 300. У основного ассортимента перфторполиэфиров т-ра застывания от –35 до –50°С, а индекс вязкости 120-140.

Перфторуглероды и перфторполиэфиры обладают высокой стойкостью к окислению воздухом, кислородом, хлором, фтором и др. окислителями. Они не горючи. Т-ра термической деструкции нек-рых перфторэфиров выше 350°С. При испарении при 250°С на воздухе перфторуглероды не образуют лаковых отложений. Противоизносные характеристики перфторполиэфиров сравнимы с характеристиками полиалкиленгликолей (ПАГ), а в отношении противозадирных свойств они среди основ не имеют себе равных.

Серьезным недостатком перфторуглеродов и перфторполиэфиров является их высокая стоимость. В соответствии с этим они применяются в качестве основ смазочных материалов преимущественно в тех случаях, когда невозможно или неэффективно использовать др. классы синтетических масел. Основные области применения смазочных материалов на основе этих базовых масел: узлы трения аэрокосмического и атомного оборудования, запорная аппаратура, насосы и компрессоры для перекачки углеводородов, жидкого кислорода, хлор- и фторсодержащих газов, перекиси водорода, азотной кислоты, анилина, его производных, гидразина и других азотистых оснований.

ПЕТРОЛАТУМ – полутвердый продукт, состоящий из микрокристаллического парафина и содержащий значительное количество минеральных масел (ISO 1998/1). П. – побочный продукт процесса сольвентной депарафинизации остаточных масляных фракций.

ПЕЧНОЕ БЫТОВОЕ ТОПЛИВО – см. *Топливо печное бытовое.*

ПИГМЕНТНАЯ СМАЗКА – смазка, содержащая в качестве загустителя фталоцианиновые пигменты, индантрены, изовиолантрон и некоторые др. Молекулы пигментов имеют функциональные группы (напр. хинонную), характерные для ингибиторов окисления, поэтому служат не только загустителями, но и добавками, повышающими антиокислительную и термическую стабильность (особенно полисилоксанов). Кроме того, они являются противоизносными и противозадирными добавками. П.с. обычно готовят на основе термостойких кремнийорганических жидкостей и используют в качестве высокотемпературных смазок. П.с. ВНИИНП-235, -246 по реологическим свойствам близки к неструктурированным полутекучим пастам, работоспособны до 250°С.

ПИНС – см. *Пленкообразующий ингибированный нефтяной состав.*

ПИТТИНГ – усталостное разрушение (выкрашивание) поверхностей.

ПЛАСТИФИЦИРУЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ СОТС – способность СОТС облегчать и локализировать пластическую деформацию металла в результате адсорбции или хемосорбции ПАВ на его поверхности. В результате облегчается выход *дислокаций* на поверхность металла, что улучшает его пластичность. Движение дислокаций на поверхность металла и составляет сущность пластической деформации. В ряде случаев образующийся пластифицированный (размягченный) слой играет роль смазочного материала и препятствует налипанию

обрабатываемого материала на режущий инструмент. При этом улучшается качество обрабатываемой поверхности и уменьшаются усилия резания. Способностью к адсорбционному пластифицированию поверхности металлов обладают органические кислоты, эфиры, спирты, сульфиды, хлориды, расплавы нек-рых металлов, амины и др. вещества.

ПЛАСТИЧНАЯ СМАЗКА (*Ндп.* «Консистентная смазка», так как консистенция – состояние любых веществ) – смазочный материал, к-рому не просто дать каноническое определение. Обычно основой определения пластичной смазки являются ее реологические характеристики, что, однако, делает определение неполным (одномерным).

• С **реологической** точки зрения (см. *Реология пластичных смазок*) пластичная смазка представляет собой вязкопластичное тело, к-рое не деформируется под действием напряжения, меньшего некоторого критического значения (предела текучести), а при большем напряжении – течет как вязкая жидкость (модель Бингама). При течении пластичная смазка отличается от *ньютоновской* (нормальной) *жидкости* наличием зависимости эффективной вязкости от скорости деформации сдвига (вязкостно-скоростной характеристики), т.е. является неньютоновской (аномальной) жидкостью. После снятия напряжения пластичная смазка вновь приобретает свойства вязкопластичного тела.

• С точки зрения **коллоидной химии** пластичная смазка является пространственно структурированной тиксотропной (см. *Тиксотропия*) коллоидной системой, состоящей из *жидкой дисперсионной среды, дисперсной фазы* в виде твердых частиц коллоидных размеров (в одном или двух измерительных направлениях), не образующих структуру ПАВ. В ячейках структурного каркаса такой системы 60–80% дисперсионной среды удерживается за счет капиллярных и адсорбционных сил, а остальная часть – механически, к-рая может быть механически отпрессована.

• С точки зрения **инженера-технолога** П.с. – сложный продукт, содержащий 65–96% смазочной жидкости (*дисперсионной среды*), от 4 до 35% твердого *загустителя* (*дисперсной фазы*) и, как правило, в небольшом количестве, *функциональные добавки*.

• С точки зрения **конструктора машин** пластичная смазка – это органическое или неорганическое вещество, способное снижать трение, уменьшать износ трущихся поверхностей и предотвращать их повреждение в результате возникновения задиров. Главное отличие (и преимущество) П.с. от смазочного масла состоит в ее пластичности и значительной адгезии по отношению к металлическим поверхностям, благодаря чему она хорошо заполняет внутреннее пространство узла трения, и не вытекает из него. Это позволяет исключить дорогостоящую и громоздкую систему смазки, столь необходимую для использования смазочного масла. Тенденция к упрощению смазочной системы, массы и габаритов механизмов диктует необходимость использования в подавляющем числе (до 90%) узлов трения именно П.с., а не масел, причем доля узлов трения, смазываемых П.с., с течением времени постоянно возрастает.

• С точки зрения **химмотолога** важной является способность П.с. снижать свою вязкость до значения вязкости базового масла при увеличении скорости деформации сдвига. Это позволяет компенсировать неизбежные (при применении масел вместо смазок) потери на внутреннее трение. Наличие у П.с. структурного каркаса предопределяет их более высокие, по сравнению с маслами, демпфирующие свойства (способность гасить колебательные процессы, обусловленные деформированием в зоне фрикционного контакта). Существенным преимуществом П.с. перед смазочными маслами является также меньшая зависимость вязкости (для П.с. – эффективной вязкости) от т-ры, что способствует их большей эффективности при работе в широком интервале температур.

Свойства П.с. как твердого тела обусловлены наличием структурного каркаса, особенности к-рого определяются природой, размерами (дисперсностью и анизометричностью), формой частиц дисперсной фазы и энергетическими связями между этими частицами.

Сочетание при эксплуатации свойств жидкости и твердого тела определяет области применения П.с. (см. *Применение пластичных смазок*). П.с. предназначена для снижения трения и изнашивания (износа) сопряженных поверхностей, консервации изделий, герметизации уплотнений и соединений.

Состав и основные характеристики П.с. приведены в **табл. П-5.**

Классификация П.с. – см. *Классификация пластичных смазок*.

Свойства пластичных смазок, характеризующие их качество, оцениваются показателями, приведенными в ГОСТ 4.23 (**табл. П-6**). Стандарт не распространяется на пластичные смазки с твердыми добавками, полужидкие смазки, смазки на немыльных загустителях и смазочные пасты.

Показатели качества смазок подразделяются на:

• общие – для оценки качества всех смазок (**табл. П-7**);

П-5. Состав и основные характеристики пластичных смазок

Загуститель	Дисперсионная среда	Т-ра каплепадения или плавления, °С	Максимальная т-ра применения, °С	Водостойкость	Защитные свойства	Механическая стабильность
Ал	Нефтяное масло	70-100	80	Очень хорошая	Очень хорошие	Низкая
кАл	Нефтяное масло	240-300	150	Хорошая	Хорошие	Очень хорошая
Ба	Нефтяное масло	90-120, 90-160	90	Очень хорошая Хорошая	Очень хорошие Хорошие	Хорошая
кБа	Нефтяное масло	150-230, 150-240	150	Хорошая	Хорошие	Хорошая
Ка	Нефтяное масло	75-100	70	Хорошая	Хорошие	Средняя
кКа	Нефтяное масло	200-250	120	Средняя хорошая	Средние хорошие	Хорошая
кКа	Кремнийорганическая жидкость	200-250	160	Средняя	Средние	Средняя
Ли	Нефтяное масло	180-200	130	Хорошая	Хорошие	Низкая
кЛи	Нефтяное масло	210-250	160	Средняя	Средние	Хорошая
На	Нефтяное масло	120-200	110	Низкая	Низкие	Средняя
кНа	Нефтяное масло	200-250	150	Низкая	Низкие	Хорошая
Т	Нефтяное масло	50-70	50	Очень хорошая	Очень хорошие	Средняя хорошая
Пг	Кремнийорганическая жидкость	Не имеет	250	Хорошая	Средние	Хорошая
Ур	Кремнийорганическая жидкость	Не имеет	180	Хорошая	Хорошие	Хорошая
Пм	Нефтяное масло	Не имеет	100	Хорошая	Хорошие	Средняя
Фу	Галогенуглеродные жидкости	Не имеет	150	Средняя	Низкие	Низкая
Си	Кремнийорганические и галогенуглеродные жидкости	Не имеет	150	Хорошая	Низкие	Хорошая
Бн	Нефтяное масло	Не имеет	120	Хорошая	Средние	Хорошая

Примечания.
1. Приведенные характеристики имеют ориентировочный характер, так как они зависят не только от загустителя и дисперсионной среды, но и от наличия в смазке присадок, добавок, особенностей технологии, условий эксплуатации и т.п.
2. Смазки, полученные с использованием оксистеарата лития, имеют хорошую механическую стабильность.
3. Галогенуглеродные жидкости отличаются высокой химической стойкостью

П-6. Показатели качества пластичных смазок (ГОСТ 4.23)

Показатели	Характеризуемое свойство смазки
НАЗНАЧЕНИЕ	
Коррозионное воздействие на металлы	Коррозионная активность смазки
Содержание воды	Состав
Предел прочности на сдвиг	Реологические свойства
Вязкость динамическая	Реологические свойства
Вязкость кинематическая	Реологические свойства
Смазывающие свойства	Эксплуатационные свойства (противозадирные и противоизносные)
Механическая стабильность	Реологические свойства Стабильность
Коллоидная стабильность	Стабильность
Испаряемость	Стабильность
Стабильность против окисления	Стабильность
Термоупрочнение	Реологические свойства Стабильность
Консервационные (защитные от коррозии) свойства	Эксплуатационные свойства (защита от атмосферной коррозии)
Содержание механических примесей	Загрязненность
Содержание свободных щелочей и свободных органических кислот	Состав
Кислотное число	Состав
Содержание водорастворимых кислот и щелочей	Состав
Т-ра каплепадения	Реологические свойства
Пенетрация	Консистенция
НАДЕЖНОСТЬ	
Гарантийный срок хранения смазки, мес. (год)	Стабильность показателей
ЭРГОНОМИЧНОСТЬ	
ПДК паров вредных веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений	Воздействие на организм
Токсичность компонентов	Воздействие на организм
КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	
Внешний вид смазки	
БЕЗОПАСНОСТЬ	
Т-ра вспышки, °С	Пожаро(взрыво)опасность
Т-ра самовоспламенения, °С	Пожаро(взрыво)опасность
Класс опасности	-

Примечание.
Для характеристики эксплуатационных свойств смазок могут использоваться комплексные показатели качества, определяемые при стендовых испытаниях

Окончание табл. П-6

П-7. Применяемость общих и специализированных показателей назначения по группам и подгруппам смазок

Показатели	Группы (подгруппы) смазок																
	Антифрикционные												Консервационные	Канатные	Уплотнительные		
	Для обычных температур	Для повышенных температур	Термостойкие	Морозостойкие	Многоцелевые	Противозадирные и противоизносные	Химически стойкие	Приборные	Редукторные (трансмиссионные)	Приработочные	Узкоспециализированные (отраслевые)	Брикетные			Арматурные	Резьбовые	Вакуумные
Коррозионное воздействие на металлы	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Содержание воды	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Предел прочности на сдвиг	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+[1]	-	-	-	+[1]	-	-
Вязкость	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-
Смазывающие свойства	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
Механическая стабильность	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Коллоидная стабильность	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Испаряемость[1]	-	-	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	+
Стабильность против окисления[1]	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Термоупрочнение[1]	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Консервационные (защитные) свойства	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
Содержание механических примесей[2]	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	+
Содержание свободных щелочей и свободных органических кислот[3]	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-
Кислотное число	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Содержание водорастворимых кислот и щелочей[1]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
Т-ра каплепадения[4]	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+[1]	+	+	-	+	+
Пенетрация[5]	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-

[1] Определяют для отдельных смазок с учетом особенностей их состава и назначения.
[2] Не определяют для смазок на основе загустителей, нерастворимых в органических растворителях и соляной кислоте.
[3] Определяют только для мыльных смазок.
[4] Не определяют для смазок на неорганических или других загустителях, не плавящихся до 250°С, и для смазки солидол синтетический.
[5] Определяют при поставке смазки на экспорт.
Примечание. Знак «+» означает, что данный показатель проверяется, знак «-» - не проверяется

• специализированные – для оценки качества отдельных групп (подгрупп) смазок с учетом особенностей их состава и назначения (см. табл. П-7);

• подлежащие проверке в каждой партии продукции ($П_к$);

• подлежащие периодической проверке ($П_ц$).

Для некоторых специализированных пластичных смазок важными показателями, кроме указанных в таблице, являются показатели, определяемые специально разработанными (не гостированными) методами исследования. Напр., *водостойкость*, *адгезия* (липкость), *растворимость в воде*, *склонность к сползанию*, *смываемость*, *способность предотвращать фреттинг-коррозию*, *стойкость к топливам* (для бензиноупорных смазок), *стойкость к жидкому кислороду*, *стойкость к антиобледенительным жидкостям*.

ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА – см. *Технология производства пластичных смазок*.

ПЛАСТИЧНЫЕ СОТС представляют собой пластичные смазки на углеводородных, мыльных, смешанных и др. загустителях. Кроме загустителей П. СОТС могут содержать противоизносные и проти-

возадирные присадки и наполнители (порошкообразные металлы, графит, дисульфид молибдена, слюду и др.). П. СОТС на углеводородных загустителях используют в мелкосерийном производстве при нарезании резьбы (метчиками и плашками), сверлении отверстий вручную, на отдельных операциях протягивания и развертывания, при полировании и обработке металлов напильниками. Из П. СОТС наибольшее распространение получили технологические смазки в виде паст. Они являются неотъемлемым элементом алмазно-абразивной обработки материалов при полировании, доводке, притирке и заточке инструмента. Пасты представляют собой композиции, состоящие из абразивных наполнителей и связующих. В качестве связующих применяют органические и неорганические вещества в различных сочетаниях (парафин, церезин, петролатум, олеиновая, стеариновая и пальмитиновые кислоты, растительные и животные жиры, воски, нефтяные масла, полигликоли, эфиры ненасыщенных жирных кислот, мыла, полимер, канифоль, скипидар, глицерин, аэросил, мел, тальк и др.).

Применение П. СОТС ограничивается трудностью введения их в зону резания, невозможностью сбора, очистки и повторного применения.

ПЛАСТИЧНЫЙ СМАЗОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ (ПСМ) – полутвердый или твердый продукт, состоящий из смеси минерального или синтетического масла, стабилизированного мылами или др. загустителями с возможным содержанием др. компонентов (ГОСТ 27674).

Примечание. Ранее, до введения ГОСТ 27674, также применялся термин «консистентная смазка» (консистенция – состояние), что является неточным, поскольку не характеризует консистенцию смазочного материала, и, следовательно, его способность оказывать сопротивление деформации при внешнем воздействии.

Временно до 01.01.93 допускалось наряду с термином «пластичный смазочный материал» применять и его краткую форму «смазка». Однако на практике оба термина «пластичная смазка» и «смазка» широко используется и сегодня. Поэтому они применяются и в настоящем издании.

ПЛЕНКИ АДСОРБЦИОННЫЕ – см. *Адсорбционные пленки*.

ПЛЕНКООБРАЗУЮЩЕЕ ВЕЩЕСТВО – загуститель полимерного типа, используемый в лакокрасочной промышленности и в составе некоторых *средств временной противокоррозионной защиты*. К числу последних относятся *пленкообразующие ингибированные нефтяные составы*.

П.в. делят на природные и синтетические. Большинство синтетических П.в. – реакционно способные олигомеры разветвленного или линейного строения, способные вступать в реакции поликонденсации или полимеризации. Поликонденсационные П.в. (алкидные, фенолформальдегидные и кремнийорганические смолы, эпоксидные и полиуретановые смолы) представляют собой продукты взаимодействия ди- или полифункциональных соединений, полимеризационные П.в. (виниловые полимеры, полиакрилаты, фторпласты, эластомеры и др.) – продукты аддитивной гомо- или сополимеризации мономеров реакционно способными двойными углерод-углеродными связями олефинового типа.

По способу формирования пленки на поверхности металлов выделяют термореактивные (преимущественно поликонденсационные П.в.) и термопластичные (в основном полимеризационные П.в). Различают химическое отверждение, приводящее к химическим превращениям П.в. с образованием пространственной структуры на металле, и физическое отверждение, когда в результате удаления растворителя на металле формируется пленка из макромолекул связующего вещества.

В *ПИНС* чаще используют полимеризационные П.в., прежде всего, полиолефины, полиметакрилаты. Из поликонденсационных П.в успешно применяются эпоксидные и кремнийорганические смолы, полиэфиры (алкидные смолы).

К природным П.в. относятся битумы, натуральный каучук, казеин, высыхающие масла (олифа), канифоль и др. Битумы различных типов, латексы, каучуки, а также разнообразные битумно-латексно-каучуковые и битумно-резиновые композиции являются основой ПИНС групп Д-1, Д-1-шасси, Д-2.

ПЛЕНКООБРАЗУЮЩИЙ ИНГИБИРОВАННЫЙ НЕФТЯНОЙ СОСТАВ (НГ-216 А,Б,В; НГ-222 А,Б,АФ; Мовиль-Супер, ОРЕМИН, Оремин-АЦ, Мовитин, Кабинор, ИВВС-Ор, ПЭВ-74) – *средство временной противокоррозионной защиты* на основе высокомолекулярных пленкообразующих нефтепродуктов с добавками *ингибиторов коррозии* и *растворителей* (ГОСТ 9.103 ЕСЗКС). Принято сокращенное наименование – *ПИНС*.

Теория и практика создания и применения ПИНС разработаны под руководством Ю.Н.Шехтера.

ПИНС являются многокомпонентными *защитными материалами*, что объясняется их многофункциональностью и, соответственно, высокими требованиями, предъявляемыми к их качеству. В зависимости от области применения и решаемых задач ПИНС **должны обладать способностью**:

• быстро и полно удалять с защищаемой поверхности влагу вместе с растворенными в ней солями (см. *Водовытесняющее свойство средства временной противокоррозионной защиты)*;

• проникать в микрозазоры, микротрещины, микродефекты металла, лакокрасочного или гальванического покрытий, пропитывать слой ржавчины и замедлять или предотвращать коррозию (см. *Проникающее и пропитывающее свойство средства временной противокоррозионной защиты)*;

• формировать за счет сил *адгезии* (сцепление частиц средства с защищаемой поверхностью) и *когезии* (сцепление частиц в объеме защитной пленки) прочную эластичную пленку, устойчивую к воздействию влаги, солей, абразивных частиц, низких температур (см. *Адгезионно-когезионнные свойства средств временной противокоррозионной защиты*);

• тормозить электрохимические процессы коррозии благодаря образованию на защищаемой поверхности хемосорбционных и адсорбционных слоев *ингибиторов коррозии* и др. компонентов защитного материала (см. *Защитное свойство средства временной противокоррозионной защиты*);

• предохранять от коррозии благодаря механической изоляции защищаемой поверхности от влаги, кислорода воздуха и других коррозионно-агрессивных агентов;

• обладать эффектом «последействия» (см. *Последействие средства временной противокоррозионной защиты*).

Кроме эффективной защиты от коррозии ПИНС должны обладать определенными смазывающими свойствами, защищать от коррозионно-механического изнашивания, что весьма важно для повышения надежности и продления срока службы наружных и внутренних элементов металлоизделий, напр., конструкций автомобиля: шасси, рессор, торсионов, подвесок и т.д.

Исходя из перечисленных функций механизм защитного действия ПИНС определяется тремя основными составляющими:

• свойствами компонентов ПИНС и взаимодействием межу ними;

• процессами, происходящими при нанесении ПИНС на металлическую поверхность;

• действием защитной пленки, сформировавшейся в процессе нанесения ПИНС, зависящим от особенностей ее строения.

Основными компонентами ПИНС являются ингибиторы коррозии (масло- и водомаслорастворимые), загустители, *пленкообразующие вещества*, наполнители, пластификаторы, растворители.

Ингибиторы коррозии (нефтяные и синтетические сульфонаты, синтетические жирные кислоты, сукцинимиды, окисленные и нитрованные нефтепродукты и др.) значительно влияют на стадию вытеснения воды с поверхности металла, способствуют проникновению ПИНС в микрозазоры и микротрещины, образуют на металле адсорбционно-хемосорбционные слои.

Загустители и пленкообразующие вещества (воски, парафины, церезины, битумы, мыла органических кислот, силикагели, синтетические полимеры, смолы, каучуки и др.) придают прочность, твердость и эластичность пленкам.

Наполнители (асбест, графит, дисульфид молибдена, силикагели, резиновая крошка, пигменты, порошки металлов и др.) улучшают *защитные свойства* пленок, ускоряют их высыхание, придают пленкам большую твердость, лучшую смазывающую способность и устойчивость к воздействию агрессивных сред.

Пластификаторы (минеральные масла, сложные эфиры, олифа, касторовое масло, ланолин, алкилфталаты и др.) улучшают релаксационные характеристики защитных пленок ПИНС в момент их образования на поверхности металла (до и после испарения растворителей) и способствуют образованию сплошных однородных пленок *защитного покрытия* без дефектов, трещин и участков с неравномерной толщиной.

Растворители (нефрас, бензин, ароматические углеводороды и их смеси, вода) подбирают с таким расчетом, чтобы обеспечить максимальную скорость испарения и образование прочной, но в то же время эластичной пленки без каверн и трещин.

Кроме того, в состав ПИНС входят *антиккорозионные, антиокислительные* и *бактерицидные присадки*.

Применяют ПИНС для наружной и внутренней *консервации* металлоизделий и обладают целым рядом преимуществ по сравнению с лакокрасочными материалами, *пластичными смазками* и *консервационными маслами*. Они способны гарантированно защищать металлоизделия в тонкой пленке (0,2-0,05 мм) длительный срок, что позволяет в отдельных случаях не пользоваться дополнительной упаковкой. ПИНС, благодаря своим высоким поверхностным свойствам, могут использоваться в качестве вторичной защиты поврежденных лакокрасочных покрытий или дополнительной защиты лакокрасочных и гальванических покрытий, а также для *консервации* изделий сложной конфигурации, для консервации влажных поверхностей, в т.ч. частично прокорродировавших. ПИНС наносится на металлическую поверхность намазыванием кистью или валиком, погружением деталей в ванну с ПИНС, поливанием, прокачиванием, распылением в смеси с воздухом или безвоздушным способом. После испарения растворителя на металле образуются твердые (напр. битум-

П-8. Классификация ПИНС

Группа	Применение	Основные характеристики
Д-1 (НГ-216А, НГ-222А, Мовитин)		
Д-1-С Д-1-С (шасси)	Длительная консервация наружных поверхностей стационарных и передвижных мталлоизделий, хранящихся на открытых площадках Защита от коррозии подкузовной части автомобиля на заводах-изготовителях и на станциях технического обслуживания	Образуют твердые или полутвердые пленки защитного покрытия толщиной 100-500 мкм, обладающие высокой защитной способностью, атмосферо- и абразивостойкостью.
Д-2 (НГ-216Б, НГ-222Б, НГ-222АФ, Кабинор)		
Д-2-С-Т-h Д-2-С-Т-h	Консервация неокрашенных и окрашенных наружных поверхностей металлоизделий Использование в качвстве рабоче-консервационного смазочного материала (ПИНС-РК) для наружной и внутренней консервации металлоизделий сложной конфигурации, цепей, тросов, канатов, гусениц тракторов, тягачей и др.	Толщина пленки защитного покрытия 20-100 мкм. Высокив защитные и поверхностные свойства. ПИНС-РК обладают также смазывающими свойствами
МЛ-1 (Мовиль-Супер, ПИНС-АТ, НГ-222Б)		
МЛ-1-С-h-d	Консервация скрытых и труднодоступных внутренних повврхностей металлоизделий, прежде всего автомобильной и сельскохозяйственной техники	Толщина пленки защитного покрытия 10-50 мкм. Высокие водовытесняющив, проникающие, пропитывающие свойства
МЛ-2 (Оремин, Оремин-АЦ, Мольвин-МЛ)		
МЛ-2-С	Консервация скрытых поверхностей автомобилей на заводах-изготовитвлях	Толщина пленки защитного локрытия 30-80 мкм. Повышенная тиксотропность и высокая т-ра каплвпадения, хорошие смазывающие свойства
"З" (НГ-216В, ЗВВД-13, ИВВС-Ор, ПЭВ-74, НГ-224, Аквамин, Ситаква, РОСОЙЛ-ИВВС)		
З-С-Т-d	Межоперационная противокоррозионная защита сборочных единиц, заготовок, инструмента, точных и особо точных изделий, запасных частей, металлического листа, проката и прочих металлоизздвлий, защита поврежденных лакокрасочных покрытий	Образуют мягкив, полужидкие или жидкие масляные плвнки толщиной 5-40 мкм

ные), полутвердые (напр. восковые), мягкие (в виде пластичных смазок) и жидкие масляные защитные пленки. Защитное покрытие на основе ПИНС является *смываемым*, характеризуются *морозостойкостью* – не растрескивается при низких т-рах (до –40°С), термостойкостью – не стекает с защищаемой поверхности при высоких т-рах (*т-ра сполэания* выше 70°С), обладает способностью «самозалечиваться» при механическом повреждении. Твердые пленки защитного покрытия устойчивы к воздействию атмосферных осадков и абразивных частиц.

Классификация ПИНС предусматривает разделение их по способам нанесения (по типу содержащегося в ПИНС растворителя) и областям применения.

По способам нанесения различают четыре вида ПИНС: С – нанесение из горючих органических растворителей, Т – нанесение из негорючих хлор- или фторорганических растворителей, d – нанесение в виде коллоидных водных растворов или эмульсий, h – в виде аэрозолей. По областям применения различают пять групп: Д-1, Д-2, МЛ-1, МЛ-2 и «3» (**табл. П-8**).

Многие зарубежные фирмы вырабатывают аналогичные средства временной противокоррозионной защиты, называемые защитными флюидами или просто флюидами. В России широко известна продукция компании Valvoline (Нидерланды), к-рая выпускается под торговой маркой Tectyl, а также шведские материалы с торговой маркой Dinitrol, производимые международным концерном EFTEC.

ПЛОТНОСТЬ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА – косвенный показатель наличия дистиллятных фракций вторичных процессов в товарном дизельном топливе. В ГОСТ 305 плотность дизельного топлива нормируется при 20°С: летнее – не более 860 кг/м³, зимнее – не более 840 кг/м³, арктическое – не более 830 кг/м³. В зарубежных стандартах и отечественных нормативных документах (последние разработки) плотность нормируют при 15°С. EN 590 предусматривает следующие пределы плотности: летнее – 820-845 кг/м³, для холодного и арктического климатов – 800-840 кг/м³.

Наибольшей плотностью характеризуются ароматические углеводороды, наименьшей – парафиновые. Нафтеновые углеводороды занима-

ют промежуточное положение. Поэтому фракции с одинаковыми т-рами начала и конца кипения, но полученные из различных нефтей, характеризуются различной плотностью.

Плотность дизельного топлива определяют ареометром по ГОСТ 3900 или ГОСТ Р 51069. Зарубежные методы – EN ISO 3675, ASTM D 1298. Автоматическое определение плотности с применением цифровых плотномеров проводят в соответствии с ASTM D 4052, 5002 или EN ISO 12185.

ПЛОТНОСТЬ НЕФТЕЙ И НЕФТЕПРОДУКТОВ (методы определения) – плотность – физическая величина, определяемая массой вещества в единице объема (кг/м³, г/см³). Плотность вещества зависит от т-ры: с ее повышением плотность уменьшается и наоборот. Отношение плотностей двух веществ при определенных стандартных физических условиях называется **относительной плотностью.** Относительная плотность – величина безразмерная. В России длительное время было принято определять ее при 20°С и относить к плотности дистиллированной воды при 4°С, равной единице (ρ_4^{20}: верхний индекс – т-ра опыта, нижний – т-ра воды). Если по условиям опыта плотность нефтепродукта определяется не при 20°С, ее значение пересчитывают и приводят к нормальному значению ρ_4^{20}.

Плотность входит составной частью в различные константы, характеризующие химический состав и свойства нефтепродуктов. Для реактивных топлив, мазутов, газотурбинных топлив, осветительных керосинов, бензинов и др. плотность – нормируемый показатель.

П.н.н. в соответствии с ГОСТ 3900 определяют ареометром и пикнометром.

Ареометрический метод имеет преимущество при определении плотности для учета массы нефти и нефтепродуктов, так как позволяет определять их плотность непосредственно на месте отбора проб из емкостей при той же т-ре, при к-рой измерен объем продукта. Метод основан на законе Архимеда. Отсчет по шкале погруженного в испытуемый продукт ареометра показывает относительную плотность при т-ре испытания. Т-ру испытуемой пробы определяют до и после измерения плотности термометром ареометра или дополнительным термометром. В полученное при отсчете по шкале ареометра значение плотности вносят поправку на мениск (если используют ареометры, градуированные по нижнему мениску) по таблице ГОСТ 3900. По округленному значению т-ры и плотности, определенной по шкале ареометра, находят плотность испытуемого продукта при 20°С по таблице приложения 1 к ГОСТ 3900.

Пикнометрический метод (более точный) основан на определении относительной плотности с помощью пикнометров типа ПЖ-1, ПЖ-2, ПЖ-3, ПТ только при 20°С. При определении плотности вязкого продукта последний предварительно нагревают до 50–60°С, твердый продукт предварительно измельчают на кусочки.

Относительную плотность испытуемого продукта вычисляют по формуле:

$$\rho_4^t = (m_3 - m_1)/m,$$

где m_1 – масса пустого пикнометра, г; m_3 – масса пикнометра с продуктом, г; m – «водное число» пикнометра, т.е. масса воды в объеме пикнометра при 20°С.

Плотность испытуемого продукта ρ, г/см³, вычисляют по формуле:

$$\rho = \rho_4^t \cdot \rho_0 \pm C_D,$$

где ρ_4^t – относительная плотность испытуемого продукта; ρ_0 – плотность воды при т-ре испытания, г/см³; C_D – поправка к плотности, определенной при давлении, отличном от 101,3 кПа (760 мм рт.ст.).

Значения величин ρ_0, C_D приведены в ГОСТ 3900.

Зарубежные стандарты на методы испытаний активно внедряют в нормативную документацию на продукты для снятия барьеров в экспортно-импортных поставках нефти и нефтепродуктов.

В зарубежных стандартах П.н.н. обычно нормируется при 15°С. Последние были введены в США якобы для практического удобства. Однако никаких преимуществ перед абсолютными единицами плотности они не имеют, хотя часто цены на сырую нефть указывают рядом со значениями плотности в градусах API.

С июля 1998 г. в России введен **ГОСТ Р 51069 «Нефть и нефтепродукты. Метод определения плотности, относительной плотности и плотности в градусах API ареометром»** аутентичный ASTM D 1298 «Стандартный метод определения плотности, относительной плотности или плотности в градусах API сырой нефти и нефтепродуктов ареометром». Стандарт распространяется на сырую нефть, нефтепродукты, смеси нефтей и жидкие не нефтяные продукты с ДНП по Рейду (ГОСТ 1756) 179 кПа или менее и устанавливает метод определения плотности, относительной плотности или плотности в градусах API с помощью стеклянного ареометра.

Пробу доводят до заданной т-ры и переносят в цилиндр. В пробу погружают ареометр. После достижения температурного равновесия отмечают показания ареометра и т-ру испытуемой пробы. При необходимости цилиндр с продуктом помещают в баню с заданной постоянной т-рой во избежание значительной погрешности во время испытания. Отмечают показания ареометра при т-ре испытания. Затем плотность приводят к т-ре 15°С, а относительную плотность и плотность в градусах API

приводят к т-ре 60 F с помощью международных стандартных таблиц. С помощью этих таблиц значения, определенные в одной из трех систем измерений, можно перевести в эквивалентные значения другой. Это позволяет проводить измерения в принятых национальных единицах.

ГОСТ Р 51069 также как и ASTM D 1298 содержит дополнительные требования, отражающие потребности экономики страны.

ASTM D 1250 «Руководство по таблицам измерения параметров нефти и нефтепродуктов» содержит таблицы измерения параметров нефти и нефтепродуктов, предназначенные для применения при расчетах их количеств независимо от источника, места назначения или единиц измерения, используемых покупателями или по заказу.

Для нефтей и нефтепродуктов используются табл. 53 и 54 ASTM D 1250:

- табл. 53А «Нефти. Корректировка наблюдаемой плотности к плотности при 15°С»;
- табл. 53В «Нефтепродукты. Обобщенные данные для приведения наблюдаемой плотности к плотности при 15°С»;
- табл. 54А «Сырая нефть. Корректировка объема к объему при 15°С»;
- табл. 54В «Нефтепродукты. Корректировка объема к объему при 15°С с учетом плотности при 15°С».

Международный стандарт **ISO 3676 «Сырая нефть и жидкие нефтепродукты. Определение плотности ареометром в лабораторных условиях»** устанавливает метод лабораторного определения стеклянным ареометром плотности сырой нефти при 15°С, жидких нефтепродуктов и смесей нефти и не нефтяных продуктов, обычно трактуемых как жидкости с давлением паров по Рейду 100 кПа или менее. Стандарт наиболее пригоден для определения плотности маловязких, прозрачных жидкостей. Метод может быть использован для вязких жидкостей (если определение проводится при т-рах выше т-ры окружающей среды, с использованием соответствующей жидкостной бани с необходимой т-рой), а также для непрозрачных темных продуктов (при этом показания шкалы ареометра считывают по верхнему мениску нефтепродукта, вводя поправку на мениск после того, как ареометр пришел в состояние покоя в жидкости).

Так как ареометры калибруют при строго определенной т-ре, показания, считанные при др. т-рах, являются только показаниями ареометра, а не значениями плотности при этих т-рах.

Точность определения плотности с помощью процедуры, описанной в этом международном стандарте, для летучих и/или парафинистых сырых нефтей, содержащих свободную и/или взвешенную воду и осадки, может быть меньше, чем точность приведенная далее (из-за потери легких компонентов при перемешивании образца). Перед испытанием образец, находящийся в цилиндре для ареометра, необходимо перемешать, насколько позволяет его объем, чтобы быть уверенным в представительности образца. Необходимо строго выполнять приемы, направленные на то, чтобы свести к рекомендуемому минимуму потери легких компонентов.

Значения плотности при 15°С могут быть переведены в эквивалентные значения плотности по API или относительной плотности с помощью стандартных таблиц пересчета ISO 91-1:1992 в желаемых национальных единицах.

Если используют ареометр, к-рый был калиброван при т-ре, отличающейся от 15°С, корректируют результат по ареометру, калиброванному при 15°С, по уравнению:

$$\rho_{15} = \frac{\rho_t}{1-[23\cdot10^{-6}(t-15)-2\cdot10^{-6}(t-15)^2]},$$

где ρ_{15} – плотность при 15°С; t – т-ра испытания, °С; ρ_t – показание ареометра при т-ре t°С, отличной от 15°С.

Наряду с ручными методами определения плотности допускается использование цифровых плотномеров.

ASTM D 4052 «Метод определения плотности, относительной плотности жидкостей с применением цифрового плотномера» разработан для определения плотности или относительной плотности нефтяных дистиллятов и вязких масел, к-рые при т-рах от 15 до 35°С являются жидкостями. Его применение ограничено для жидкостей с ДНП менее 80 кПа и вязкостью ниже 15 тыс.мм²/с при т-ре испытания.

Не следует использовать этот метод для определения плотности темных жидкостей, так как для таких образцов нельзя гарантировать отсутствие пузырьков воздуха в ячейке с образцом.

Сущность метода состоит в испытании жидкости, помещенной в трубку цифрового анализатора, к-рая с помощью электронного устройства колеблется, и по изменению частоты колебаний определяют плотность образца по калибровочным данным.

Цифровой плотномер обеспечивает определение плотности при любой т-ре.

Прецизионность метода составляет: диапазон измерений 0,68-0,97 г/см³, повторяемость 0,0001 г/см³, воспроизводимость 0,0005 г/см³.

Если необходимо перевести полученный плотномером результат в плотность или в относительную плотность при другой т-ре, то используют руководство ASTM D 1250 с условием, что исключается коэффициент расширения стекла.

Аналогичный аппарат используется в **ASTM D 5002–99 «Метод определения плотности и относительной плотности сырых нефтей цифровым плотномером».** Метод позволяет определить плотность или относительную плотность нефтей, к-рые являются жидкостями при т-ре испытания от 15 до 35°С. Этот метод используется для нефтей с высоким ДНП при условии принятия соответствующих мер для предупреждения потери паров во время перемещения образца в плотномер.

Метод прошел оценку в межлабораторных испытаниях с использованием проб нефтей плотностью 0,75–0,95 г/см³. Для более легкой нефти могут потребоваться специальные условия испытаний для предотвращения потери паров. Для более тяжелых нефтей могут потребоваться измерения при более высоких т-рах, чтобы исключить появление воздушных пузырьков в образце.

Прецизионность метода при т-рах испытания 15 и 20°С: диапазон измерений 0,75–0,95 г/см³, повторяемость 0,00105*X*, воспроизводимость 0,00412*X* (где *X* – среднее значение плотности образца, г/см³).

Показатели точности:

Плотность, г/см³	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
Сходимость, г/см³	0,0007	0,0008	0,0008	0,0009	0,0009	0,0010
Воспроизводимость, г/см³	0,0029	0,0031	0,0033	0,0033	0,0037	0,0039

ПЛОТНОСТЬ НЕФТЯНОГО БИТУМА – физико-химическая характеристика, необходимая для пересчета количества битума из объемных единиц в массовые, что особенно важно при составлении материальных балансов по установкам и заводу в целом. По плотности судят о происхождении битума. П.н.б. определяют по плотности его смеси с равным объемом растворителя известной плотности ареометром или пикнометром. Температурный коэффициент α, характеризующий уменьшение плотности при нагревании на 1°С, в среднем для всех битумов равен 0,0006 г/(см³·град.). П.н.б. зависит от группового состава: ароматические структуры повышают его плотность, насыщенные – снижают. Битумы из высокосмолистых нефтей имеют плотность выше, чем битумы с такой же т-рой размягчения из высокопарафинистых нефтей. П.н.б. возрастает также с увеличением содержания серы. Чем выше степень окисления битумного сырья, тем выше плотность получаемых битумов.

ПОВЕРКА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ – совокупность операций, выполняемых органами государственной метрологической службы (другими уполномоченными организациями) для определения и подтверждения соответствия средства измерений установленным техническим требованиям (Закон РФ «Об обеспечении единства измерений» от 27 декабря 1993 г. № 4871-1). Проверка заключается в установлении государственным органом (или другим официально уполномоченным органом, организацией) пригодности средства измерений к применению на основании экспериментально определяемых метрологических характеристик и подтверждении их соответствия установленным обязательным требованиям (Рекомендациям РМГ 29). При поверке используют эталоны, поверочные установки и др. средства измерений, применяемые в соответствии с установленными правилами.

В настоящее время данная работа осуществляется на договорной основе.

ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА (ПАВ) – вещества, адсорбция к-рых из жидкости на границе раздела этой жидкости с другими (газообразными, жидкими или твердыми) фазами приводит к существенному понижению поверхностного натяжения. Это свойство ПАВ широко используется на практике, в частности ПАВ входят в состав многих присадок к топливам: моющих, эмульгирующих, антиобледенительных, антиржавейных и др. Большинство соединений, использующихся в качестве присадок к топливам, фактически представляют собой ПАВ. Иногда это является нежелательным обстоятельством. Напр., моющие присадки проявляют эмульгирующие свойства, поэтому в их состав приходится добавлять деэмульгирующие добавки.

ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА к СОТС. Широкое применение в составе водосмешиваемых СОТС нашли анионоактивные ПАВ – мыла высших жирных кислот, сульфокислот, сложные эфиры моно- и дикарбоновых кислот с одно- и многоатомными спиртами, алканоламинами. Высокие смазочные свойства солей и др. производных карбоновых кислот и сульфокислот обеспечиваются образованием прочных адсорбционных пленок на поверхности металла за счет химических адсорбционных и координационных связей с ювенильной поверхностью металла. Неионогенные ПАВ, напр., полиэтиленгликольные эфиры жирных спиртов, не обладают высокими смазывающими свойствами, потому что образуют недостаточно прочные адсорбционные слои с менее плотной упаковкой молекул, к-рые занимают сравнительно большую площадь на поверхности. С увеличением количества оксиэтильных групп площадь, к-рую занимает молекула на поверхности раздела, увеличивается, что ведет к ухудшению не только смазочных, но и смачивающих свойств ПАВ.

Оптимальные свойства имеют неионогенные ПАВ с гидрофильно-липофильным балансом в пределах от 8 до 18. Они являются эмульгаторами, солюбилизаторами, моющими агентами. Щелочные и алканоламиновые мыла карбоновых кислот легко

гидролизируются в воде. Их недостатком является также нестабильность в жесткой воде, обусловленная химическим взаимодействием с ионами редкоземельных металлов и образованием нерастворимых щелочноземельных мыл. Присутствие таких мыл в растворах (или эмульсиях) СОТС, к-рые в условиях производства приготавливают на жесткой водопроводной воде, негативно влияет на стабильность, моющее действие и др. свойства рабочих растворов. Вместе с тем, следует отметить, что щелочноземельные соли противодействуют пенообразованию. Оптимальными являются условия, при к-рых щелочноземельные мыла образуются в виде коллоидной дисперсии, не снижая стабильность и не ухудшая др. свойства растворов мыл и включающих их композиций. Это достигается введением ПАВ, к-рые имеют диспергирующее действие по отношению к щелочноземельным мылам.

Эффективными диспергаторами щелочноземельных мыл является большинство неионогенных ПАВ. Преимущество последних – физико-химическая нейтральность к солям жесткости и сохранение высокой моющей способности в жесткой воде.

В **табл. П-9** приведены данные по моющей способности, антикоррозионным и смазочным свойствам 0,3%-ных водных растворов некоторых неионогенных и анионоактивных ПАВ.

П-9. Моющая способность, антикоррозионные и смазочные свойства некоторых ПАВ

ПАВ	Скорость коррозии стали 40, мм/год ·10^{-2}	Моющая способность, %	Смазочные свойства по ГОСТ 9490, Н		
			$P_с$	$P_к$	$И_з$
Синтанол АЛМ-10	7,2	45,0	1410	320	237
Синтанол АЦСЕ-12	7,0	34,0	1260	560	249
Синтанол ДС-10	11,2	52,0	1260	710	277
Синтамид -5	0,64	50,0	1190	750	337
Стеарокс-6	1,44	20,5	1330	800	412
Синакто-406	0,32	28,5	1260	1000	463
Олват триэтаноламина	0,32	17,0	1000	890	396
Неонол АФ 9/6	12,0	48,0	1330	425	357

Высокой моющей способностью обладают неионогенные ПАВ, оксиэтилированные спирты, к-рые, однако, характеризуются невысокими антикоррозионными и смазывающими свойствами. Удовлетворительную моющую способность, антикоррозионные и смазывающие свойства имеют оксиэтилированные амиды. Оксиэтилированные кислоты так же, как и анионоактивные ПАВ, мыла и сульфонаты, обладают низкой моющей способностью, но имеют значительно лучшие антикоррозионные и смазывающие свойства. Как правило, в композициях СОТС присутствуют анионоактивные ПАВ – мыла высших жирных кислот, к-рые «несут ответственность» за основные функциональные свойства СОТС, и неионогенные ПАВ. Последние выполняют вспомогательную функцию, улучшая некоторые свойства композиции, напр. стабильность в минерализованных водах и моющую способность. Содержание их в композициях СОТС в зависимости от типа СОТС и его компонентного состава составляет в среднем 1-15% масс. Увеличение содержания неионогенных ПАВ может ухудшить антикоррозионные и смазывающие свойства, повысить пенообразование и затруднить утилизацию отработанной СОТС.

ПОВЕРХНОСТНОЕ ВОСПЛАМЕНЕНИЕ – неуправляемое воспламенение топливовоздушной (рабочей) смеси в камере сгорания двигателя с искровым зажиганием, приводящее к снижению его мощности, перегревам и повреждениям отдельных деталей. Различают два вида П.в. рабочей смеси – от горячей поверхности (*калильное зажигание рабочей смеси*) и **воспламенение от нагара.** Риск воспламенения от горячей поверхности можно устранить конструктивно – подбором материала деталей (в первую очередь – свечей зажигания, клапанов) или применением топлива с более высоким октановым числом. Риск воспламенения от углеродистого нагара существенно возрастает, если в нем присутствуют соединения свинца и др. металлов (при использовании бензинов с этиловой жидкостью и металлорганическими антидетонаторами).

ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ – сила, направленная на уменьшение поверхности жидкости. Для ее определения на границе жидкости с воздухом часто используется сталагмометрический метод (метод счета капель или метод Харкинса), в основе к-рого лежит определение массы капли, отрывающейся от капилляра и удерживаемой силами поверхностного натяжения. Исследования проводятся в сталагмометре, представляющем собой калиброванную бюретку, оканчивающуюся толстостенным капилляром с отшлифованным концом для равномерного смачивания жидкостью. П.н. жидкости вычисляют по формуле:

$$\sigma_м = n_в \cdot \sigma_в \cdot \rho_м / (n_м \cdot \rho_в),$$

где $\sigma_м$ – поверхностное натяжение формовочной жидкости, Н/м; $\sigma_в$ – поверхностное натяжение дистиллированной воды при т-ре определения (по справочным данным), Н/м; $n_в$ и $n_м$ – число капель дистиллированной воды и жидкости соответственно; $\rho_в$ и $\rho_м$ – плотность дистиллированной воды и жидкости соответственно, кг/м^3.

ПОВЕРХНОСТНЫЕ СВОЙСТВА СРЕДСТВА ВРЕМЕННОЙ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ характеризуют его поведение в момент нанесения на металлическую поверхность, когда происходят физико-химические явления на границах раздела «средство–металл», «средство–воздух», «сред-

ство–электролит» и когда особое значения приобретают условия смачивания и растекаемости, адгезионно-когезионные и адсорбционно-хемосорбционные взаимодействия.

П.с.с.в.п.з. разделяют на:

водовытесняющие свойства средства временной противокоррозионной защиты;

проникающие свойства средства временной противокоррозионной защиты;

пропитывающие свойства средства временной противокоррозионной защиты.

Средства временной противокоррозионной защиты с высокими поверхностными свойствами могут использоваться не только в заводских условиях (при тщательной подготовке поверхности к консервации), но и при ремонте техники, когда могут остаться неудаленные продукты коррозии, участки влажного металла. Наличие у ПИНС высоких поверхностных свойств определяет их эффективность в качестве вторичной защиты поврежденных поверхностей лакокрасочных, битумных и др. изоляционных покрытий.

Для оценки П.с.с.в.п.з., кроме показателей, характеризующих водовытесняющие, проникающие и пропитывающие свойства, измеряют также *поверхностное натяжение* на границе «средство–воздух», «средство–вода», *краевой угол смачивания*, диэлектрическую проницаемость и удельную электропроводимость, силу адгезии и когезии.

ПОВТОРЯЕМОСТЬ (СХОДИМОСТЬ) **МЕТОДА** – степень близости одного к другому независимых результатов испытаний, полученных одним и тем же методом на идентичном материале, в одной и той же лаборатории, одним и тем же оператором, с использованием одного и того же оборудования в пределах короткого промежутка времени (ГОСТ Р 8.580, ISO 4259).

Вероятностными характеристиками (статистическими оценками), показателями повторяемости результатов испытаний являются среднее квадратическое отклонение результатов испытаний и дисперсия в условиях повторяемости.

Предел повторяемости (сходимости) *r* – абсолютное значение разности двух единичных результатов испытаний, полученных в *условиях повторяемости* [с доверительной вероятностью 95% (ГОСТ Р 8.580, п.2.17.1)].

Традиционно в стандартизованных национальных и зарубежных методах испытаний буквенному обозначению *r* соответствует значение предела повторяемости, определение к-рого не приводится. Значение *r* приводится в разделе «Точность» (прецизионность). «Повторяемость» (сходимость) *r* – расхождение результатов последовательных испытаний, полученных одним и тем же оператором на одной и той же аппаратуре в постоянных рабочих условиях на идентичных исследуемых материалах в длительном процессе работы и при правильном выполнении метода испытаний, не может превысить значения, установленные с доверительной вероятностью 95%.

ПОДВОДНАЯ КОРРОЗИЯ – *коррозия металла*, полностью погруженного в воду (ГОСТ 5272).

ПОДГОТОВКА СИСТЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ СОТС К ЭКСПЛУАТАЦИИ – см. *Мойка и дезинфекция систем хранения и подачи СОТС.*

ПОДЗЕМНАЯ КОРРОЗИЯ – *коррозия металла* в почвах и грунтах, коррозионная агрессивность к-рых обусловлена структурой и влажностью, содержанием солей, кислорода и других химических элементов, значением pH, электропроводностью, наличием микроорганизмов. П.к. подвергаются наружные поверхности газо- и нефтепроводов, подземные коммуникации коммунального хозяйства, подземные участки опор мостов и других стационарных сооружений.

ПОДПОВЕРХНОСТНАЯ КОРРОЗИЯ – см. *Местная коррозия.*

ПОДСЛОЙНАЯ КОРРОЗИЯ – см. *Местная коррозия.*

ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ – документальное удостоверение соответствия продукции или иных объектов, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров.

ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ ДЛЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ – документальное удостоверение соответствия продукции требованиям технических регламентов, положениям стандартов, технических условий или условиям договоров, проводимое в форме сертификации или декларирования.

ПОДШИПНИКИ ЖИДКОСТНОГО ТРЕНИЯ (ПЖТ) – подшипники гидродинамические и гидростатодинамические, получившие наибольшее распространение в качестве опор валков прокатных станов. ПЖТ представляют собой подшипники скольжения, к-рые в установившихся режимах работают при наличии между поверхностями трения сплошного, разделяющего слоя смазочного материала. При этом одна из поверхностей (поверхность втулки–вкладыша) изготавливается из антифрикционного металла или сплава: бронзы, баббита, алюминиевого или цинкового сплавов, а другая (втулки–цапфы) – из стали. Из антифрикционных сплавов в ПЖТ прокатных станов наиболее распространен оловянистый баббит Б-83 (83-85% олова, 10-12% сурьмы, 5,5-6,5% меди и около 0,55% различных металлов). В блоках ПЖТ–редуктор проволочных станов фирмы «Скет» (Германия) в ПЖТ применяют свинцовистый баббит (около 55% свинца).

ПОКАЗАТЕЛИ ПРЕДЕЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ МОТОРНОГО МАСЛА – верхний и нижний пределы *вязкости* масла, минимальная безопасная *т-ра вспышки*, максимальное содержание топливных фракций, минимальные значения *щелочного числа* и *pH*, максимальное значение *кислотного числа* и максимальное содержание *нерастворимого осадка*, минимальное значение *диспергирующей способности*, максимальное *содержание воды, кремния и металлов* (*продуктов изнашивания*). Для разных двигателей и условий их работы абсолютные значения П.п.с.м.м. значительно отличаются. В одном и том же двигателе для разных по уровню *эксплуатационных свойств масел* П.п.с.м.м. существенно отличаются. Большое влияние на П.п.с.м.м. оказывает качество применяемого топлива, содержание в нем серы. Многие двигателестроители устанавливают значения П.п.с.м.м., при к-рых необходима смена масла, в инструкциях по эксплуатации или нормативной документации.

ПОЛИГАЛОГЕНОРГАНОСИЛОКСАНЫ – кремнийорганические соединения, содержащие в органическом фрагменте галоген. Применяют в качестве смазочных масел, а также дисперсионной среды пластичных смазок.

ПОЛИИЗОБУТИЛЕН – продукт низкотемпературной полимеризации изобутилена молекулярной массы 15000-25000 по цепному механизму. Используется в качестве вязкостной присадки к различным маслам, как компонент резиновых смесей и как изоляционный материал.

ПОЛИ-ИНТРА-ОЛЕФИНОВЫЕ МАСЛА (ПИОМ) – гидрированные олигомеры внутренних олефинов (интра-олефинов), получаются на основе линейных олефинов, у к-рых двойные связи находятся не у первого, как у α-олефинов, а у любого другого атома углерода. Технические внутренние линейные олефины являются преимущественно продуктами каталитического дегидрирования жидких парафинов, выделяемых из фракций дизельного топлива. Технология синтеза ПИОМ аналогична технологии ПАОМ при использовании на стадии олигомеризации комплексов BF_3. В качестве сырья при синтезе ПИОМ используются линейные олефины C_{14}, имеющие двойную связь не в α-положении. По сравнению с ПАОМ ПИОМ менее разнообразны по своим вязкостным свойствам и вырабатываются трех наименований (**табл. П-10**). ПИОМ имеют высокий индекс вязкости, низкую испаряемость, но их т-ры застывания все же не достигают тех значений, к-рые характерны для ПАОМ.

П-10. Свойства ПИОМ

Показатели	ПИОМ-4	ПИОМ-6	ПИОМ-8
Вязкость, мм²/с, при 100°С	4,3	5,7	8,0
Индекс вязкости	122	132	129
Т-ра застывания, °С	-51	-45	-41
Т-ра вспышки в открытом тигле, °С	220	230	240
Испаряемость по NOACK, % масс.	12	10	5

ПОЛИ-α-ОЛЕФИНОВЫЕ МАСЛА (ПАОМ) – синтетические углеводороды, полученные путем каталитической олигомеризации (соолигомеризации) α-олефинов с последующим гидрированием олигомеров α-олефинов. Поли-α-олефиновые масла обозначаются аббревиатурой ПАОМ, за к-рой через дефис следует число, соответствующее классу вязкости базовых масел. Напр., ПАОМ-4 расшифровывается как поли-α-олефиновое масло со средней кинематической вязкостью при 100°С 4 мм²/с [за рубежом ПАОМ называются «поли-α-олефины» (ПАО или согласно английской аббревиатуре PAO)].

ПАОМ содержат преимущественно изопарафиновые углеводороды с длинноцепочечной разветвленностью. Свойства ПАОМ зависят от состава исходного α-олефинового сырья и технологии синтеза олигомеров α-олефинов.

Типичные свойства ПАОМ, вырабатываемых на российских и зарубежных предприятиях, приведены в **табл. П-11** и **П-12.**

Сырьевая составляющая играет существенную роль в формировании молекулярной структуры и физико-химических свойств ПАОМ. С увеличением длины мономерного звена в ряду C_8H_{16}, $C_{10}H_{20}$, $C_{12}H_{24}$, $C_{14}H_{26}$ средняя ММ и вязкость олигомеров с одинаковой средней степенью олигомеризации увеличивается, испаряемость уменьшается, боковая разветвленность молекулы удлиняется и, в связи с этим, индекс вязкости и т-ра застывания ПАОМ повышаются. Для достижения наилучшего сочетания реологических свойств, термической устойчивости и низкотемпературных характеристик ПАОМ, как основ смазочных масел универсального назначения, оптимальным мономером является децен-1. Однако, исходя из экономических и ресурсных соображений для синтеза отдельных сортов ПАОМ вполне пригодны определенные смеси указанных α-олефинов.

В основу технологии ПАОМ положены каталитические реакции олигомеризации α-олефинов и гидрирования поли-α-олефинов (ПАО). Доминирующим процессом в производстве ПАОМ является каталитическая олигомеризация α-олефинов, обеспечивающая получение олигомеров с заданным ММР и максимально однородным химическим составом продуктов реакции.

В качестве катализаторов олигомеризации α-олефинов используются главным образом комплексы BF_3, $AlCl_3$, алкилалюминийхлориды, ионно-координационные системы. Варьировани-

П-11. Свойства ПАОМ российского производства

Показатели	ПАОМ-2	ПАОМ-4	ПАОМ-6	ПАОМ-9	ПАОМ-12	ПАОМ-20
Вязкость, мм²/с, при:						
100°С	1,8	3,9	6,2	9,1	13,8	19,6
-40°С	460	3730	11180	-	-	-
Плотность, кг/м³	796	821	827	835	842	847
Индекс вязкости	-	118	127	125	130	131
Т-ра застывания, °С	-66	-70	-63	-57	-52	-46
Т-ра вспышки, °С	168	218	236	260	280	285
Испаряемость по NOACK, % масс.	-	14,7	6,3	3,1	1,6	0,8

П-12. Свойства зарубежных ПАОМ

Показатели	ПАОМ-2	ПАОМ-4	ПАОМ-6	ПАОМ-8	ПАОМ-10	ПАОМ-40	ПАОМ-100
Вязкость, мм²/с, при:							
100°С	1,8	3,9	5,9	7,8	9,6	40,0	100,0
40°С	5,54	16,8	31,0	45,8	62,9	395	1250
-40°С	310	2460	7890	18160	32650	-	-
Индекс вязкости	-	120	135	136	137	150	160
Т-ра застывания, °С	-65	-70	-68	-63	-53	-34	-20
Т-ра вспышки, °С	>155	215	235	252	264	272	288
Испаряемость по NOACK, % масс.	-	12,5	7,0	3,0	2,0	0,8	0,6

ем условиями процесса, в том числе, типом и концентрацией катализатора, т-рой, средним временем пребывания в реакционном устройстве – можно управлять ММР продуктов олигомеризации. В частности, в присутствии комплексов BF_3 преимущественно образуются ди-, три, тетра- и пентамеры, комплексов $AlCl_3$ – 3–25-меры, комплексов алкилалюминийхлоридов – 2–12-меры, для синтеза олигомеров с более высокой степенью олигомеризации предпочтительно использовать ионно-координационные катализаторы. Для гидрирования олигомеров применяют никелевые или палладиевые катализаторы.

Вязкости ПАОМ и их ММР взаимосвязаны друг с другом. Если в маслах вязкостью при 100°С 3,0-5,0 мм²/с в основном содержатся 3, 4, 5-меры (85-92% масс.), то в маслах вязкостью при 100°С 11-13 мм²/с эта группа олигомеров представлена лишь 9-11% масс., а в маслах вязкостью при 100°С около 40 мм²/с ее содержание снижается до 3,5% масс. Доля олигомеров со степенью олигомеризации выше 25 в большинстве сортов масел невелика и только у масел вязкостью 35-40 мм²/с она превышает 20% масс., в то же время, у ПАОМ вязкостью при 100°С выше 100 мм²/с эта группа олигомеров децена – доминирующая. Среди масел вязкостью при 100°С 9-21 мм²/с основной группой олигомеров являются 6–25-меры децена; наиболее высокое их содержание (90-92% масс.) наблюдается у ПАОМ вязкостью 19-21 мм²/с.

С увеличением M_n – среднечисловой молекулярной массы ПАОМ – их вязкость при 100°С повышается; при этом вязкости масел от 2 до 20 мм²/с находятся в прямой зависимости от M_n и в первом приближении описываются уравнением:

$$\nu_{100}=0{,}026M_n-6{,}9,$$

где ν_{100} – кинематическая вязкость при 100°С, мм²/с.

Зависимости вязкости ПАОМ от т-ры в области от –50 до 150°С имеют сложный характер и могут быть описаны с удовлетворительным приближением только регрессионными уравнениями по двум известным для них вязкостям. Одной из таковых должна быть вязкость при 100°С как стандартная для любых масел, а другая – при 0°С, поскольку именно вблизи этой т-ры наблюдаются перегибы на кривой зависимости вязкости ПАОМ от т-ры. Это связано с тем, что ПАОМ как реальные жидкие системы, характеризующиеся слабым взаимодействием частиц и образованием разнообразных сравнительно устойчивых упорядоченных надмолекулярных структур – ассоциатов и комплексов, имеют различные степени ассоциации и энергии активации вязкого течения ПАОМ в зависимости от т-ры и ММР. Согласно экспериментальным данным для ПАОМ, имеющих узкое ММР, характерно монотонное увеличение указанных параметров при снижении т-ры, в то время как у ПАОМ с более широким ММР, уже при 0°С число молекул в ассоциатах достигает $\approx 10^6$ и более, при понижении т-ры до –40°С, остается приблизительно на таком уровне.

Неплохое приближение расчетных значений **кинематической вязкости** к экспериментальной

П-13. Коэффициенты уравнения для определения кинематической вязкости ПАОМ

Т-ра,°С	a_1	$a_0{}^i$	$a_{100}{}^i$
150	1,7670	0,0007	0,1728
50	1,4980	0,0222	2,6635
-18	-84,30	8,88	-183,61
-25	2512	26,57	-1269
-30	4791	39,18	-1931

ным данным было получено для следующего уравнения:

$$\nu_i=a_i+a_0^i\cdot n_0+a_{100}^i\cdot\nu_{100},$$

где ν_i – кинематическая вязкость при –30, –25, –18, +50 и +150°С; a_i, a_0^i, a_{100}^i – коэффициенты модели для кинематической вязкости при i-й т-ре (**табл. П-13**).

Зависимость коэффициентов a_i, a_0^i, a_{100}^i от т-ры (t, °С) описывается следующими уравнениями:

a_i=1,37+0,0024t	при 150≤ t ≤20,
a_i=–5900–333t	при –30≤ t ≤–10;
a_0^i=–0,033–0,0002t	при 150≤ t ≤20,
a_0^i=–38–2,6t	при –30≤ t ≤–10;
a_{100}^i=3,94–0,0250t	при 150≤ t ≤20,
a_{100}^i=2550+150t	при –30≤ t ≤–10

Для **динамической вязкости** получено уравнение:

$$\eta=a+a_0\nu_0+a_{100}\nu_{100}.$$

Коэффициенты этого уравнения для некоторых отрицательных температур приведены в **табл. П-14.**

П-14. Коэффициенты уравнения для определения динамической вязкости ПАОМ

Т-ра,°С	A	a_0	a_{100}
0	-0,023	0,0006	0,0104
-18	-0,8179	0,0031	0,1475
-25	-1,8280	0,0077	0,2177
-30	0,5834	0,0245	-0,8098
-40	8,7556	0,0863	-4,5947

Приведенные уравнения позволяют по кинематической вязкости ПАОМ при 100 и 0°С рассчитать, со средним отклонением ≈ 12% отн., кинематические вязкости в диапазоне т-тур от 150 до –30°С и динамические вязкости при т-ре от 0 до –40°С.

Реологические свойства, термическая устойчивость и испаряемость ПАОМ – основные физико-химические характеристики, определяющие их использование в композициях масел, предназначенных для наиболее тяжелых условий эксплуатации. ПАОМ применяются в качестве основ и базовых компонентов моторных, трансмиссионных, гидравлических, индустриальных, компрессорных масел, масел для газотурбинных двигателей, пластичных смазок различного назначения.

ПОЛИМЕР – высокомолекулярное соединение, построенное из одинаковых, многократно повторяющихся групп атомов – элементарных звеньев, напр., ··· -A-A-A-A-A-A- ···, т.е. $(-A-)_n$ является молекулой полимера, где А – молекула мономера; n – число молекул мономера. При n=2 полимер называют димером, при n=3 – тримером, при n=4 – тетрамером и т.д.

ПОЛИМЕРБЕНЗИН (ПОЛИНАФТА) – бензин, получаемый путем *полимеризации* газообразных непредельных углеводородов.

ПОЛИМЕРИЗАТ (ОЛИГОМЕРИЗАТ) – жидкий продукт, получаемый в процессе *полимеризации* (*олигомеризации*) газообразных непредельных углеводородов.

ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ – реакция соединения нескольких молекул в одну общую молекулу, не сопровождаемая образованием побочных продуктов и, следовательно, протекаемая без изменения элементарного состава реагирующих веществ. П. всегда сопровождается уменьшением общего числа молекул в системе и увеличением их средней ММ. Если полимеризуются одинаковые молекулы, то П. называется гомополимеризацией и идет по схеме: nA → $(-A-)_n$, где А – молекула *мономера*; $(-A-)_n$ – молекула полимера; n – число молекул мономера, образующих одну молекулу полимера. Сополимеризацией называется процесс совместной П. двух или большего числа различных мономеров. Получаемые при сополимеризации соединения называются сополимерами. В состав молекулы цепи сополимера входят различные звенья, соответствующие числу исходных мономеров. При сополимеризации двух мономеров процесс в общем виде может быть описан уравнением: nA+mB → $(-A-B-)_{n+m}$. В П. вступают вещества, содержащие кратные связи C=C, C=O, C=N и т.д., либо способные раскрываться циклические группировки (оксиды олефинов, циклические простые и сложные эфиры и др.)

В основном в качестве мономера (сырья) используют олефины. В результате П. газообразных олефинов можно получать разнообразные продукты (от *димеров*, *тримеров*, *тетрамеров* и т. д., *олигомеров* с молекулярной массой до 10000 до веществ, молекулярная масса к-рых достигает несколько миллионов). В нефтепереработке используются процессы П. (*олигомеризации*), в результате к-рых получают топливные компоненты (*полимербензин*) или сырье для нефтехимии, синтетических масел, а также ряда присадок к топливам и маслам.

ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ (ОЛИГОМЕРИЗАЦИЯ) **ОЛЕФИНСОДЕРЖАЩИХ ГАЗОВ** (газообразных олефинов). Процессы полимеризации пропилен- и бутиленсодержащих фракций предназначены для получения низкомолекулярных полимеров (олигомеров), используемых в качестве нефтехимического сырья, а также высокооктановых добавок в моторные топлива.

Процессы П.о.г. основаны на образовании димеров, тримеров, тетрамеров и более высоких соединений олефинов. Реакция протекает с выделением прореагировавшими олефинами 80-120 кДж/моль

теплоты. Термодинамически П.о.г. относится к низкотемпературным реакциям. При повышении т-ры равновесие реакции полимеризация → деполимеризация смещается вправо и может быть сохранено путем увеличения давления. Так как реакция П.о.г. протекает с уменьшением объема, при повышении давления равновесные концентрации продуктов реакции возрастают. С повышением т-ры и давления увеличивается константа скорости реакции. Пределы температур, при к-рых возможна П.о.г. C_2-C_4, 160-550°С, давление 0,1-200 МПа. Применение катализаторов позволяет снизить т-ру процесса и увеличить его селективность. Реакция П.о.г. в присутствии катализаторов протекает по ионному цепному механизму, где растущей цепью является макроион. В зависимости от природы катализатора и строения мономера активные центры (макроионы) могут нести положительный или отрицательный заряд. Соответственно различают анионную и катионную полимеризацию.

Анионная полимеризация катализируется щелочными металлами, металлоорганическими соединениями, алкильными соединениями металлов переменной валентности, оксидами металлов, а также сложными комплексными соединениями. Возникновение активного центра связано с образованием карбониона. Анионную полимеризацию часто разделяют на собственно анионную и анионно-координационную. К последней относят полимеризацию в присутствии металлоорганических соединений, протекающую через стадию образования промежуточного комплекса «катализатор–мономер», в к-ром катализатор связан с мономером координационными связями.

Катионная полимеризация протекает под действием кислот и катализаторов Фриделя-Крафтса (хлористого алюминия, фтористого бора, тетрахлорида титана и др.), т.е. электроакцепторных веществ. Возникновение активного центра связано с потерей одним атомом углерода электрона и образованием карбониевого иона. Наиболее легко вступает в реакцию изобутилен, затем *н*-бутилен, пропилен и труднее всего этилен. Образующиеся продукты обычно имеют высокую степень разветвления и двойную связь в α -положении.

Сырье процессов производства полимербензина являются пропан-пропиленовая (ППФ) и бутан-бутиленовая (ББФ) фракции каталитического крекинга, содержащие 30-37% олефинов, или пиролиза – с более высокой концентрацией олефинов C_3-C_4.

Продукты П.о.г. в зависимости от состава сырья и селективности процессов имеют ОЧм=82÷97. Продукты П.о.г. ППФ, в основном изогексены, имеют ОЧм=81÷84 и ОЧи=94÷97. Сополимеры пропилена и бутилена обладают худшими октановыми характеристиками, чем октены, имеющие ОЧи до 100 и ОЧм до 85. При производстве сырья для нефтехимии продукцией являются тримеры или тетрамеры пропилена или олигомеры C_8. Побочные продукты процессов – отработанные фракции сжиженных газов C_3,C_4, а также фракция дизельного топлива.

Катализаторы. В первых процессах в качестве катализатора применяли фосфорную кислоту на различных носителях. Независимо от способа приготовления сама фосфорная кислота существует в виде смеси нескольких кислот (орто-, пиро- и метафосфорной). Распространено применение ортофосфорной – H_3PO_4 и пирофосфорной – $H_4P_2O_7$ кислот на различных носителях. Чаще всего используется так называемая твердая фосфорная кислота состава $P_2O_5 \cdot 2H_2O \cdot SiO_2$ (до 57-64% SiO_2). Катализатор содержит пирофосфорную кислоту $H_4P_2O_7$; носителем является кизельгур – природный минерал, состоящий из мелкодисперсного оксида кремния. Срок службы катализатора до 1 года. Активность катализатора определяется содержанием воды в сырье (до 0,035-0,040% масс.) и т-рой процесса. При слишком малом содержании воды в сырье происходит дегидратация фосфорной кислоты с образованием менее активной полифосфорной кислоты. Избыток воды ведет к размягчению твердого катализатора, его уплотнению и увеличению перепада давлений в реакторах. Увеличение механической прочности и активности катализатора – ортофосфорной кислоты на кизельгуре достигается добавлением 5% цеолита. Фосфорную кислоту можно также использовать в виде тонкой пленки, нанесенной на кварцевый носитель. По этому способу кислоту наносят на носитель в самом реакторе. Кварцевый носитель очень прочен; он не деформируется и легко регенерируется путем водной промывки, без выгрузки из реактора. В качестве носителя может применяться силикагель. Эффективность работы катализатора определяется также присутствием в сырье соединений серы, азота, кислорода, бутадиена-1,3 и гомологов ацетилена, образующих полимерные и смолистые соединения.

В качестве катализаторов применяют также сернистую кислоту, хлористый алюминий, фтористый бор, пирофосфат меди. В последние годы разработана серия процессов олигомеризации на твердых катализаторах в гетерогенной фазе (цеолиты, ионообменные смолы, хлорид алюминия на оксиде алюминия, оксид хрома на силикагеле, хлорид магния с сокатализатором и др.) или на жидких катализаторах в гомогенной фазе (металлорганические катализаторы).

В настоящее время в промышленности наряду с процессами фосфорнокислотной П.о.г. получили распространение процессы П.о.г. в присутствии гомогенных и гетерогенных катализаторов.

ПОЛИМЕРНАЯ СМАЗКА – смазка, содержащая в качестве загустителя нерастворимые в маслах высокомолекулярные полимеры – политетрафторэтилен, полифторфенилен, полипропилен и др. Эти загустители используют для производства специальных химически- и термостойких смазок (смазка ВНИИНП-233).

ПОЛИМЕТАКРИЛАТЫ – полимеры метакриловой кислоты с первичными спиртами. Свойства зависят от длины цепи спирта и степени полимеризации. Благодаря наличию полярной эфирной группы спиртовой радикал оказывает определяющее влияние на растворимость в углеводородных маслах. Обычно товарные полиметакрилаты имеют молекулярную массу 15000-25000.

ПОЛИМЕТИЛСИЛОКСАНЫ – кремнийорганические соединения. Применяют в качестве смазочных масел, жидкостей для гидросистем, а также дисперсионной среды пластичных смазок.

ПОЛИМОЧЕВИННАЯ ПЛАСТИЧНАЯ СМАЗКА – см. *Уреатная пластичная смазка*.

ПОЛИОКСИБУТИЛЕНОВЫЕ МАСЛА – полиалкиленгликоли, полученные из окиси бутилена.

ПОЛИОКСИПРОПИЛЕНОВЫЕ МАСЛА – полиалкиленгликоли, полученные из окиси пропилена.

ПОЛИОРГАНОСИЛОКСАНЫ – см. *Кремнийорганические жидкости*.

ПОЛИПРОПИЛЕН АТАКТИЧЕСКИЙ – см. *Атактический полипропилен*.

ПОЛИРОВАЛЬНОЕ СРЕДСТВО – средство для обработки поверхности изделия, образует равномерную пленку, сохраняющую яркость и блеск в течение длительного времени, устраняет дефекты окраски, обладает высокой способностью противостоять механическому воздействию, хорошей адгезией к материалу, устойчиво к изменению т-ры. Тонкая пленка может быть блестящей или начинает блестеть после полирования. П.с. должно быть гидрофобным и легко наноситься на защищаемую поверхность. П.с. не должно растворять имеющиеся на изделиях лак и краску и храниться в течение длительного времени без ухудшения свойств.

П.с. готовят на основе органических растворителей и в виде водно-восковой дисперсии. В зависимости от содержания твердых углеводородов (35, 15-35 и менее 15%) П.с. с растворителями разделяют соответственно на твердые, пастообразные и жидкие.

ПОЛИРОВАНИЕ ЦИЛИНДРА – чрезмерное сглаживание специально нанесенного хонингованием рельефа на поверхности цилиндра или гильзы цилиндра двигателя до зеркального блеска, ведущее к ухудшению уплотняющей способности *поршневых колец*, повышению *расхода масла*, перегреву поршня.

ПОЛИСИЛОКСАНЫ – см. *Кремнийорганические жидкости*.

ПОЛИЭТИЛЕН – синтетический полимер, продукт полимеризации этилена; термопластичное твердое вещество белого цвета, растворимое при нагреве в твердых углеводородах. Т-ра каплепадения 100-125°С. Повышает твердость и сопротивление к истиранию композиции, уменьшает слипаемость, придает покрытию глянец, повышает вязкость и т-ру плавления композиции.

ПОЛИЭТИЛЕНОВЫЙ ВОСК – низкомолекулярный термопластичный полимер этилена, образующийся в качестве побочного продукта при производстве или переработке полиэтилена. После очистки имеет белый цвет, является *модификатором* свойств композиций, хорошо растворяется при нагреве в твердых углеводородах. Т-ра каплепадения 65-110°С. Повышает твердость и сопротивление к истиранию композиции, уменьшает слипаемость, паро- и влагопроницаемость, придает покрытию глянец, повышает вязкость и т-ру плавления композиции.

ПОЛИЭТИЛСИЛОКСАНЫ – кремнийорганические соединения. Применяют в качестве смазочных масел, жидкостей для гидросистем, а также дисперсионной среды пластичных смазок.

ПОЛНОТА СГОРАНИЯ РЕАКТИВНОГО ТОПЛИВА – показатель, характеризующий экономичность двигателя. Также как и *теплота сгорания реактивного топлива* влияет на дальность полета летательного аппарата. Экономичность двигателя улучшается с увеличением полноты сгорания. Полнота сгорания определяется отношением количества теплоты, выделившейся при сгорании единицы массы топлива в камере сгорания двигателя к низшей *теплоте сгорания топлива*. Полнота сгорания зависит в основном от конструктивного оформления камеры сгорания двигателя. В современных авиационных газотурбинных двигателях полнота сгорания топлива на основных режимах работы близка к единице (≈0,99).

ПОЛУГУДРОН – неочищенный вязкий остаток прямой перегонки нефти. Вырабатывается по ТУ 38.1011244–89. Предназначен для пропитки кабельной пряжи и бумаги, смазывания грубых механизмов, осей вагонеток с открытыми подшипниками и для других аналогичных целей. Показатели качества П. – см. *Масла для вентиляционных фильтров* (**табл. М-4**).

ПОЛУЖИДКАЯ СМАЗКА – смазочный материал, представляющий собой загущенную жидкую основу с функциональными присадками. П.с. имеет структурный каркас и по реологическим свойствам занимает промежуточное положение меж-

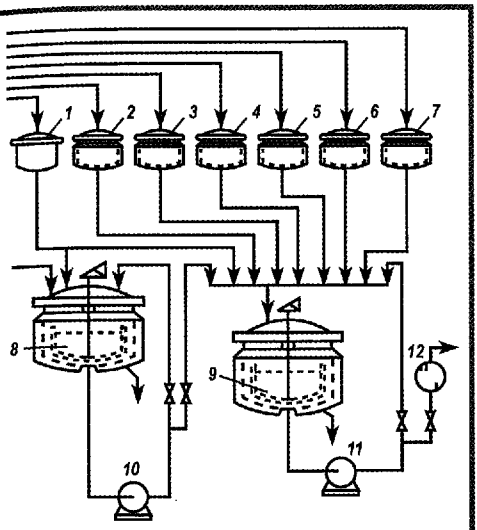


Рис. П-4. Технологическая схема установки получения коицентратов СОТС при периодическом режиме работы:

1–7 – дозирующие емкости для компонентов; *8* – реактор-смеситель для приготовления смеси сыпучих или труднорастворимых компонентов; *9* – реактор-смеситель для получения СОТС; *10, 11* – насосы; *12* – фильтр

ду пластичными смазками и жидкими смазочными материалами. Используется в основном в редукторах. Известны П.с. серии Трансол.

ПОЛУЖИДКОСТНАЯ (СМЕШАННАЯ) СМАЗКА – смазка, при к-рой осуществляется частично гидродинамическое, частично граничное смазывание (ГОСТ 27674).

ПОЛУСИНТЕТИЧЕСКИЕ МОТОРНЫЕ МАСЛА – см. *Частично синтетические моторные масла.*

ПОЛУСИНТЕТИЧЕСКИЕ СОТС – см. *Водосмешиваемые СОТС.*

ПОЛУЧЕНИЕ СОТС. Технология получения СОТС определяется его компонентным составом. При малотоннажном производстве СОТС (в небольших объемах) используют установки с периодическим режимом работы (**рис. П-4**), при специализированном крупнотоннажном производстве перспективны установки, работающие непрерывно (**рис. П-5**). Иногда используются полунепрерывные технологические схемы.

Процесс производства СОТС состоит из стадий:

• подготовка сырья (проверка его качества по показателям ГОСТ или ТУ, разогрев вязких компонентов до текучего состояния, взвешивание и доставка на установку);

• получение полупродуктов (продуктов омыления растительных масел и жирных кислот, продуктов конденсации и осернения и др.);

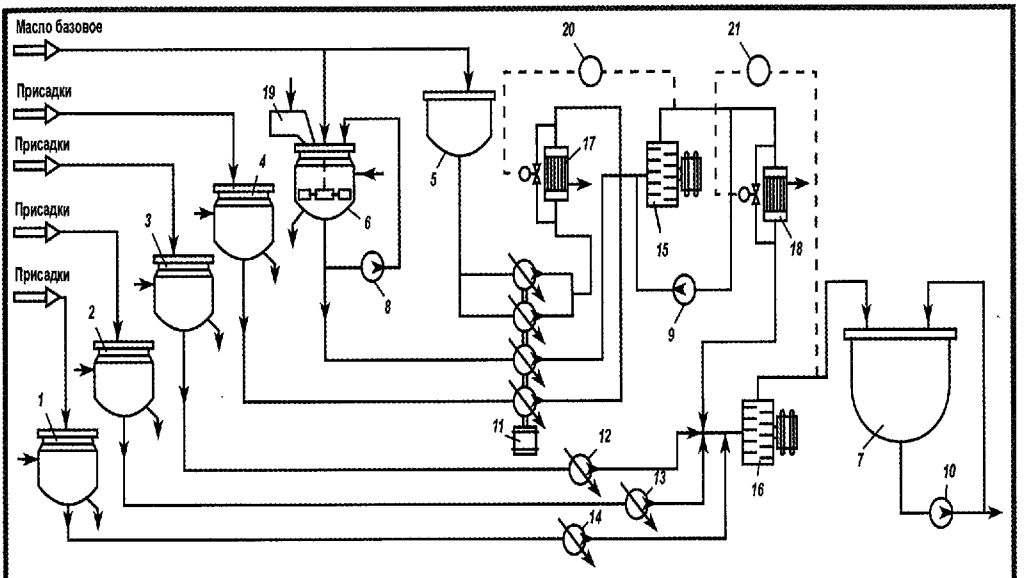


Рис. П-5. Технологическая схема установки получения концентратов СОТС при непрерывном режиме работы:

1–5 – дозирующие емкости для компонентов; *6* – реактор-смеситель для приготовления смеси сыпучих или труднорастворимых компонентов; *7* – емкость готовой СОТС; *8–10* – циркуляционные насосы; *11–14* – дозировочные насосы; *15, 16* – смесители; *17, 18* – теплообменники; *19* – дозатор сыпучих присадок; *20, 21* – регуляторы температуры

• получение концентрата СОТС (компаудирование компонентов);

• предварительный анализ готового продукта;

• фильтрация, затаривание и паспортизация.

Приготовление масляных СОТС в основном заключается в смешивании присадок с базовым маслом, при т-рах, обеспечивающих их полное растворение. Процесс происходит в реакторах-смесителях, оборудованных механическими мешалками, системами нагрева и охлаждения. Подача нефтяного масла и жидких присадок в дозирующие емкости *1–7* (см. рис. П-4), циркуляция смеси присадок с маслом, откачивание готовой продукции в емкости для хранения и ж/д цистерны осуществляются центробежными насосами. Для перекачивания высоковязких компонентов используют ротационно-зубчатые и винтовые насосы.

Растворы труднорастворимых или сыпучих присадок, продукты омыления растительных масел или жирных кислот, продукты конденсации и сульфидирования готовят отдельно в реакторе-смесителе *8*, куда последовательно загружают расчетное количество базового масла и присадок. Смесь перемешивается мешалкой при заданной т-ре до полного растворения присадок в масле и насосом *10* полученный раствор присадок перекачивается в реактор *9*, куда из емкостей-дозаторов *2–7* догружается расчетное количество остальных присадок. Смесь перемешивается при требуемой т-ре до полного растворения присадок, после чего обогрев и перемешивание полученного продукта прекращают и отбирают пробу на анализ. Если СОТС соответствует требованиям технических условий, то его насосом *11* через фильтр *12* перекачивают в емкость для готовой продукции.

По технологической схеме, показанной на рис. П-5, все стадии процесса получения масляных СОТС за исключением стадии подготовки сырья, производятся непрерывным способом.

Приготовление водосмешиваемых СОТС происходит на аналогичных установках.

Малокомпонентные эмульсолы получают в одну стадию путем растворения в минеральном масле эмульгаторов, ингибиторов коррозии и присадок функционального назначения при т-ре 60-85°С. Эмульсолы более сложного состава получают в две стадии: приготовление базового полифункционального компонента при т-ре 100-150°С и компаундирование базового компонента с минеральным маслом и другими компонентами СОТС при заданной т-ре.

Приготовление полусинтетических СОТС, как правило, процесс многостадийный, он включает стадии получения водорастворимой и маслорастворимой части СОТС и их смешивание. В зависимости от рецептурного состава СОТС и структуры производства можно уменьшить или увеличить число стадий получения СОТС.

Приготовление синтетических СОТС происходит путем смешения различных компонентов с водой, гликолями или их смесью. Получение синтетических СОТС может включать получение полупродуктов, напр. мыл, эфиров и т.д. с последующим их смешением.

СОТС приготовляют в герметично закрытой аппаратуре. Установка должна быть оборудована вытяжной вентиляцией и необходимой контрольно-измерительной аппаратурой. Пары, к-рые выходят из реакторов-смесителей, улавливаются и после абсорбционной очистки подаются в общую цеховую вентиляционную систему.

ПОЛУЧЕНИЕ ЭФИРОВ ДИКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ И СЛОЖНЫХ ЭФИРОВ МНОГОАТОМНЫХ СПИРТОВ. Сложные эфиры получают путем *реакции этерификации* в присутствии катализаторов протонного типа. В качестве катализаторов используют непосредственно концентрированные сильные кислоты (серную, бензол- и толуолсульфокислоты), катионообменные смолы, окись цинка или кислоты, нанесенные на твердый носитель. Иногда в качестве катализатора применяют тетрабутоксититан – в его присутствии реакция этерификации идет существенно медленнее, но при этом получается меньше побочных продуктов. Синтез ПЭТ можно осуществлять и без катализатора. Этерификацию осуществляют в зависимости от природы катализатора при различных т-рах; для облегчения удаления выделяющейся воды процесс ведут под небольшим разрежением или в присутствии нейтрального органического растворителя, обеспечивающего быстрый унос и отстой воды. Для каждого сложного эфира подбирают индивидуальные условия этерификации с тем, чтобы реакция прошла наиболее полно, т.е. при синтезе диоктилсебацината (ДОС) требуется максимальное замещение карбоксильных групп себациновой кислоты, а при синтезе пентаэритритового эфира смеси жирных кислот C_5-C_9 (ПЭТ) и тригептаноат триметилолпропана (ТГТМП) – максимальное замещение гидроксильных групп пентаэритрита и триметилолпропана. (См. также *Эфиры дикарбоновых кислот* и *Сложные эфиры многоатомных спиртов*).

Процесс этерификации проводят в автоклавных реакторах с эффективным перемешиванием, по ходу реакции проводят контроль за полнотой прохождения процесса. Эффективность этерификации напрямую связана со скоростью удаления из зоны реакции выделяющейся воды. По окончании процесса для удаления катализатора продукты реакции этерификации обрабатывают различными способами в зависимости от типа используемого катализатора: гетерогенный ката-

лизатор отфильтровывают, а гомогенный нейтрализуют щелочным раствором, а затем продукты реакции этерификации промывают обессоленной водой. Далее продукты реакции этерификации дистиллируют в пленочных испарителях, отделяя непрореагировавшие реагенты – спирты или кислоты, после чего в вакуумных пленочных испарителях или колоннах выделяют более легкие, чем сам сложный эфир, продукты. Остаток подвергают адсорбционной очистке, как правило, на активированном угле; готовый эфир хранят, во избежание попадания влаги из атмосферы, в резервуарах под азотной подушкой.

ПОЛЯРИЗАЦИОННАЯ КОРРОЗИОННАЯ ДИАГРАММА – диаграмма зависимости истинных скоростей сопряженных анодной и катодной реакций коррозионного процесса от потенциала (ГОСТ 5272).

ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ – ограничение скорости электрохимической коррозии поляризационными явлениями на электродах (ГОСТ 5272).

ПОЛЯРИЗАЦИЯ – изменение потенциала электрода в результате протекания тока (ГОСТ 5272).

ПОРОШКООБРАЗНЫЙ НЕФТЯНОЙ КОКС ПРОЦЕССА ТЕРМОКОНТАКТНОГО КОКСОВАНИЯ имеет порошкообразную форму с частицами размером 40–1000 мкм. Частицы состоят из многих по числу циклов коксования коксовых слоев толщиной в несколько микрон. Вследствие многократного «обжига» порошкообразных частиц кокса в коксонагревателе они имеют высокую зольность – до 5%. Особенность структуры и высокая зольность не позволяют использовать их в алюминиевой и электродной промышленности.

Качество П.н.к.т.к. оценивается по показателям: влажность, массовая доля летучих веществ, содержание серы, зольность (см. *Нефтяной кокс*). При использовании в энергетике определяют теплотворную способность по общепринятым для твердых видов топлив методам испытаний.

ПОРШНЕВАЯ МАШИНА – устройство, в к-ром энергия рабочего тела (газа, пара или жидкости) преобразуется с помощью поршня, перемещающегося в цилиндре, причем энергия рабочего тела может уменьшаться (двигатель) или увеличиваться (компрессор, насос). Рабочий процесс – цикличный.

ПОРШНЕВЫЕ ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ (ДВС) – самый распространенный источник механической энергии. Сегодня в мире эксплуатируют сотни миллионов ДВС различного назначения, а их суммарная мощность в несколько раз больше мощности всех тепловых, атомных и гидроэлектростанций. Из сказанного ясно, насколько важно обеспечение надежной и безопасной работы ДВС в течение длительного времени, с минимальными затратами на их ремонт и техническое обслуживание. В достижении этой цели большую роль играет смазывание ДВС маслами с соответствующими эксплуатационными свойствами.

Многообразие типов, конструкций, назначений и условий эксплуатации ДВС предопределяет необходимость использования в их смазочных системах моторных масел с различными физико-химическими характеристиками и уровнями эксплуатационных свойств.

ДВС – самые сложные объекты смазывания, а моторные масла – самые сложные по составу и выполняемым функциям смазочные материалы. Одно и то же масло в ДВС с циркуляционной смазочной системой смазывает:

• подшипники скольжения, где обеспечен гидродинамический режим смазки, т.е. шейка и подшипник коленчатого вала полностью разделены пленкой масла и трение происходит только между слоями жидкости;

• детали цилиндропоршневой группы (поршень, цилиндр, поршневые кольца), где вблизи мертвых точек имеет место граничный режим смазки, при к-ром важную роль играют свойства слоев масла, находящихся непосредственно на поверхностях трения и трибологические характеристики этих поверхностей;

• детали механизма газораспределения (кулачки, толкатели, коромысла), где имеет место эластогидродинамический режим смазки, при к-ром давления на поверхности трения настолько велики, что приводят к упругим деформациям металлов и значительному росту вязкости масла.

Кроме того, необходимо смазывать зубчатые и цепные передачи, подшипники турбокомпрессора (в двигателях с турбонаддувом) и т.д.

Такое многообразие узлов трения, работающих в очень широком диапазоне скоростей скольжения, давлений и т-ры, есть только в ДВС. Кроме того, удельная нагрузка на моторные масла очень велика. Ее характеризуют отношением объема масла в смазочной системе к номинальной мощности двигателя. На 1 кВт мощности часто приходится лишь от 0,05 до 0,3 л масла.

В отличие от многих других смазочных материалов моторные масла (кроме циркуляционных в крейцкопфных дизелях) подвергаются в каждом рабочем цикле прямому воздействию газообразных, жидких и твердых продуктов сгорания топлива, вступающих с маслом в химические и физические взаимодействия. Интенсивность и характер таких взаимодействий существенно зависят от вида и качества применяемого топлива. ДВС работают на природном или сжиженном нефтяном газе, бензине, дистиллятном дизельном топливе, тяжелых остаточных топливах (мазутах), а также на альтернативных топливах, получаемых из биомас-

сы (спиртах, растительных маслах и продуктах их переработки). В стационарных ДВС сжигают газы, образующиеся при очистке сточных вод, а также в металлургических производствах.

Большим разнообразием отличаются и смазочные системы ДВС. Простейшую смазочную систему имеют малоразмерные двухтактные бензиновые двигатели, для смазывания к-рых к топливу добавляют масло в соотношении от 1:25 до 1:100. Масло работает очень кратковременно и непрерывно обновляется.

В большинстве ДВС масла работают длительное время, многократно принудительно прокачиваются насосами по смазочной системе. В автотракторных ДВС объем масла, находящийся в системе, прокачивается до 300-400 раз в час.

Типичная смазочная система ДВС показана на **рис. П-6.** Из картера через маслозаборник и фильтры насос подает масло под давлением в главную магистраль. Давление масла в главной магистрали 200-1800 кПа. Из главной магистрали масло поступает ко всем узлам, смазываемым под давлением (к подшипникам коленчатого и распределительного валов, осям коромысел и др.). Масло, вытекающее из подшипников коленчатого вала, центробежными силами разбрызгивается на стенки цилиндров, чем обеспечивается

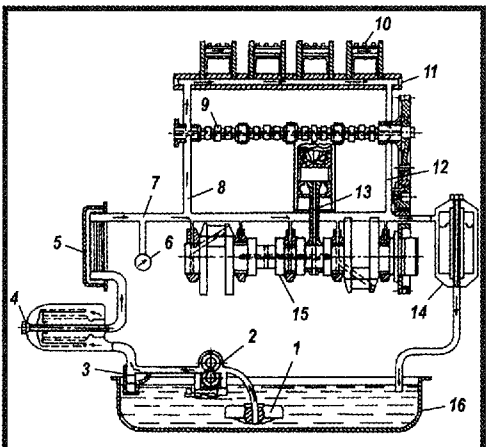


Рис. П-6. Смазочная система поршневого ДВС:

1 – маслозаборник; *2* – масляный насос; *3* – редукционный клапан, ограничивающий давление масла; *4* – полнопоточный масляный фильтр; 5 – масляный радиатор; *6* – манометр; *7* – главная магистраль; *8* и *12* – вертикальные каналы; *9* – подвод масла к распределительному валу; *10* – подвод масла к осям коромысел механизма газораспределения; *11* – канал в головке блока цилиндров; *13* – канал в шатуне для подвода масла, охлаждающего поршень; *14* – неполнопоточный масляный фильтр тонкой очистки; *15* – коленчатый вал; *16* – поддон картера

его поступление в зону поршневых колец. Только в крупных дизелях с малой частотой вращения коленчатого вала и большим ходом поршня предусматривается подача масла под давлением непосредственно на зеркало цилиндра.

ПОРШНЕВЫЕ КОЛЬЦА. В ДВС различают П.к. компрессионные, к-рые предотвращают утечку газов из рабочего объема цилиндра в картер, и маслосъемные, к-рые сбрасывают избыток масла со стенок цилиндра в картер.

ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ СРЕДСТВА ВРЕМЕННОЙ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ – сохранение *защитного эффекта средства временной противокоррозионной защиты* после *расконсервации* по установленной технологии (ГОСТ 9.103 ЕСЗКС).

ПОСТОЯННАЯ ПРОТИВОКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА – комплекс мероприятий по защите металла и изделий от коррозии, к к-рым относят:

1) разработку и использование коррозионностойких конструкционных материалов (легированных сталей и сплавов, полимерных, стеклянных, композиционных) и изделий из них;

2) проектные и конструкторские работы, направленные на правильный выбор конструкции металлоизделия, его агрегатов и узлов, а также конструкционных материалов и, что не менее важно, на их сочетание;

3) применение постоянных коррозионностойких *защитных покрытий*: термических, окисных, гальванических, фосфатных, металлических, грунтовочных, лакокрасочных, металлокерамических, из коррозионно-стойких металлов и сплавов, из полимерных материалов (пластмасс);

4) использование *электрохимической защиты* – протекторной (к защищаемому объекту: трубопроводу, резервуару и др., прикрепляются специальные *протекторы*), катодной или анодной (поляризация изделия от внешнего источника тока со сдвигом потенциала в пассивную область).

ПОТЕНЦИАЛ КОРРОЗИИ – потенциал металла, установившийся в результате протекания сопряженных анодного и катодного процессов *электрохимической коррозии* без внешней *поляризации* (ГОСТ 5272).

ПОТЕРИ БЕНЗИНА ОТ ИСПАРЕНИЯ – показатель *летучести*, характеризующий физическую стабильность и экологические свойства бензина. Оценивается по потере массы образца бензина (% масс.), продуваемого воздухом.

ПОТЕРЯ ВЯЗКОСТИ ПОСТОЯННАЯ – необратимое снижение *вязкости смазочного материала* вследствие *механической деструкции* при работе в двигателях или на лабораторных стендах. П.в.п. представляет собой разность значений вязкости *свежего* и *работавшего масла*, замеренных при одинаковой т-ре.

ПОТЕРЯ МАССЫ СТАЛЬНОЙ ПЛАСТИНЫ (ГОСТ 18597) – показатель *защитных свойств*, коррозионной активности. Оценивается по потере массы (г/м²) стальной (Ст. 3) пластины, находящейся в бензине, при насыщении бензина водой и ее конденсации на пластине.

ПРАКТИЧЕСКАЯ (ПРИКЛАДНАЯ) МЕТРОЛОГИЯ – раздел метрологии, предметом к-рого являются вопросы практического применения разработок теоретической метрологии и положений законодательной метрологии (РМГ 29).

ПРЕДЕЛ КОРРОЗИОННОЙ УСТАЛОСТИ – максимальное механическое напряжение, при к-ром еще не происходит разрушение металла после одновременного воздействия установленного числа циклов переменной нагрузки и заданных коррозионных условий (ГОСТ 5272).

ПРЕДЕЛ ПРОЧНОСТИ (на сдвиг) ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК – минимальное критическое усилие (нагрузка), к-рое необходимо приложить, чтобы произошла деформация структурного каркаса смазки, и началось ее течение. Физический переход через предел прочности соответствует тому, что разрушение структурных связей в смазке происходит значительно быстрее, чем их восстановление, наблюдается лавинное разрушение структуры, смазка начинает течь как вязкая жидкость. С повышением т-ры предел прочности на сдвиг, как правило, снижается. Однако у силикагелевых, комплексных кальциевых и нек-рых других смазок с повышением т-ры предел прочности на сдвиг может повышаться. Желательно, чтобы минимальный предел прочности на сдвиг при наибольшей т-ре применения смазки не должен быть ниже 100...200 Па.

Предел прочности определяют по (ГОСТ 7143, метод Б) на пластометре К-2 (**рис. П-7**). В металлический нарезной капилляр помещают испытуемую смазку. Верхнюю часть капилляра оставляют открытой, а нижнюю соединяют трубкой с резервуаром, заполненным маловязким нефтяным маслом. Масляный резервуар оснащен манометром и электрообогревателем. Капилляр охлаждают или нагревают до заданной т-ры, а затем нагревают масляный резервуар, в результате чего в системе повышается давление и передается на смазку в капилляре. Давление, при к-ром смазка выдавливается из капилляра, характеризует ее предел прочности при сдвиге τ.

Предел прочности – истинная физическая характеристика смазок. Его значение и температурная зависимость характеризуют их важные эксплуатационные свойства. Этот показатель и отличает смазки от других (жидких) смазочных материалов.

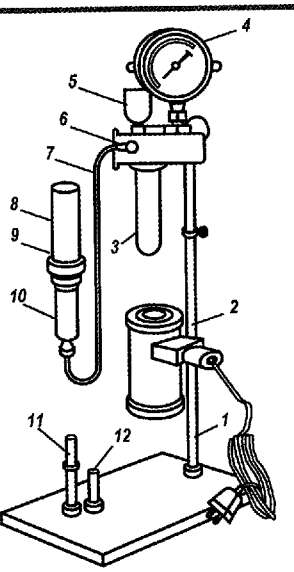


Рис. П-7. Пластомер К-2:

1 – основание со стойкой; *2* – электропечь; *3* – резервуар с маслом; *4* – манометр; *5* – воронка для добавления масла; *6* – кран; *7* – трубка для присоединения корпуса к крану; *8* – защитное стекло; *9* – гайка для крепления капилляра в корпусе *10*; *11* – капилляр длинный (100 мм) с оправой; *12* – капилляр короткий (50 мм) с оправой

Предел прочности характеризует способность смазки сопротивляться сбросу с движущихся деталей, вытеканию и выдавливанию из негерметизированных узлов трения, сползанию с вертикальных и наклонных поверхностей. За рубежом нет стандартного метода оценки предела прочности на сдвиг.

Полуэмпирический метод определения давления текучести пластичных смазок по Кестерниху (представленный в проекте стандарта DIN 51805), в к-ром визуально определяется начало сдвига смазки в конической трубке, позволяет скорее оценить не предел прочности, а консистенцию и текучесть смазок. К другим недостаткам метода Кестерниха относятся использование конической, а не цилиндрической трубки, что затрудняет расчет давления истечения; отсутствие рифления на внутренней стенке конической трубки, что не препятствует пристенному скольжению смазки; необоснованный выбор т-ры испытания ниже 20°С, в то время как предел прочности характеризует поведение смазок не при низких, а при рабочих т-рах; субъективная визуальная оценка начала сдвига смазки.

Указанные недостатки позволяют считать метод DIN 51805 принципиально несопоставимым со значительно более совершенным методом по ГОСТ 7143, метод Б.

ПРЕДЕЛЬНАЯ БЫСТРОХОДНОСТЬ – минимальная скорость подшипника, при к-рой наблюдается режим масляного голодания.

ПРЕДЕЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА ФИЛЬТРУЕМОСТИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА – важнейший эксплуатационный показатель, характеризующий *прокачиваемость топлива* при низких т-рах. Определяют как т-ру, при к-рой постепенно охлаждаемое в стандартизованных условиях топливо (определенный объем) перестает протекать через стандартную фильтрующую установку в течение определенного времени. П.т.ф.д.т. без присадок равна т-ре помутнения или на 1-2°С ниже. Микрокристаллы высокоплавких углеводородов забивают фильтры тонкой и грубой очистки в системе питания двигателя и препятствуют поступлению топлива.

Определяют по ГОСТ 22254 (зарубежный метод – EN 116).

ПРЕДЕЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ – состояние объекта, при к-ром он переходит из работоспособного в неработоспособное состояние, т.е. перестает выполнять свои функции (см. также *Показатели предельного состояния моторного масла*).

ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЙ СОСТАВ ПП 95/5 (ГОСТ 4113) предназначен для защиты изделий машиностроения от коррозии, атмосферных и других воздействий. Представляет собой композицию петролатума с твердым парафином.

ПРЕЖДЕВРЕМЕННОЕ ВОСПЛАМЕНЕНИЕ – воспламенение *топливо-воздушной смеси* в бензиновом двигателе или двигателе, работающем на газе, до возникновения искры в свече. П.в. часто вызывается образовавшимися из топлива или масла *отложениями* в камере сгорания, понижает мощность и может привести к аварии двигателя.

ПРЕЛЮБЫ – коррозионно-защитные масла для покрытых и непокрытых листов металла из стали и алюминия, к-рые одновременно являются СОТС для глубокой вытяжки металлов (VDA 230-201 – спецификация автомобилестроительных компаний Audi, BMW, DaimlerChrysler, Ford, Opel, Skoda, Volvo, VW). До появления П. на металлургических и машиностроительных заводах для защиты прокатных листов, полуфабрикатов и готовых изделий использовались различные консервационные масла. Защищенный ими прокатный лист или полуфабрикат из металла подавался на операции обработки резанием или штамповкой, где использовались специальные СОТС. Из-за несовместимости консервационных масел с СОТС на обработанных поверхностях деталей образуются ржавчина, пятна и ореолы, к-рые трудно удаляются перед фосфатированием или покраской. Кроме того, при смывании консервационного масла загрязняется окружающая среда. Разработанные П., напр. Anticorit P L 3802-39 (фирмы «Фукс»), Ferrocoat 8001 и Ferrocoat 6130 (фирмы «Квакер Кемикал») G erocor 26-10 (фирмы «Хенкель»), Волгол-131 и МР-Антикор Штамп (разработанных совместно Укр НДІПН «МАСМА» и ООО ВПО «Волгохимнефть») служат одновременно консервационными маслами и СОТС для механической обработки металлов. П. Волгол-131 и МР-Антикор Штамп – экологически безопасные продукты. Не содержат хлора, цинка, бария и фосфора. Легко смываются с поверхности металла. Могут применяться при обработке легких цветных и черных металлов на станках-автоматах, при нарезании трубной резьбы, штамповке деталей сложной конфигурации, а также для длительной защиты от коррозии бухт и пакетов листовой стали, подшипников, деталей двигателей, насосов и т.д. при хранении на складах и транспортировании морским транспортом. На поверхность металла могут наноситься окунанием, смачиванием с помощью валиков и распылением.

ПРЕЦИЗИОННОСТЬ – степень близости одного независимого результата испытаний к другому, полученных в регламентированных условиях (ГОСТ Р ИСО 5725).

П. зависит только от случайных составляющих погрешностей и не имеет отношения к истинному или установленному значению измеряемой величины. Качественные характеристики П. метода испытаний – *повторяемость* (сходимость) и *воспроизводимость*. Количественные характеристики П. метода испытаний – *предел повторяемости* и *предел воспроизводимости*. Меру П. обычно выражают степенью неточности и вычисляют как стандартное отклонение результатов испытаний, при этом меньшая П. соответствует большему стандартному отклонению. Количественные значения мер П. существенно зависят от условий проведения испытаний, крайними случаями к-рых являются *условия повторяемости* и *условия воспроизводимости* (ГОСТ Р ИСО 5725-1).

Условия повторяемости (сходимости) – условия, при к-рых единичные результаты испытаний получают одним и тем же методом, на идентичном материале одной и той же лаборатории, одним и тем же оператором, с использованием одного и того же оборудования за короткий промежуток времени (ГОСТ Р ИСО 5725-1).

Условия воспроизводимости – условия, при к-рых результаты измерений (испытаний) получают одним и тем же методом, на идентичном материале, в разных лабораториях, разными операторами с использованием различных экземпляров оборудования одного типа (ГОСТ Р ИСО 5725-1). Допустимо использование оборудования другого типа, если его применение позволяет обес-

печить требуемую точность и сопоставимость результатов испытаний (согласно нормативной документации на метод испытаний).

Результаты, полученные способом, на к-рый не оказывает влияния никакой предшествующий результат, полученный при испытаниях того же самого или подобного объекта разными операторами с использованием различного оборудования называют **независимыми** (ГОСТ Р 50779.10).

Прецизионность используется для характеризации точности методов испытаний нефти и нефтепродуктов, аттестованных по ГОСТ Р 8.580.

Значения показателей ***повторяемости (сходимости)*** и **воспроизводимости** оцениваются при помощи дисперсионного анализа (двухфакторная схема с перекрестной классификацией и повторными испытаниями в ячейке). Данную схему анализа применяют к результатам, полученным в ходе выполнения статистически обоснованной программы межлабораторных исследований. Программа определяет число участников (лабораторий) эксперимента, число испытуемых проб, охватывающих весь диапазон содержаний определяемых компонентов и свойств, порядок их испытаний, формы представления результатов. После того как значения показателей «повторяемость (сходимость)» и «воспроизводимость» установлены согласно методике, изложенной в ГОСТ Р 8.580, их включают в документ, регламентирующий процедуру испытаний. Статистический анализ, выполненный в соответствии с методикой, изложенной в ГОСТ Р 8.580, неизменно приводит к тому, что показатель «воспроизводимость» превосходит показатель «повторяемость».

Повторяемость результатов испытаний – степень близости одного независимого результата испытаний к другому, полученных одним и тем же методом на идентичном материале, в одной и той же лаборатории, одним и тем же оператором, с использованием одного и того же оборудования за короткий промежуток времени (ГОСТ Р 8.580).

Абсолютное значение разности двух единичных результатов испытаний, полученных в условиях повторяемости с доверительной вероятностью 95%, называется **пределом повторяемости *r*.**

Воспроизводимость результатов испытаний – степень близости одного независимого результата испытаний к другому, полученных одним и тем же методом на идентичном материале в разных лабораториях, разными операторами, с использованием различного оборудования.

Абсолютное значение разности двух результатов испытаний, полученных в условиях воспроизводимости с доверительной вероятностью 95%, (ГОСТ Р 8.580), называется **пределом воспроизводимости *R*.**

Показатели П. метода испытаний на практике используют в следующих ситуациях: при проверке приемлемости результатов испытаний, полученных в условиях повторяемости и воспроизводимости; при составлении спецификаций на продукцию; при проверке соответствия требованиям спецификаций; при разрешении спора между поставщиком и получателем (приобретателем) продукции.

1. Использование показателей прецизионности при проверке приемлемости результатов испытаний. Когда в лаборатории проводят более одного испытания на каждой пробе, т.е. когда оператор желает убедиться, что применяемые им технические приёмы удовлетворительны, можно проверить совместимость результатов повторных испытаний с требованиями *повторяемости* метода. Результаты повторных испытаний необходимы, например, в случае спора. Процедура проверки совместимости результатов приводится ниже.

Если в условиях повторяемости получены только два результата и расхождение между ними равно или меньше *r*, оператор может считать, что его работа находится под контролем, а *приемлемость результатов* удовлетворительна. Он может принять среднее значение двух результатов в качестве оценённого значения определяемого свойства. Если расхождение двух результатов превышает *r*, то оба результата считают подозрительными и получают дополнительно не менее трёх результатов. После этого рассчитывают разность между наиболее удаленным результатом и средним значением всех остальных результатов с учетом первых двух. Эту разность сравнивают с новым значением r_1 по формуле:

$$r_1 = r\sqrt{k/[2(k-1)]},$$

где k – общее число полученных результатов.

Если разность меньше или равна r_1, то все полученные результаты следует считать приемлемыми. Если разность превосходит r_1, то отбрасывают наиболее удалённый результат и повторяют изложенную процедуру браковки до получения приемлемой группы результатов.

Среднее значение приемлемых результатов следует принять в качестве оценённого значения определяемого свойства. Однако, если из общего числа (не более 20) было отбраковано два результата или более, то процедуру испытаний и аппаратуру следует проверить и, если возможно, выполнить новую серию испытаний.

Доверительные границы истинного значения определяемого компонента устанавливаются так. Когда один оператор, результаты работы к-рого удовлетворяют требованиям нормативного документа на метод испытаний для получения показателей П., получает серию из k результатов в условиях повторяемости и среднее значение этой се-

рии равно $\bar{X}$, то с 95%-ной вероятностью можно допустить, что истинное значение определяемого показателя качества μ находится внутри границ:

$\bar{X}-R_1/\sqrt{2} \le \mu \le \bar{X}+R_1/\sqrt{2}$,

где $R_1=\sqrt{R^2-r^2(1-1/k)}$.

Подобным образом, при односторонней постановке задачи, когда фиксируют только одну границу (верхнюю или нижнюю), с 95%-ной вероятностью можно принять, что истинное значение определяемого показателя качества ограничено областью значений:

$\mu \le X+0{,}59R_1$ (верхняя граница)

или $\mu \le X-0{,}59R_1$ (нижняя граница).

Однако вследствие того, что для большинства методов испытаний r много меньше чем R, путём многократного выполнения испытаний в условиях повторяемости достигается лишь незначительное улучшение оценки неопределенности среднего значения.

Если обнаружено, что воспроизводимость R значительно превосходит повторяемость (сходимость) r, то следует проанализировать причины столь большого значения отношения R/r и улучшить метод.

Изложенная ниже процедура предназначена для определения приемлемости результатов, полученных различными лабораториями при повседневной деятельности. Приемлемость результатов оценивают по степени их согласованности с *воспроизводимостью испытаний R*.

Если в двух лабораториях получены единичные результаты и их разность меньше или равна R, оба результата следует считать приемлемыми. Среднее значение этих результатов вернее, чем каждый из результатов в отдельности, его следует рассматривать как оценённое значение определяемого свойства. Если разность указанных результатов превышает R, то оба результата считают подозрительными. В этом случае каждой лаборатории следует получить дополнительно не менее трёх приемлемых результатов в условиях повторяемости. Разность между средними значениями всех приемлемых результатов от каждой лаборатории следует оценить на соответствие требованиям нормативной документации на метод испытаний, используя новое значение R_2 вместо R. Значение R_2 определяется по формуле:

$R_2=\sqrt{R^2-r^2(1-0{,}5k_1-0{,}5k_2)}$,

где R – предел воспроизводимости метода; r – предел повторяемости (сходимости) метода; k_1 – число результатов, полученных в первой лаборатории; k_2 – число результатов, полученных во второй лаборатории.

Если разность между этими средними значениями меньше или равна R_2, то эти средние считают приемлемыми и их общее среднее значение следует рассматривать как оцененное значение определяемого свойства. Если разность между средними значениями превосходит R_2, то следует действовать в соответствии с процедурой, изложенной в разделе 9 ГОСТ Р 8580. Если более двух лабораторий, т.е. $(N+1)>2$, представили по одному или более приемлемых результатов, то определяют разность между наиболее удалённым лабораторным средним значением и средним значением остальных N лабораторных средних. Разность следует сравнить с R_3, определяемую по формулам:

$R_3=\sqrt{R_1^2/2+R_4^2/2N}$,

и $R_4=\sqrt{R^2-r^2/N(N-1/k_1-1/k_2-\ldots-1/k_n)}$.

Величину R_1 определяют согласно истинному значению показателя качества μ для нижней границы. Эта величина соответствует наиболее удалённому лабораторному среднему. Если разность меньше или равна R_3 по абсолютному значению, то все результаты следует рассматривать как приемлемые, а их среднее принимают как оценённое значение определяемого свойства. Если разность превосходит R_3, наиболее удалённое лабораторное среднее значение отбрасывают. Используя выражения R_3 и R_4, сравнение повторяют до получения приемлемой группы средних значений по лаборатории. Среднее значение этих лабораторных средних принимают в качестве оценённого значения определяемого свойства. Однако, если из общего числа (не более 20) было отбраковано два лабораторных средних значения или более, то процедуру испытаний и аппаратуру следует проверить и, если возможно, выполнить новую серию испытаний.

Доверительные границы определения истинного значения устанавливают в соответствии со следующей процедурой. Когда в N лабораториях получены один или более результатов в условиях повторяемости и воспроизводимости, из к-рых образуют общее среднее для лабораторных средних $\bar{X}$, с 95%-ной вероятностью можно допустить, что истинное значение определяемого показателя качества μ находится внутри границ:

$\bar{X}-R_4/\sqrt{2N} \le \mu \le \bar{X}+R_4/\sqrt{2N}$.

Подобным образом при односторонней постановке задачи, когда фиксируют только одну границу (верхнюю или нижнюю), с 95%-ной вероятностью можно принять, что истинное значение определяемого показателя качества μ ограничено областью значений:

для верхней границы $\mu \le \bar{X}+0{,}59R_4/\sqrt{N}$

или для нижней границы $\mu \le \bar{X}-0{,}59R_4/\sqrt{N}$.

2. Использование показателей прецизионности при составлении спецификации (технических условиий на продукцию). Назначение спецификации – установление фиксированной границы (границ) истинного значения рассматриваемо-

го свойства (показателя качества). Однако на практике это истинное значение невозможно установить точно. Заданное свойство определяют в лаборатории стандартными методами испытаний. Полученные результаты, как правило, демонстрируют нек-рое рассеяние, что и определяют с помощью повторяемости (сходимости) и воспроизводимости метода. Поэтому в отношении истинного значения определяемого свойства всегда существует нек-рая неопределенность.

Чтобы исключить неопределенность, границы истинного значения, как правило, должны быть выражены в форме, «не менее...» или «не более...».

Границы бывают двух типов: двухсторонняя – верхняя и нижняя, например, «вязкость не менее 5 мм²/с и не более 10 мм²/с»; односторонняя – верхняя или нижняя, например, «массовая доля серы не более 2%»; «концентрация свинца не более 3,0 г/л»; «растворимость битума не менее 99%».

Одностороннюю границу назначают, если существует другая предполагаемая граница, к-рая практически приводит к ситуации с двухсторонней границей, что и имеет место в большинстве случаев. Это демонстрируют приведённые примеры, в к-рых другой предполагаемой границей являются соответственно 0%, 0 г/л и 100%. В случае истинной односторонней границы, например, для «т-ры вспышки не менее 60°С», приведенные выше соображения не применимы. Здесь и далее A_1 обозначает верхнюю границу, а A_2 – нижнюю.

При назначении граничных значений в спецификации следует принимать в расчёт воспроизводимость того метода испытаний, к-рый допущен для проверки соответствия требованиям данной спецификации, по следующим правилам:

• при двухсторонних границах A_1 и A_2 специально обозначенное поле допуска (установленное или предполагаемое) не должно быть меньше четырёхкратного значения воспроизводимости метода, допущенного к испытаниям, т.е. $(A_1–A_2)\geq 4R$;

• при односторонней границе A_1 или A_2 специально обозначенное поле допуска не должно быть меньше удвоенного значения воспроизводимости метода, допущенного к испытаниям, т.е. $A_1\geq 2R$ или $A_2\geq 2R$.

Если по практическим причинам поле допуска $(A_1–A_2)$ оказывается меньше $4R$, результаты испытаний будут иметь сомнительную ценность при решении вопроса: удовлетворяет ли требованиям спецификации испытанная проба или нет? Из соображений статистики желательно, чтобы $(A_1–A_2)$ было существенно больше $4R$. Если это условие не выполняется, то следует принять следующие один или оба способа действия:

а) изучить граничные значения, установленные в спецификации, следует изучить для определения возможности расширить границы поля допуска и за счёт этого привести их в соответствие с требованиями к точности метода испытаний;

б) исследовать метод испытаний для определения возможности улучшить показатели точности метода. Цель исследования состоит в том, чтобы привести в соответствие точность метода испытаний и поле допуска, установленное в спецификации.

Нек-рые спецификации вследствие особенностей товарной продукции или конечного использования продукта или по обеим причинам требуют, чтобы получатель имел высокую степень уверенности в том, что товарная продукция соответствует качеству или превосходит уровень, регламентированный в спецификации. В ГОСТ 8.580 такие спецификации называются «техническими требованиями». Спецификации, в к-рых требования сводятся к тому, чтобы качество товарной продукции по существу, было не хуже качества, регламентированного ими, в данном стандарте называются «общими требованиями».

При любом товарообмене оговаривают условие, что степень достоверности спецификации соответствует максимальной вероятности (риску), к-рую получатель может допустить, принимая партию продукции, не удовлетворяющую спецификациям. В данном стандарте степень достоверности обозначают P. Риск, к-рый может допустить поставщик для партии продукции, «минимально» удовлетворяющей требованиям спецификации, составит $1–P$. В некоторых случаях P – предмет предварительного соглашения между сторонами – юридическими лицами и его следует рассматривать подобно нормативным значениям (границам по спецификациям) с учётом метода испытаний как составной части спецификации.

3. Контроль качества продукции на соответствие требованиям спецификаций. Такой контроль позволяет поставщику и получателю принять решение о соответствии качества продукции требованиям спецификации при наличии одного результата испытаний. Если после изучения этого результата у получателя возникают сомнения в качестве продукции, то рекомендуется процедура, изложенная в ГОСТ Р 8.580.

Поставщик, не имеющий другой информации об истинном значении определяемой характеристики, кроме одного результата испытаний, с 95%-ной доверительной вероятностью может быть уверен, что продукт соответствует требованиям спецификации, если результат испытаний X такой, что:

при односторонней верхней границе A_1

$$X \leq A_1–0{,}59R; \quad (1)$$

при односторонней нижней границе A_2

$$X \geq A_2+0{,}59R; \quad (2)$$

при двухсторонних границах A_1 и A_2 требуется соблюдение обоих условий.

Поставщик может применять формулы (1) и (2), но не обязан это делать. Нахождение заявленного значения результата испытаний в области между указанным в спецификации значением и граничным значением, полученным по формулам (1) и/или (2), не доказывает несоответствие требованиям спецификации.

Получатель, не имеющий другой информации об истинном значении определяемой характеристики, кроме результата испытаний, с 95%-ной доверительной вероятностью может быть уверен, что продукт не соответствует требованиям спецификации при условии, что результат испытаний X такой, что:
при односторонней верхней границе
$X > A_1+0{,}59R$;
при односторонней нижней границе
$X < A_2-0{,}59R$;
при двухсторонних границах A_1 и A_2 требуется выполнение любого из указанных условий.

4. Правила принятия или отклонения результатов испытаний при возникновении спора. Если поставщик и получатель не могут прийти к соглашению о качестве продукта на основе полученных ими результатов испытаний, следует выполнить следующую процедуру.

Каждая лаборатория должна отвергнуть свои первоначальные результаты и получить не менее трёх других приемлемых результатов на своей контрольной пробе в условиях повторяемости (сходимости). Затем следует вычислить среднее значение приемлемых результатов в каждой лаборатории, отбрасывая выпадающие результаты. Если новые испытания не позволяют разрешить спор, продолжают выполнять процедуру разрешения спора.

Пусть $\bar{X}_S$ – среднее значение результатов, полученных поставщиком; $\bar{X}_R$ – среднее значение результатов, полученных получателем; A_1 – верхняя граница по спецификации; A_2 – нижняя граница по спецификации; при этом:
$\bar{X}_S \le A_1 < \bar{X}_R$;
$\bar{X}_S \ge A_2 > \bar{X}_R$.

Это означает, что средние значения $\bar{X}_S$ и $\bar{X}_R$ следовало бы сравнить с верхней и нижней границами по спецификации A_1 и A_2 так, как указано ниже:

$$\text{Если } \frac{\bar{X}_S+\bar{X}_R}{2} \le A_1 \text{ или } \ge A_2,$$

то продукт принимают при условии, что $|\bar{X}_S-\bar{X}_R| \le 0{,}84R_2$ [расчёт величины R_2 изложен в ГОСТ Р 8.580 (п. 6.2.1)], спор возможен при условии, что $|\bar{X}_S-\bar{X}_R| > 0{,}84R_2$

В последнем случае невозможно с уверенностью установить, соответствует ли продукт требованиям спецификации или нет. Поэтому разрешить спор можно только путём переговоров.

$$\text{При } \frac{\bar{X}_S+\bar{X}_R}{2} > A_1 \text{ или } < A_2,$$

спор продолжают вне зависимости от разности $\bar{X}_S-\bar{X}_R$.

При продолжении спора двум лабораториям необходимо вступить в контакт одна с другой и сравнить процедуры выполнения испытаний и аппаратуру. Вслед за этими исследованиями обе лаборатории должны провести испытания каждая на своей контрольной пробе для установления взаимного соответствия. В каждой лаборатории вычисляют среднее значение, по крайней мере, трёх приемлемых результатов. Эти средние значения сравнивают так, как указано в ГОСТ Р 8.580 (п. 9.1).

Если разногласия остаются, следует пригласить третью лабораторию (нейтральную, экспертную или по соглашению сторон) для проведения испытаний, используя третью контрольную пробу. Допустим, что $\bar{X}_E$ – среднее значение трёх или более приемлемых результатов, полученных третьей лабораторией. Если разность между наиболее удалённым средним значением, принадлежащим одной из лабораторий, и средним, образованным из средних значений, принадлежащих двум другим оставшимся лабораториям, меньше или равна R_3 [расчет этой величины изложен в ГОСТ Р 8.580 (п.7.2.1)], то следует выполнить следующий расчёт:

$$\text{если } \frac{\bar{X}_S+\bar{X}_R+\bar{X}_E}{3} \le A_1 \text{ или } \ge A_2,$$

то продукт принимают;

$$\text{если } \frac{\bar{X}_S+\bar{X}_R+\bar{X}_E}{3} > A_1 \text{ или } < A_2,$$

то продукт бракуют.

Если разность между наиболее удалённым средним, принадлежащим одной из лабораторий, и средним, образованным из средних значений, принадлежащих двум другим лабораториям, больше R_3, то следует выполнить следующий расчёт: если $\bar{X} \le A_1$ или $\ge A_2$, то продукт принимают; если $\bar{X} > A_1$ или $< A_2$, то продукт бракуют.

ПРИБОРНЫЕ МАСЛА – *смазочные масла* для приборов и точных механизмов (ГОСТ 26098). П.м. предназначены для снижения трения, предотвращения или уменьшения износа, защиты деталей трения от коррозии. В отдельных случаях П.м. выполняют специальные функции: демпфирующую, воспринимая вибрацию, теплоизолирующую или теплоотводящую, вакуумирующую, создавая или поддерживая разрежение, и т.д.

Малые размеры поверхности трения деталей приборов обусловливают высокие удельные наг-

рузки (в отдельных случаях 120–150 МПа), действующие на них, а высокая чувствительность приборов – малые и часто предельно малые усилия сдвига, приложенные к подвижным деталям. Поэтому тонкие слои П.м., разделяющие сопряженные детали приборов, должны отличаться высоким сопротивлением нормальным нагрузкам и как можно меньшим сопротивлением сдвигу (тангенциальным силам). Иными словами, П.м. должно обладать высокой *смазочной способностью*.

Поскольку П.м. вводят в зазор между деталями прибора или на гладкие поверхности, где оно удерживается капиллярными силами, П.м. должно обладать прочной связью с поверхностью металла (высокой *адгезией*), малой растекаемостью по поверхности и высоким *поверхностным натяжением*.

П.м. вводят в небольшом количестве (от 1-2 до 10^{-4}–10^{-5} мл) и не пополняют в течение срока службы прибора, к-рый может составить несколько лет. Поэтому П.м. должно отличаться высокой термоокислительной стабильностью, низкой испаряемостью. Скорость окисления П.м. зависит от химического состава, толщины слоя окисляемого масла, т-ры, действия металлов. Испаряемость П.м. приводит к изменению его свойств: к повышению вязкости, а в дальнейшем к повышению сопротивления сдвигу.

Из общих требований к смазочным материалам для П.м. особенно большую роль играет отсутствие коррозионных соединений и абразивных механических примесей. Малые размеры деталей приборов и незначительные усилия сдвига, приложенные к ним, делают приборы особенно чувствительными к действию этих веществ. П.м. должно выдерживать испытание на *коррозионную активность* по отношению к тем металлам, к-рые оно смазывает.

Важным требованием к П.м. является отсутствие механических примесей диаметром более 0,01 мм, содержание к-рых определяют с помощью камеры счисления (ГОСТ 9270).

Важными характеристиками П.м. являются кинематическая вязкость и т-ра застывания. Для П.м., работающего в широком диапазоне температур, одно из основных требований – возможно меньшая зависимость вязкости от т-ры. При низких т-рах эксплуатации у П.м. появляется статическое сопротивление сдвигу, к-рое может привести к сбою в работе механических систем приборов, что недопустимо. Нижний температурный предел применения П.м. характеризуется т-рой застывания, к-рая должна быть не меньше, чем на 6-7°С ниже т-ры применения.

П.м. применяют в ответственных, дорогостоящих и уникальных приборах, причем в относительно небольших количествах. П.м. относятся к числу качественных смазочных материалов.

Классификация П.м. П.м. классифицируют по составу основы (*базового масла*), вязкости, температурному диапазону применения и назначению.

По составу основы различают П.м.:

- минеральные;
- синтетические;
- на минерально-синтетической основе.

П.м. могут содержать или не содержать присадок, улучшающих их физико-химические и эксплуатационные свойства.

Минеральные П.м. обладают хорошими смазочными свойствами, высокой стабильностью к окислению, надежно предохраняют детали приборов от коррозии, однако имеют небольшой рабочий температурный режим от –10...–50°С до +50...+100°С.

Синтетические П.м. изготовляют на основе кремнийорганических жидкостей (метил-, этил, фенил-, хлор-, фторсиликонов), *сложных диэфиров, эфиров неопентилполиолов*.

П.м. на минерально-синтетической основе представляют собой смеси минеральных масел и силиконовых жидкостей. Силиконовые жидкости имеют худшие смазывающие свойства и адгезию, чем минеральные масла, однако превосходят их по термоокислительной стабильности, реологическим свойствам и испаряемости.

Сложные эфиры сочетают положительные качества минеральных масел и силиконовых жидкостей.

По вязкости при 50°С различают П.м.:

- маловязкие – вязкость до 15 мм²/с;
- средневязкие – вязкость до 15–30 мм²/с;
- вязкие – вязкость более 30 мм²/с.

По температурному диапазону применения различают П.м.:

- низкотемпературные (+50...+100°С);
- высокотемпературные (+ 200...+250°С).

По назначению различают:

- *приборные масла общего назначения;*
- *приборные масла специального назначения;*
- *часовые масла*.

ПРИБОРНЫЕ МАСЛА ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ – масла для смазывания подшипников контрольно-измерительных приборов, шарикоподшипников и узлов трения скольжения электробритв и аналогичных изделий, малонагруженных редукторов медицинского оборудования, оборудования деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной, резиновой, легкой, пищевой, полиграфической промышленности, а также для смазывания высокоточных металлообрабатывающих станков и т.д. Их можно использовать для смазывания механических систем оптических, аэрогеодезических и электроизмерительных приборов, аппаратов связи, затворов фотоаппаратов. Во многих случаях роль П.м.о.н. сводится не столько к сма-

зочному действию, сколько к защите от коррозионного воздействия окружающей среды.

В качестве основы П.м.о.н. применяют преимущественно маловязкие минеральные масла: низко-застывающие нефтяные фракции после специальной очистки. Можно использовать и синтетические продукты (синтетические ароматические углеводороды, сложные эфиры неопентилполиолов, смеси минерального масла с полиэтилсилоксановой жидкостью) (**табл. П-15**).

П.м.о.н. могут содержать или не содержать присадки, улучшающие их антиокислительные и антикоррозионные свойства, и поверхностно-активные вещества, препятствующие стеканию масла со смазываемой поверхности. По вязкости при 50°С П.м.о.н. могут быть маловязкими (до 10 мм²/с), средневязкими (10-30 мм²/с) и вязкими (более 30 мм²/с). П.м.о.н. применяются в диапазоне температур от –70 до +100°С.

ПРИБОРНЫЕ МАСЛА СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ. Условия эксплуатации П.м.с.н. имеют ряд отличительных особенностей. Микродоза масла (не более нескольких миллиграмм) вносится в узел трения, представляющий в большинстве случаев малогабаритный прецизионный подшипник качения. Растекаясь по поверхности шариков, беговой дорожке и сепаратору, масло образует тонкую пленку, к-рая противостоит воздействию таких разрушающих факторов, как высокая т-ра, термоудары, повышенная влажность, осевые и радиальные нагрузки, вибрации, высокие частоты вращения и т.д. Ресурс и температурный диапазон работы П.м.с.н. варьируются в широких пределах в зависимости от области их применения. Наиболее важное требование, предъявляемое к П.м.с.н., – высокая долговечность (длительный ресурс работы). Для ее обеспечения большое значение имеет сохранение заложенно-

П-15. Состав, основные характеристики и область применения приборных масел общего назначения

Марка масла	Состав		Т-ра, °С		Кинематическая вязкость, мм²/с, при температуре:					Температурный диапазон работоспособности, °С	Область применения
	Основа	Присадки	застывания, не выше	вспышки в открытом (закрытом) тигле, не ниже	20°С	50°С	100°С	-40°С	-50°С		
ВНИИНП-408	Нефтяная, глубокоочищенная, дистиллятная из сернистых нефтей	+	-55	107	8-11	-	-	-	-	-30…+50	В высокопрецизионных шпинделях приборов, измеряющих округлость форм и для других точных приборов
МП-704А	Низкозастывающая минеральная основа фракционного состава от 340 до 420 °С после адсорбционной очистки	+	-50	150	-	10	-	3600	-	-40…+100	В подшипниках качения и скольжения бытовых электроприборов, в медицинской технике для высокооборотных бормашин
МВП	Нефтяная, сернокислотной очистки из низкозастывающих нефтяных фракций	-	-60	(125)	6,5-8,0	-	-	-	-	-50…+100	В контрольно-измерительных приборах, масляно-пневматических амортизаторах
ПАРФ-1	Нефтяная, глубокоочищенная	+	-10	175	-	16-24	-	-	-	-10…+40	В счетно-аналитических машинах
МЗ-52	Головная фракция при выработке основы масла АМГ-10	-	-60	80	3,3	-	-	46	-	-50…+50	В спиральных потенциометрах
МАС-30НК	Синтетическая углеводородная	-	-55	225	-	-	7,5-9	-	-	-5…+50	Смазывание механизмов, работоспособных в контакте с некоторыми агрессивными средами
МАС-14Н		-	-49	200	-	-	8-12	-	-		
МАС-30НК		-	-41	285	-	-	24-27	-	-		
ВНИИНП-75	Сложный эфир неопентилполиола	+	-60	230	-	14	4,3	10000	-	-30…+30	Для пропитки и смазывания пористых подшипников микроэлектродвигателей бытовых магнитофонов
132-07	Смесь полисилоксановой жидкости и минерального масла в различных соотношениях	-	-70	165	28-33	-	-	-	1400	-70…+70	В подшипниках приборов и узлах трения, работающих при низкой т-ре
132-19		-	-65	165	27-32	-	-	-	1350		
132-20		-	-70	170	60-80	-	-	-	9000		
132-21		-	-70	170	45-65	-	-	-	5000		
132-08		-	-70	173	47-55	-	-	-	2200		

го количества П.м.с.н. и максимальное сохранение его физико-химических свойств. Наиболее высокой долговечностью (30000-60000 ч) должны обладать П.м.с.н. для космической техники. Это вызвано необходимостью обеспечения непрерывного полета космических станций в течение пяти и более лет. Срок службы П.м.с.н. для систем автоматического регулирования авиационной и ракетной техники составляет от 3000 (для температурного диапазона от –60 до +250°С) до 10000 ч для температур от –60 до +120°С.

Работоспособность П.м.с.н. в микроэлектродвигателях (сельсинах), в элементах авиационной автоматики (т-ра до +250°С), мягкий режим трения – небольшие нагрузки, малая частота вращения в значительной мере определяется его *термоокислительной стабильностью*.

К П.м.с.н. предъявляются следующие требования:

• низкая т-ра застывания и пологая зависимость вязкости от т-ры – необходимое условие для обеспечения высокой чувствительности приборов и постоянства выходных параметров при перепаде температур от –60 до +(150–250)°С;

• низкая испаряемость, высокая термическая и термоокислительная стабильность в тонком

П-16. Состав, основные характеристики и область применения приборных масел специального назначения

Марка масла	Основа	Т-ра застывания, °С, не выше	Физико-химические свойства: Кинематическая вязкость, мм²/с, при т-ре: 100°С	-40°С	-60°С	Испаряемость по ГОСТ 7934.1, % за 100 ч, при т-ре: +200°С	+150°С	+100°С	Температурный диапазон работоспособности, °С	Область применения
Сложные эфиры										
ВНИИНП-6	Термостабилизированный эфир дикарбоновой кислоты	-65	3,1	1800	23000	-	50	1,0	-50…+120	В высокоскоростных и чувствительных подшипниках (в том числе осей подвеса), работающих в режимв вращения и качения
МП-51 Заменитель ВНИИНП-6	То же		3,2	2000	-	-	-		-50 - +120	То же
МП-715	Сложный эфир ароматической дикарбоновой кислоты	-50	5	18000	-	-	7,5	0,5	-40…+150	В прецизионных шарикоподшипниках чувствительных приборое
МП-714	Смесь сложного эфира неопентил-полиола и синтетического углеводорода	-45	8-14	15300	-	-	8	0,5	-40…+150	В узлах трения часовых механизмов и точных приборов
МП-720А	Смесь сложных эфиров	-55	3	9000	-	-	13	0,5	-50…+150	В узлах трения точных приборов. Высокие контактные нагрузки.
Кремнийорганические жидкости										
МП-601	Кремнийорганическая жидкость	-90	10	470	3500	50	20	0.	-60…+150	В чувствительных подшипниках микроэлектродвигателей и др. приборах петатвльной техники, работающих при атмосферном давлении
МП-605	Кремнийорганическая жидкость	-90	17	1050	6500	2,5	0	0	-60…+200	В шарикоподшипниках микроэлектродвигателей, камневых опорах. Работает в вакууме до $1{,}33 \cdot 10$ Па
МП-609	Кремнийорганическая жидкость	-110	7	110	450	-	-	5	-70…+100	В чувствительных микроэлвктродвигателях и в подшипниках приборов с малым моментом сдвига (трогания) при низкой т-рв
МП-610	Кремнийорганическая жидкость	-100	30-50	950	4000	0,3	0	0	-60…+250	В шарикоподшипниках сельсинов, часовых приводах глубинных приборов при наличии повышенной концентрации кислорода или воздуха
МП-625	Крвмнийорганическая жидкость	-80	25	-	2000	-	-	2,5 (за 50 ч)	-80…+100	В узпах трения точных приборов

слое – без этих качеств невозможно сохранение микроколичеств П.м.с.н. в узле трения, обеспечивающих долговечность работы прибора;

• хорошие смазывающие свойства, стабильность в зоне трения;

• коррозионная инертность по отношению к черным и цветным металлам.

Приборные масла на нефтяной основе не удовлетворяют столь жестким требованиям, поэтому П.м.с.н. изготовляют на основе только синтетических жидкостей.

В зависимости от базовой основы (синтетической жидкости) П.м.с.н. можно разделить на две основные группы: П.м.с.н. на основе сложных эфиров и на основе *полисилоксанов*.

В состав П.м.с.н. на основе сложных эфиров (*диэфиров дикарбоновых кислот, эфиров неопентилполиолов*) входит комплекс *антиокислительных и антикоррозионных присадок*, обеспечивающих их высокую термоокислительную стабильность (в объеме и тонком слое) и коррозионную инертность к конструкционным материалам. П.м.с.н. на основе сложных эфиров являются универсальными: они обладают хорошими антифрикционными свойствами, высокими смазочной способностью и работоспособностью в зоне трения качения. Это позволяет использовать их для смазывания узлов трения скольжения и трения качения различных приборов в условиях высоких контактных нагрузок.

Среди полисилоксанов в качестве основ П.м.с.н. используются полисилоксановые жидкости с различными углеводородными радикалами: полидиметилсилоксаны (ПМС), полиэтилсилоксаны (ПЭС), полисилоксаны, содержащие в молекуле атомы хлора (жидкости типа ХС) и др. Термоокислительную стабильность П.м.с.н. на базе полисилоксановых жидкостей повышают введением металлсодержащих антиокислителей. П.м.с.н. на основе полисилоксанов обладают низкой т-рой застывания, пологой вязкостно-температурной зависимостью, высокой стабильностью и низкой испаряемостью при максимальной рабочей т-ре. Однако по смазывающим и антифрикционным свойствам они значительно уступают П.м.с.н. на основе сложных эфиров. Поэтому П.м.с.н. на основе полисилоксанов находят применение в приборах, предназначенных для эксплуатации в экстремальных температурных условиях. Низкие смазывающие свойства таких масел ограничивают их применение в узлах трения скольжения и качения при высоких контактных нагрузках.

Состав, основные характеристики и область применения приборных масел специального назначения приведены в **табл. П-16.**

ПРИГОТОВЛЕНИЕ СОТС ПРИ ПРИМЕНЕНИИ. Масляные СОТС, как правило, поступают к потребителю в готовом к применению виде. Перед заправкой в станочное оборудование их тщательно перемешивают ручным или механизированным способами. При необходимости разбавления концентрированных СОТС масляные концентраты рекомендуется подогреть до т-ры 20-30°С.

Приготовление водосмешиваемых СОТС состоит из подготовки воды и смешивания с водой концентрата СОТС. Основные требования к воде для приготовления СОТС соответствуют ГОСТ 2874 «Вода питьевая». Однако часто на практике используется артезианская или оборотная (технологическая) вода. Используя артезианскую воду необходимо обратить внимание на такие ее характеристики как жесткость и состав. Соли жесткости в воде препятствуют полному эмульгированию и растворению компонентов СОТС, могут реагировать с ними, а это, в свою очередь, может вызвать истощение эмульсии и ухудшение ее антикоррозионных свойств. Повышенное содержание в воде хлоридов и сульфатов также вызывает ослабление антикоррозионных свойств СОТС, возникает необходимость повышения его концентрации или применения антикоррозионных добавок. Сульфаты, кроме того, благоприятствуют размножению сульфатредуцирующих бактерий, вызывающих биопоражение эмульсионных СОТС. Применение мягкой воды (жесткостью менее 2 мг экв/л) может увеличить *пенообразование СОТС*.

Техническая вода является одним из основных источников заражения приготовленного СОТС микроорганизмами – бактериями и грибами, повышенное содержание к-рых приводит к ухудшению эксплуатационных свойств и сокращению срока службы водосмешиваемых СОТС. Поэтому подготовка воды для водосмешиваемых СОТС должна включать комплекс мероприятий по ее умягчению, обезжелезиванию, деионизации и обеззараживанию. Применяют следующие методы умягчения и деминерализации воды: термические, основанные на нагревании воды, ее дистилляции или вымораживании; реагентные, при к-рых находящиеся в воде ионы кальция и магния связываются в нерастворимые соединения; ионного обмена, основанные на фильтровании воды через специальные материалы, обменивающие входящие в их состав ионы натрия на ионы кальция или магния, содержащиеся в воде; магнитные, заключающиеся в обработке умягчаемой воды постоянными магнитными полями и др. Наибольшее распространение получил реагентный метод.

Обеззараживание воды может осуществляться различными методами, выбор к-рых определяется объемом подготовляемой воды, типом системы

приготовления и подачи СОТС, свойствами используемых СОТС. Применяются следующие методы обеззараживания воды: хлорирование, озонирование, обработка ультрафиолетовыми лучами и др.

Следующим этапом в приготовлении водосмешиваемых технологических сред является смешенивание концентратов СОТС с водой. Для интенсификации этого процесса применяют различные методы и оборудование (барботирование, механические смесители с пропеллерными, рамными, турбинными другими мешалками, гомогенизаторы, коллоидные мельницы и др.).

Для приготовления больших объемов водосмешиваемых СОТС применяют общезаводские или цеховые централизованные системы. Недостатком паровоздушных и механических систем приготовления эмульсии являются недостаточно активное перемешивание и относительно невысокая степень дисперсности полученной эмульсии. В результате этого при ее длительном хранении в напорном резервуаре могут произойти выделение масла из эмульсии и подача ее на рабочие места в заниженной концентрации.

Эффективно приготовление эмульсий методом ультразвукового диспергирования. Вследствие акустических звуковых и ультразвуковых колебаний, эффекта кавитации обеспечивается получение мелкодисперсных и стабильных эмульсий, повышается их технологическая эффективность, сокращается время приготовления.

ПРИЕМИСТОСТЬ БАЗОВОГО МАСЛА К ПРИСАДКАМ характеризуется тем, в какой мере присадки или их композиции улучшают эксплуатационные свойства товарного масла с присадками при данной их концентрации. П.б.м.п. зависит от *углеводородного и фракционного состава масла*, способа и глубины очистки. Обычно лучшую приемистость к антиокислительным, антикоррозионным, противоизносным присадкам проявляют глубоко очищенные базовые масла, подвергшиеся гидрированию, в к-рых преобладают парафиновые структуры и мало содержание смол, соединений серы и азота. *Маловязкие парафинистые масла* более приемисты к *депрессорным присадкам*, чем *высоковязкие* с малым содержанием парафиновых углеводородов. *Синтетические базовые масла* весьма специфичны по П.б.м.п. и растворимости присадок в них. Каждое конкретное сочетание *синтетических базовых компонентов* требует индивидуального подбора *композиции присадок*.

ПРИЕМО-СДАТОЧНЫЙ АНАЛИЗ – оценка соответствия качества нефтепродукта по установленному перечню показателей, марке и данным, приведенным в паспорте качества поставщика (при приеме) или журнала анализов (при отпуске), а также требованиям нормативного документа на нефтепродукты.

ПРИЕМОЧНЫЕ ИСПЫТАНИЯ МОТОРНЫХ МАСЕЛ – заключительный этап разработки нового моторного масла или постановки на производство масла с новым *пакетом присадок*. Первый этап П.и.м.м. это *квалификационные испытания*. Каждый следующий этап проводят при положительных результатах предшествующего этапа. Второй этап – *стендовые испытания* масла в серийном двигателе по программе и на стенде его изготовителя. Третий и четвертый этапы – *полигонные* и *эксплуатационные испытания* масла в двигателях автомобилей, тракторов, тепловозов, судов проводят, если решение о допуске масла к производству и применению не может быть принято по результатам второго этапа испытаний или если заданием на разработку масла проведение одного из этих этапов (или обоих) изначально предусмотрено. Эксплуатационные испытания дают интегральную оценку *эксплуатационных свойств масла* и позволяют установить реальные сроки технического обслуживания *смазочной системы двигателя* при применении нового масла.

ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК. Число механизмов и узлов трения, смазываемых пластичными смазками, значительно больше числа машин, в к-рых используются смазочные масла. Это объясняется тем, что расход пластичных смазок на одноразовую заправку механизма в тысячи раз ниже, чем масел. Напр., число точек автомобиля, смазываемых маслами, исчисляется единицами, а смазками – десятками. Внимание конструкторов особенно привлекает то, что применение пластичных смазок не требует герметизации узла трения. Отпадает необходимость в системах подачи смазочного материала, что упрощает конструкцию механизма, снижает его массу и повышает надежность работы. В новейших отраслях техники (авиационная, космическая, электроника, атомная энергетика и др.) пластичные смазки почти полностью вытеснили смазочные масла.

Номенклатура пластичных смазок, выпускаемых только в России, приближается к тысяче наименований. Неспециалисту ориентироваться в таком изобилии трудно. Поэтому выбор смазки чаще всего основан на опыте применения смазок в механизмах, разрабатывавшихся ранее. При таком подходе трудно учесть прогресс смазочной техники, не принимаются во внимание возрастающие требования к качеству смазок, увеличению долговечности механизмов и уменьшению эксплуатационных расходов на смазочные операции. Кроме того, выбор оптимальной смазки часто затрудняется из-за отсутствия современных практических руководств по применению смазок в механизмах. Изложенное выше должно служить предостережением для специалистов – ма-

шиностроителей и эксплуатационников об опасности использования неправильной информации (в том числе справочной) при подборе пластичных смазок для применения.

Долговечная работа пластичной смазки, ее рациональный подбор и применение определяются типом узла трения, особенностями его эксплуатации и характером работы. Поэтому дать исчерпывающие указания по рациональному использованию смазки в узле трения и срокам ее смены (пополнения) без знания особенностей эксплуатации, как узла трения, так и поведения в нем конкретной смазки не возможно. Основными причинами выхода из строя большинства деталей современных машин в зависимости от условий их работы являются интенсивное изнашивание, заедание, схватывание, усталостные разрушения поверхностей трения, а также *трибохимические превращения пластичной смазки*. Наиболее опасными видами разрушений поверхностей трения принято считать схватывание и усталостное разрушение. Вид и интенсивность изнашивания узла трения и его долговечность в значительной степени определяют:

- смазывающая способность;
- эксплуатационные факторы (контактные напряжения, скорости взаимного перемещения поверхностей трения, высокая т-ра, газовая среда);
- конструктивные особенности пары трения и смазочной системы.

Стандартные показатели, включенные в НТД на пластичные смазки и имеющие большое значение для контроля воспроизведения их качества, не в состоянии предопределить их реальное поведение в эксплуатационных условиях. С другой стороны, многие показатели, характеризующие в той или иной мере поведение пластичной смазки в эксплуатационных условиях, практически никогда не включаются в НТД из-за отсутствия необходимой методической базы на заводах-изготовителях смазок.

Трудность учета всего комплекса факторов, определяющих эксплуатационные свойства пластичных смазок, обусловлена их многообразием и малой изученностью влияния на него состава смазок. В идеале каждый узел трения для обеспечения максимальной надежности требует использования определенного типа смазки. Если для узлов трения качения с ресурсной смазкой фактором, определяющим их работоспособность, является, главным образом, трибохимическая стабильность смазки, то факторы, обусловливающие надежность пополняемых узлов трения скольжения более многообразны и сложны. В первом приближении их надежная работа зависит от триботехнических свойств смазки в данном сопряжении, а долговечность, также как и для узлов трения качения, определяется трибохимической стабильностью. Важным моментом является то, что триботехнические свойства большинства смазок обусловлены их трибохимической нестабильностью. Поэтому при выборе пластичной смазки приходится принимать компромиссные решения.

Наибольшие проблемы у потребителя вызывает не увеличение долговечности узла трения, а обеспечение возможности работы смазки в экстремальных условиях эксплуатации:

- высокая или крайне низкая т-ра;
- высокие скорости качения и скольжения;
- высокие нагрузки;
- наличие радиации;
- запыленность;
- контакт с электролитом;
- контакт с соленой или забортной морской водой, агрессивными средами и жидким кислородом.

Случаи, когда факторами, определяющими выбор смазочного материала, являются интенсивное изнашивание, заедание, схватывание поверхностей трения и усталостные разрушения, относительно редки. Зачастую пластичная смазка не удовлетворяет потребителя из-за высокой вязкости, недостаточно высокого предела прочности или даже чрезмерной стоимости. Учитывая сказанное, рациональный подбор смазки для большинства узлов трения в настоящее время все еще является **искусством и определяется опытом разработчика смазки и конструктора.**

При повышении износостойкости часто приходится считаться с нек-рыми ограничениями, связанными с требованиями, предъявляемыми как к материалам пар трения, так и к пластичной смазке. В экстремальных условиях для каждой смазки всегда имеется фактор, лимитирующий ее долговечность и определяемый в значительной степени ее компонентным составом. Ужесточение условий эксплуатации техники сопровождается появлением дополнительных факторов, ухудшающих режим работы смазки в узлах трения. С ужесточением условий работы смазок их работоспособность резко снижается, что в итоге приводит либо к недопустимому увеличению затрат и времени на обслуживание механизма, либо к невозможности функционирования всего механизма.

Для обеспечения долговечной работы механизма в экстремальных условиях применяются синтетические смазочные материалы (перфторполиэфиры, кремнийорганические жидкости, сложные эфиры и др.), высокая стоимость к-рых оправдывается большей продолжительностью их работы, безопасностью или даже самой возможностью функционирования механизма в экстре-

мальных условиях. Инженер-конструктор должен знать возможности и пределы применения смазок в различных узлах трения.

Пластичные смазки применяют в большом числе узлов трения, отличающихся:

- видом трения (качения и скольжения);
- геометрией контактирующих поверхностей (точечный контакт, линейный и контактирование по площади);
- кинематикой движения (однонаправленное, реверсивное, возвратно-поступательное, возвратно-вращательное);
- типом;
- размером;
- материалом пар трения;
- расположением оси;
- вектором приложения нагрузки;
- параметрами трения (скорость, нагрузка);
- эксплуатационными условиями (т-ра, газовая атмосфера, вибрация и т.п.);
- коэффициентом взаимного перекрытия;
- наличием герметизации и т. п.

Следует отметить недопустимость экономии на смазках. Нередко при эксплуатации механизмов пользуются смазками без учета их качества или выбирают более дешевые сорта. Это приводит к быстрому выходу машины из строя, а нередко и к аварии.

Отмеченных недостатков не должно быть при правильном подборе и применении смазочных материалов.

1. При конструировании механизма необходимо четко уяснить основные условия работы смазки в узле трения. Важнейшее значение имеют конструктивные факторы, материалы, с к-рыми соприкасается смазка, т-ра, нагрузки и скорости.

2. Уточнив условия применения, конструктор-машиностроитель **совместно со специалистом по смазочным материалам** должен выбрать смазку. Если необходимо, следует провести лабораторные исследования отдельных характеристик смазки, имеющих значение для ее использования в данных условиях.

3. После предварительного отбора смазки, если это необходимо, следует провести ее стендовые и эксплуатационные испытания.

Идеальным является разработка новой смазки под конкретный узел трения непосредственно в процессе разработки узла, т.е. разработка так называемой «триады трения» (две поверхности трения и смазочный материал). Таким образом, квалифицированный подбор смазочного материала может быть произведен только при участии специалиста по разработке смазочных материалов.

ПРИМЕНЕНИЕ СОТС. Технологическому процессу применения СОТС предшествует чрезвычайно важная работа по выбору СОТС. Это связано с тем, что влияние СОТС может существенно изменяться в зависимости от вида обработки, свойств обрабатываемого и инструментального материала, режимов механической обработки, конструкции инструмента и других факторов. При выборе СОТС необходимо знать, какое действие (смазывающее, охлаждающее, диспергирующее, моющее и др.) или комплекс действий оно должно оказывать в конкретных условиях обработки. Знание свойств СОТС, опыта их применения и особенностей процессов механообработки позволяет во многих случаях правильно выбрать и начально рекомендовать *СОТС для лезвийной, алмазно-абразивной, электроискровой обработки металлов, для прокатки, штамповки, волочения и т.д.* СОТС для обработки металлов резанием выбирают в зависимости от тяжести технологической операции (вида обработки). По уменьшению относительной тяжести и увеличению скорости резания операции лезвийной и абразивной обработки можно условно расположить в следующем порядке: внутреннее протягивание → нарезание внешней и внутренней резьбы → поверхностное протягивание → профильное (резьбо- и фасонное) шлифование → нарезание обычной резьбы → зубонарезание → глубокое сверление → сверление и расточка → фрезерование → точение → распиловка и отрезка → силовое и скоростное шлифование → обычное шлифование → хонингование и номерование. Активность СОТС и содержание в них присадок увеличивается с увеличением тяжести операции резания.

Тяжесть технологической операции не является единственным фактором выбора правильной СОТС. На выбор СОТС для операций обработки металлов резанием влияют режимы обработки (подача, скорость, глубина резания, конструкция режущего инструмента) и обрабатываемость металла. СОТС для различных металлов могут существенно отличаются составом и свойствами. Правильный выбор СОТС обеспечивает ее рациональное применение. Упаковку, маркировку, хранение и транспортирование СОТС производят по ГОСТ 1510. Технологические процессы применения СОТС включают совокупность операций приготовления, хранения, транспортирования, *активации СОТС*, доставка ее в зоны обработки, сбора и очистки загрязненной СОТС, диагностирования состояния СОТС и регулирования его состава, обеззараживания, регенерации, разложения и утилизации СОТС. Техника применения СОТС сложная и состоит из механизмов, устройств и приборов, предназначенных для реализации технологического про-

цесса применения СОТС при механической обработки металлов.

На заводе-потребителе СОТС проходит входной контроль. При приготовлении рабочих растворов жидких СОТС из концентратов (масляных, эмульсолов, синтетических или полусинтетических) подготовливают основу (масло для масляных СОТС и воду для водосмешиваемых СОТС), куда вводят концентрат СОТС при перемешивании. После чего производится *подготовка системы применения СОТС* к эксплуатации. Затем заправляют систему приготовленной рабочей жидкостью. В процессе эксплуатации СОТС контролируют *рабочую концентрацию СОТС* (эмульсии, микроэмульсии, раствора), объемную долю свободных масел и механических примесей, биостойкость, стабильность, склонность к пенообразованию, коррозионное воздействие на металлы, значение pH и др. показатели и диагностируют его состояние. Если рабочая жидкость загнивает, ее обеззараживают путем добавления *биоцидных присадок к СОТС* или др. методами. При необходимости уменьшают *жесткость воды*, проводят *дегазацию водной или масляной основы СОТС, флотацию СОТС, гидроциклонную экстракцию, магнитную или электромагнитную сепарацию СОТС*, а также другие мероприятия, направленные на продление срока службы СОТС.

Отработанную водосмешиваемую СОТС подвергают разложению или восстановлению, масляную – утилизируют путем сжигания или регенерируют. В каждом случае перед применением СОТС на конкретном металлообрабатывающем предприятии оценивают эффективность ее применения.

Мировое потребление СОТС составляет более 2,4 млн т в год. Из них 60-65% СОТС применяется при обработке металлов резанием, 35-40% – при обработке металлов давлением. Соотношение потребления в мире масляных и водосмешиваемых СОТС различаются в зависимости от региона. По объемам потребления СОТС первое место в мире занимают США. Оценить соотношение различных типов и классов жидких СОТС можно следующим образом:

45-50% масляных;

30-35% эмульсионных;

15-17% полусинтетических;

4-6% синтетических

ПРИМЕНЯЕМОСТЬ СРЕДСТВА ВРЕМЕННОЙ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ для консервации по ГОСТ 9.014 оценивают при его разработке, отработке технологии консервации изделий конкретного типа, а также при входном контроле качества средства временной противокоррозионной защиты и при сертификации (ГОСТ Р 9.517). Состав контролируемых показателей, объем выборки и периодичность контроля качества при входном контроле устанавливают в нормативной документации на продукт, а при отработке технологии консервации изделий конкретного типа состав контролируемых показателей определяет изготовитель изделия по согласованию с разработчиком средства временной противокоррозионной защиты. Испытания средств временной противокоррозионной защиты на применяемость проводят по ГОСТ 9.054; ГОСТ 9.507; ГОСТ 9.508; ГОСТ 9.509; ГОСТ 9.504; ГОСТ Р 51909 и ГОСТ Р 9.517 (приложения В, Г, Д и Е).

ПРИНЯТОЕ ОПОРНОЕ ЗНАЧЕНИЕ – значение, к-рое служит в качестве согласованного для сравнения с результатом испытаний, и получено как математическое ожидание измеряемой характеристики, т.е. среднее значение заданной совокупности результатов испытаний, полученных в *n* лабораториях при условии, что *n* неограниченно возрастает (стремится к бесконечности) (ГОСТ Р 8.580). Для методов испытаний нефти и нефтепродуктов исполняет роль *истинного значения*.

В качестве П.о.з., как правило, применяют установленные значения контролируемого показателя образца для контроля, роль к-рого выполняет стандартный образец состава и свойств нефти и нефтепродуктов.

Значение контролируемого показателя образца для контроля устанавливают на основе межлабораторного эксперимента в рамках того же метода испытаний, что используется при контроле данного показателя в товарной продукции.

Применительно к установлению и применению показателей точности методов испытаний нефти и нефтепродуктов П.о.з. служит для определения смещения (отклонения) по отношению к известному значению и в качестве согласованного для сопоставления с результатом испытаний.

ПРИРАБОТОЧНОЕ МАСЛО – см. *Обкаточное масло для двигателей внутреннего сгорания*.

ПРИРАБОТОЧНОЕ СВОЙСТВО МОТОРНОГО МАСЛА – см. *Обкаточные масла*.

ПРИРАБОТОЧНЫЕ ПРИСАДКИ К МАСЛАМ (обкаточные) – присадки, обеспечивающие быстрейшую приработку деталей трения новых механизмов. В период приработки поверхностей трения М.п.м. способствует интенсивному срезанию микрошероховатостей и интенсивному начальному изнашиванию вследствие значительного снижения твердости в деформируемой зоне. В дальнейшем, в результате измельчения микроструктуры поверхности твердость последней возрастает и интенсивность изнашивания снижается. В ка-

честве П.п.м. используют самые различные поверхностно-активные вещества, содержащие хлор, фосфор, серу, жирные кислоты.

ПРИРАБОТОЧНЫЕ ПРИСАДКИ К ТОПЛИВАМ – присадки для ускоренной приработки (обкатки) пар трения цилиндро-поршневой группы и топливной аппаратуры при производстве или капитальном ремонте двигателей. Они используются только в технологических операциях и не предназначены для постоянного применения в составе топлив.

Благодаря приработке уменьшаются зазоры между трущимися деталями цилиндро-поршневой группы, прецизионными парами топливных насосов и другого оборудования. В результате сокращаются до минимума подтекание масла и топлива и прорыв картерных газов. Приработанный двигатель тратит топлива на несколько процентов меньше, чем неприработанный. Следует учитывать, что П.п.т. пригодны для обкатки лишь тех деталей, к-рые контактируют с топливом: плунжерные пары топливных насосов, первое поршневое кольцо, гильза цилиндра. Поверхности других деталей прирабатываются с помощью обкаточных масел.

Принцип действия П.п.т. зависит от прирабатываемой пары. Приработка деталей цилиндропоршневой группы осуществляется за счет абразивного истирания выступающих неровностей на контактирующих поверхностях с переносом снятого материала во впадины. При приработке прецизионных пар топливного насоса, вероятно, имеют место механохимические превращения компонентов присадки на ювенильной (свежеобразованной при истирании) поверхности с высоким уровнем свободной энергии, приводящие к образованию продуктов, содержащих металл и фрагменты присадки. Перераспределение этих продуктов по всей площади трения фактически приводит к перераспределению металла, собственно и означающего приработку.

При производстве двигателей П.п.т. практически не используются, так как заводские технологии позволяют достичь высокой степени обработки деталей. Рекомендуется их применение при капитальном ремонте двигателей. Активными компонентами П.п.т. являются соединения алюминия (при грубой обкатке) и хрома (при тонкой обкатке), к-рые при сгорании образуют абразивные оксиды.

В России в небольшом количестве используются присадки АЛП-4 (алюминийсодержащая) и 0033 (хромсодержащая).

ПРИРОДНЫЕ ГЛИНИСТЫЕ АДСОРБЕНТЫ – полиминеральные высокодисперсные системы со сложным химическим составом. Состав отбеливающих глин: 40–72% SiO_2, 5–33% Al_2O_3, 1,2–1,5% Fe_2O_3, до 7% CaO, до 8% MgO, 4-15% оксидов щелочных и др. металлов, а также вода. Состав диатомитовых земель, трепелов, опок: 75-98% SiO_2, 1,5-9% Al_2O_3, остальное – оксиды Fe, Ca, Hg, Na, K и др. металлов, а также вода.

Наиболее широко известным видом активации является термообработка природных глин. Часть глинистых природных адсорбентов обладает высокой активностью в естественном виде и их подготовка к использованию в промышленности заключается лишь в термообработке. К этой группе относятся фуллеровые земли и флоридины США, гумбриды и нальчики России.

Для другого типа глин модифицирование поверхностей и структуры может быть достигнуто путем обработки их кислотами. В результате обработки глин серной кислотой адсорбционная емкость их увеличивается и последние являются более активными адсорбентами, чем исходные.

Природные адсорбенты применяют главным образом в нефтеперерабатывающей промышленности для очистки и регенерации смазочных, трансформаторных и др. специальных масел, для тонкой очистки и повышения качества жидких топлив. Глинистые материалы как адсорбенты применяют в основном для обесцвечивания и улучшения цвета жидких сред, т.е удаления красящих веществ (смолистых, тяжелых ароматических углеводородов и т.д.).

ПРИРОДНЫЙ ГАЗ – одна из разновидностей альтернативного топлива. Для ДВС применяют два вида природного газа – сжатый и сжиженный.

Сжатый (компримированный) природный газ (КПГ). Требования к качеству КПГ регламентированы в ГОСТ 27577 и приведены ниже:

Объемная теплота сгорания, кДж/м³, не менее	31800
Относительная плотность по отношению к воздуху	0,55–0,70
Расчетное октановое число газа (по моторному методу), нв менее	105
Концентрация сероводорода, г/м³, не более	0,02
Концентрация меркаптановой серы, %, не более	0,036
Содержание механических примесей, мг/ м³, не более	1,0
Суммарное количество негорючих компонентов, % об., не более	7,0
Содержание кислорода, % об., не более	1,0
Содержание воды, мг/ м³, не более	9,0

Примечание. Показатели установлены при 20°С и давлении 0,1013 МПа

Для расчета октанового числа используют ОЧм отдельных компонентов (по правилу аддитивности): метан – 110, этан – 108, пропан – 105, *н*-бутан и изобутан – 94, *н*-пентан и изопентан – 70.

Сжиженный природный газ – продукт трудоемкий на этапах получения и хранения (т-ра кипения – минус 162°С), но удобный при транспортировании. Как топливо для автомобилей имеет преимущества перед сжатым газом по грузоподъемности, запасу хода и технико-экономическим показателям.

ПРИРОДНЫЕ ГОРЮЧИЕ ГАЗЫ – разделяются на собственно природные газы, добываемые из газовых месторождений и практически не содержащие нефти; попутные газы, растворенные в нефти и добываемые вместе с ней; газы газоконденсатных месторождений, находящиеся в пластах под давлением и содержащие (в результате т.н. «обратного» испарения) высококипящие углеводороды. Заполняют поры и пустоты горных пород в земной коре. Встречаются в виде крупных скоплений – газовых месторождений. Газы газовых и газоконденсатных месторождений выходят на поверхность земли под значительным давлением (5-10 МПа). Попутные газы выделяются из нефти в специальных сепараторах.

Основной компонент – метан (до 98%); содержатся также этан, пропан, бутан, изобутан и пентан. По составу разделяют на сухие и жирные. К жирным относятся газы с содержанием 50-100 г/м³ углеводородов от C_3 и выше, к сухим – с содержанием 95-99% метана. Эффективный вид бытового, моторного топлива и ценное сырье для химического производства. При химической переработке получают: H_2, CO, смесь $CO+H_2$ (синтез-газ), ацетилен и сажу; олефины и диофелины; кислородсодержащие соединения, нитросоединения и др.

Мировые запасы составляют 271 трлн м³. Россия по разведанным запасам (40%) и добыче (30%) занимает 1-е место в мире. Добыча в России с 1990 г. ≈ 600 млрд м³/год. Основное количество добывается на газовых месторождениях на севере Западной Сибири, в Уральском районе, в Республике Коми, Якутии, на Сахалине.

ПРИСАДКА – однокомпонентная или многокомпонентная композиция синтетических веществ в жидкой или твердой форме, вводимая в ГСМ в процессе их производства (иногда при заправке техники) в определенной концентрации для улучшения отдельных или нескольких эксплуатационных свойств продукта.

ПРИСАДКИ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ (ЕР-ПРИСАДКИ) (англ. extreme pressure – экстремальное давление) – присадки, работающие при экстремальном давлении (то же, что и противозадирные). Увеличивают сопротивление свариванию контактных поверхностей.

При предельном трении в результате адсорбции поверхностно-активных компонентов на поверхности металла образуется пленка, к-рая разделяет рабочие поверхности и предотвращает их непосредственный контакт. Однако такие адсорбционные пленки способны защищать металлические поверхности от трения и срабатывания лишь при относительно невысоких т-рах и нагрузках. При повышении этих параметров пленка десорбируется, СОТС теряет смазывающую способность. Для предотвращения этого используют ЕР-присадки, к-рые в условиях значительных нагрузок и высокой т-ры химически взаимодействуют с металлом, образуя прочные пленки. ЕР-присадки не должны ухудшать физико-химические и эксплуатационные свойства СОТС, должны быть совместимы с другими компонентами СОТС, сохранять стабильность свойств при заданных режимах эксплуатации и во время хранения, не иметь резкого запаха, не вызывать вспенивание, не корродировать инструмент, оборудование и готовые изделия.

П.в.д. должны взаимодействовать с металлической поверхностью обрабатываемого материала только в определенном интервале температур, нижняя граница к-рого выше т-ры в объеме СОТС. Механизм действия присадок заключается в том, что при высоких т-рах они вступают в реакцию с металлом, образовывая на поверхности новые слои с измененными химическими и механическими свойствами. Образуемые на поверхности металла продукты реакции с присадками облегчают разрыв узлов сцепления поверхностей в режиме заедания, предотвращают их разрушение. Противозадирные присадки, как правило, обнаруживают стойкость против срабатывания только при высоких нагрузках. Агрессивность присадки к металлу при умеренных т-рах недопустима. Большую роль играет скорость взаимодействия присадки с металлом. Если присадка не может быстро реагировать с только что сформированными поверхностями, то при очень высоких нагрузках поверхности поддаются пластической деформации, и сцепление превращается в заедание, приобретает лавинный характер. Проблема выбора эффективной противозадирной присадки заключается в том, что высокие противозадирные свойства, предопределенные ее химической активностью, часто сопровождаются коррозионной агрессивностью относительно металлов. В качестве ЕР-присадок используются химические соединения, содержащие активные элементы (Cl, S, P и т.п.): фосфаты, диалкилфосфаты, диалкилдитиофосфаты, диалкилдитиокарбамати металлов и др.

В составе СОТС для тяжелых режимов обработки до сих пор использовались в больших количествах хлорпарафины. Но их применение во многих странах запрещено по экологическим соображениям, так как доказано, что хлорпарафины в маслах, особенно содержащих полициклические ароматические углеводороды, имеют канцерогенное действие. Хлорсодержащие присадки легко

отщепляют хлор, поддаются гидролизу в процессе эксплуатации и таким образом вызывают коррозию металла. Гидролиз хлорсодержащих соединений сопровождается исчерпанием источника активного хлора, к-рый является причиной ухудшения протизадирных свойств композиций.

В качестве фосфор-серосодержащих ЕР-присадок широко используются соли диалкилдитиофосфорных кислот. Механизм действия диалкилдитиофосфорных кислот и их солей объясняется образованием на поверхности металла при трении в условиях повышенных температур сульфидных и фосфорных соединений железа. Соли диалкилдитиофосфорных кислот гидролизуются уже при т-ре 90-100°С. При наличии воды скорость гидролиза увеличивается.

Полифункциональными присадками являются фосфорорганические соединения. В масляных композициях их применяют как антиокислители, ингибиторы коррозии, противоизносные, противозадирные присадки. Промышленностью освоено производство полных эфиров фосфорной кислоты: трибутилфосфат, трикрезилфосфат и др. Физические и химические свойства органических соединений фосфора зависят от их молекулярной массы и структуры углеводородных радикалов (т-ра разложения трифенилфосфата 421°С, а триоктилфосфата – 193°С). Их гидролитическая стойкость зависит в основном от длины и строения углеводородных радикалов. Более стойкими к гидролизу являются продукты с разветвленными радикалами. При гидролизе образуются спирты или фенолы и кислоты. В частности, образуется фосфорная кислота и потому в присутствии металла, т.е. на его поверхности образуются фосфаты (или пирофосфаты, так как при нагревании до 215°С ортофосфорная кислота H_3PO_4 теряет воду и превращается в пирофосфорную $H_4P_2O_7$, а до 700°С – метафосфорную HPO_3) металла. При умеренных т-рах образование метафосфатов металла маловероятно. Однако при повышенных т-рах можно считать, что на поверхностях трения образуются металлические соли орто-, пиро- и метафосфорных кислот. Смазывающее действие разных эфиров фосфорной кислоты неодинаково (с уменьшением ММ углеводородного радикала оно повышается). Разница эта обусловлена скоростью взаимодействия фосфатов с поверхностью металла.

ПРИСАДКИ К МАСЛАМ – ПАВ, растворимые в смазочных маслах на минеральной или/и синтетической основе, к-рые содержат длинные углеводородные радикалы, обеспечивающие их растворимость, а также активные (функциональные) группы для придания требуемых эксплуатационных свойств или изменения физико-химических показателей (характеристик) масел.

П.м. способствуют уменьшению износа и коррозии, образования нагара, лака и осадков, защите механизмов при работе в условиях высоких температур, скоростей и давлений и в то же время изменяют физические свойства базовых масел.

П.м. разделяют на следующие (**табл. П-17**):

- *антибактерицидные присадки;*
- *антикоррозионные присадки к маслам;*
- *антиокислительные присадки к маслам;*
- *вязкостные* (или загущающие) *присадки к маслам;*
- *депрессорные присадки к маслам;*
- *моюще-диспергирующие присадки к маслам;*
- *приработочные присадки к маслам;*
- *присадки, улучшающие смазочные свойства масел* [*противозадирные, противоизностные, противоиттинговые, антифрикционные* (модификаторы трения)];
- *противопенные присадки к маслам;*
- *противоржавейные присадки к маслам;*
- *многофункциональные присадки к маслам, пакеты присадок к маслам* и др.

П-17. Применение некоторых присадок в маслах

Присадки	Масло				
	моторное	трансмиссионное	турбинное	гидравлическое	индустриальное
Антикоррозионные	+	+	+	+	+
Антиокислительные	+	+	+	+	+
Антифрикционные	+	+			
Вязкостные	+	+		+	
Депрессорные	+	+		+	
Моюще-диспергирующие	+				
Противоизносные	+	+		+	+
Противопенные	+	+	+	+	+
Противоржавейные	+	+	+	+	+

Основное потребление П.м. приходится на моторные масла. Совершенствование бензиновых двигателей и дизелей значительно влияет на расширение применения высокоэффективных присадок, увеличение их ассортимента, изменение структуры потребления для обеспечения ужесточаемых требований к качеству и условиям эксплуатации моторных масел (увеличения сроков их замены, повышение топливной экономичности).

Основную долю в структуре потребления присадок (около 50%) составляют моюще-диспергирующие присадки. Их доля будет уменьшаться из-за ужесточаемых требований по снижению зольности масел, предотвращению пригорания поршневых колец, тогда как доля других групп присадок (беззольных диспергирующих, антиокислительных, высокощелочных компонентов и др.), используемых в настоящее время в меньших количествах, возрастет, что связано с ужесточением

требований к моторным маслам по обеспечению энергосбережения и уменьшению вредных выбросов при сжигании углеводородного топлива.

ПРИСАДКИ К СОТС – вещества, добавляемые к основе СОТС для придания новых свойств или усиления существующих. В СОТС используются антифрикционные, антикоррозионные, антиокислительные, противоизносные, противозадирные, депрессорные, вязкостные, противопенные, моющие, диспергирующие, биоцидные и другие присадки. Применяются полифункциональные присадки (улучшающие одновременно несколько свойств) или пакеты присадок (смеси нескольких присадок), к-рые готовы к добавлению в СОТС. Для тяжелых операций механической обработки труднообрабатываемых металлов в СОТС используются *присадки высокого давления (EP-присадки)*.

ПРИСАДКИ К ТОПЛИВАМ – химические вещества (смесь химических веществ), добавляемые к топливу для улучшения его эксплуатационных, экологических и других потребительских свойств. В отечественной литературе иногда различают собственно П.т. (вводятся в топливо в концентрации ориентировочно до 0,5%) и добавки к топливу (от 0,5 до 2,0%). Это деление условно и используется исключительно для удобства. В англоязычной литературе все П.т., добавки и даже компоненты нефтяного происхождения (метил-трет-бутиловый эфир, этанол и т.д.) часто относят к П.т.

В общем случае П.т. представляет собой композицию активного компонента, обеспечивающего основные функциональные свойства П.т., растворителя, облегчающего транспортирование и применение П.т. и других добавок, необходимых при эксплуатации: антипенных, деэмульгирующих и др. В современных топливах одновременно может присутствовать несколько П.т., напр. противоизносных, депрессорных и повышающих цетановое число. В таких случаях целесообразно применять эти присадки в виде пакетов, в к-рых обеспечивается их совместимость между собой.

Классифицируют П.т. по назначению, в некоторых случаях – по механизму действия.

Классификация по механизму действия имеет более теоретическое, нежели практическое значение. Выделяют, напр., стабилизаторы (антиоксиданты, деактиваторы металлов, биоциды и пр.) и модификаторы (депрессоры, деэмульгаторы и пр.) топлив. Последние, в свою очередь, делятся на модификаторы радикальной и коллоидно-химической природы. Такая классификация удобна при изучении принципа действия и при разработке новых присадок, т.е. представляет, в основном, научно-исследовательский интерес.

Классификация по назначению насчитывает более 40 типов П.т. Практически значимыми являются около 20 типов П.т., треть из к-рых используется в многотоннажном производстве топлив. Основные типы П.т., имеющие практическое значение:

- *антидетонационные присадки к топливам* (антидетонаторы);
- *антидымные присадки к топливам;*
- *антикоррозионные присадки к топливам [противоржавейные (защитные) присадки к топливам; присадки к топливам для подавления низкотемпературной (химической) коррозии; присадки к топливам для подавления высокотемпературной коррозии];*
- *антинагарные присадки к топливам;*
- *антиобледенительные присадки к топливам;*
- *антиокислительные присадки к топливам* (антиоксиданты);
- *антисажевые присадки к топливам;*
- *антистатические присадки к топливам;*
- *антифрикционные (топливосберегающие) присадки к топливам;*
- *биоциды;*
- *биостатики;*
- *газовытесняющие присадки к топливам;*
- *деактиваторы металлов;*
- *дезодоранты;*
- *депрессорные присадки к топливам* (депрессоры);
- *деэмульгаторы;*
- *диспергаторы парафинов;*
- *диспергирующие присадки к остаточным топливам;*
- *диспергирующие присадки к топливам;*
- *маркирующие присадки к топливам (красители и маркеры);*
- *инициаторы горения* (существует деление на *инициаторы* и *катализаторы горения*, но разница между ними очень условна);
- *катализаторы горения;*
- *коагулирующие присадки к топливам;*
- *моющие присадки к топливам (очистители карбюратора* – в двигателях с карбюратором, *очистители впускных клапанов, очистители распылителей форсунок* – в двигателях инжекторного типа);
- *нейтрализующие присадки к топливам;*
- *одоранты;*
- *отвращающие присадки к топливам;*
- *приработочные присадки к топливам;*
- *присадки к топливам, улучшающие реологические свойства;*
- *присадки к топливам, уменьшающие испарение;*
- *промоторы воспламенения;*
- *противоводокристаллизующие присадки к топливам;*
- *противоизносные присадки к топливам;*
- *противопенные присадки к топливам;*
- *противотурбулентные присадки к топливам;*
- *стабилизаторы комплексного типа.*

Классификация П.т. по назначению с указанием областей их применения, концентраций и типичных химических соединений, входящих в состав основных активных компонентов П.т., приведена в **табл. П-18** (жирным шрифтом выделены присадки, применяемые в наибольших количествах, курсивом – устаревшие или практически не используемые присадки).

По способу ввода в топливо П.т. делятся на две группы. К первой относятся П.т., обеспечивающие соответствие вырабатываемых топлив требованиям нормативной документации (антидетонаторы, промоторы воспламенения, депрессоры, антиоксиданты), к-рые вводятся на НПЗ; ко второй – П.т., улучшающие эксплуатационные свойства топлив, к-рые вводятся в топливо по усмотрению потребителя на терминале (нефтебазе), АЗС или непосредственно в топливный бак автомобиля. Схема ввода основных присадок в топливо показана на **рис. П-8.**

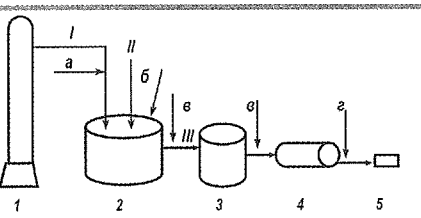


Рис. П-8. Схема ввода присадок в топливо:

1 – колонна НПЗ; *2* – резервуар товарного цеха; *3* – резервуар терминала; *4* – резервуары АЗС или топливного хозяйства; *5* – топливный бак транспортного средства.

Потоки: *I* – нестабильный компонент топлива; *II* – другие компоненты топлива; *III* – топливо.

Присадки: *а* – антиокислительные; *б* – антидетонационные, промоторы воспламенения, красители, депрессорные присадки; *в* – антикоррозионные, моющие; *г* – моющие, антистатические, антидымные, антиобледенительные

П-18. Области применения присадок и их концентрации

Присадки	Топливо	Пример активного компонента	Концентрация, %	Назначение
1	2	3	4	5
Модификаторы воспламенения				
Антидетонационные	Бензины	Металлоорганические соединения свинца, железа и марганца; органические соединения щелочных металлов N-метиланилин и композиции на его основе	0,01-0,1 1-2	Предотвращают преждевременное воспламенение бензина в двигателях с принудительным воспламенением
Промоторы воспламенения	Дизельные топлива	Алкилнитраты, алкилпероксиды	0,05-0,5	Повышают цетановое число топлива за счет образования свободных радикалов, инициирующих самовоспламенение
Модификаторы горения				
Антинагарные	Этилированные бензины	Эфиры фосфорной кислоты (трикрезилфосфат), алкилборные кислоты	0,01-0,05 (зависит от содержания ТЭС в бензине)	Предотвращают образование нагара на деталях двигателя, вызванного отложениями оксидов свинца на свечах и стенках камеры сгорания
Антинагарные	Неэтилированные бензины	Основания Манниха алкилфенолов, сукцинимиды, оксиэтилированные алкилфенолы	0,05-0,1	Удаляют нагар из камеры сгорания или предотвращают его образование, снижая тем самым рост требований к октановому числу
Антинагарные	Дизельные топлива	Термостойкие ПАВ в сочетании с катализаторами горения и модификаторами нагара	0,05-0,1	Препятствуют образованию нагара в камере сгорания, предотвращают закоксовывание поршневых колец
Антидымные	Дизельные топлива	Топливорастворимые соединения бария, железа, марганца и других металлов	0,05-0,2	Ускоряют выгорание сажи на последних стадиях процесса горения топлива
Антисажевые	Дизельные топлиеа	Топливорастворимые соединения железа, меди, церия и других металлов	0,001-0,05	Препятствуют забивке сажевых фильтров, снижая т-ру выгорания сажи до т-ры отработавших газов
Инициаторы горения	Бензины и дизельные топлива	ПАВ с добавкой малых количеств беззольных промоторов горения (нитратов, пероксидов)	0,001-0,01	Интенсифицируют процесс горения топлива
Катализаторы горения	Все виды топлив	Композиция на основе теплорастворимых соединений металлов	0,001-0,01	Интенсифицируют процесс горения топлива
Нейтрализующие	Котельные топлива	Соединения кальция, магния и других металлов	0,1-0,5	Превращают оксиды серы в сульфаты, снижая токсичность продуктов сгорания

Продолжение табл. П-18

1	2	3	4	5
		Стабилизаторы		
Антиокислительные	Все виды топлив	Экранированные фенолы; N, N'-диалкилпарафенилендиамины	0,005-0,05	Ингибируют радикальноцепное окисление углеводородов топлив
Деактиваторы металлов	То же	Бис-салицилиденалкилендиамины	0,001-0,01	Ингибируют действие меди, железа и др. металлов - катализаторов окисления
Стабилизаторы комплексного типа	Дизельные топлива	Композиции антиоксидантов, деактиваторов металлов, нейтрализующих агентов и диспергаторов	0,01-0,05	Предотвращают смоло- и осадкообразование в результате окисления и других реакций уплотнения
Биоциды	Все виды топлив	Целлозольвы; соединения никеля, меди, других металлов; гетероциклические соединения	0,0001-0,005	Предотвращают биокоррозию топливных баков и загрязнение топлив продуктами жизнедеятельности микроорганизмов
Кислородпоглощающие	Реактивные и дизельные топлива	Гидразин	0,01-0,05	Реагируют с кислородом, растворенным в топливе, образуя неактивные соединения
Газовытесняющие	Реактивные и дизельные топлива	Бензофенон, гидрокарбонат аммония	0,01-0,05	Разлагаются с образованием большого количества нейтральных газов, вытесняющих кислород из топлива и газовой фазы
Экранирующие	Реактивные и дизельные топлива	Сополимер алкилметакрилата с 2-метил-5-виниллиридином (ПМАМ-2)	0,01-0,1	Взаимодействуют с кислородом, образуя растворимые в топливе продукты окисления
Диспергирующие	Реактивные и дизельные топлива	ПАВ: сульфонаты, алифатические амины, сукцинимиды	0,001-0,01	Диспергируют смолистые соединения, переводят в раствор выпавшие осадки и отложения
Очистители карбюратора	Бензины	Аминоамиды на основе карбоновых кислот и полиалкиленполиаминов	0,005-0,05	Удаляют загрязнения с заслонки карбюратора
		Моющие		
Очистители впускных клапанов (в двигателях инжекторного типа)	Бензины	Полибутенамины, полиэфирамины	0,05-0,1	Предотвращают образование отложений в карбюраторе и на поверхности впускных клапанов двигателей с непосредственным впрыском бензина
Очистители распылителей форсунок (в двигателях инжекторного типа)	Дизельные топлива	Сукцинимиды; оксиэтилированные алкилфенолы	0,05-0,1	Предотвращают образование кокса на распылителях форсунок, сохраняя их оптимальные гидравлические характеристики
		Присадки для эксплуатации топлив при низких т-рах		
Депрессорные	Дизельные и остаточные топлива	Сополимеры олефинов с винилацетатом; полиакрилаты	0,01-0,1	Предотвращают рост кристаллов парафинов и образование пространственной структуры
Диспергаторы парафинов	Дизельные топлива	Азотсодержащие ПАВ различного строения; высокомолекулярные полимеры	0,01-0,1	Диспергируют парафины, предотвращая начало их кристаллообразования. Обеспечивают стабильность дизельных топлив в условиях холодного хранения
Антиобледенительные	Бензины и дизельные топлива	ПАВ различного состава, в частности компоненты моющих присадок	0,01-0,05	Предотвращают обледенение топливной аппаратуры, образуя на поверхности защитную пленку
Противоводокристаллизующие	Все виды топлив	Спирты; целлозольвы	0,5-2,0	Образуют низкозамерзающие смеси с водой, растворенной в топливе
		Модификаторы трения		
Противоизносные	Бензины, реактивные и дизельные топлива	Карбоновые кислоты и их производные, жирные амины	0,01-0,1	Образуют на поверхности трения пленку, защищающую ее от износа
Антифрикционные (топливосберегающие)	Бензины и дизельные топлива	Соединения молибдена, поверхностно-активные вещества	0,01-0,05	Повышают механический КПД двигателя вследствие снижения потерь на трение
Приработочные	Дизельные топлива	Соединения алюминия, хрома и других металлов, продукты сгорания к-рых обладают абразивным и полирующим действием	0,05-0,2	Ускоряют обкатку двигателей и топливной аппаратуры

Продолжение табл. П-18

1	2	3	4	5
		Маркирующие		
Красители	Светлые топлива	Топливорастворимые пигменты типа фталоцианинов, азосоединений, производных антрахинона	0,0005-0,001	Свидетельствуют о наличии в бензине свинца, повышенном содержании серы в дизельных топливах. Используются также для различения топлив разных производителей
Маркеры	Светлые топлива	Соединения, проявляющие свое присутствив в топливе при химической или физико-химической обработке	0,0005-0,001	То же
		Антикоррозионные		
Противоржавейные (защитные)	Все виды топлив	Производные алкенилянтарного ангидрида, амиды и комплексные соли сульфокислот	0,005-0,05	Уменьшают электрохимическую коррозию металлов на границе раздела фаз *топливо-воздух, топливо-вода*
Антикоррозионные (для подавления низкотемпературной коррозии)	Все виды топлив	Вещества основного характера, нейтрализующие продукты сгорания сернистых соединений (амины, нитраты и карбонаты щелочных металлов); ПАВ, препятствующие попаданию агрессивных продуктов на поверхности	0,0005-0,005	Снижают химическую коррозию, вызванную агрессивными продуктами сгорания топлива или продуктами гидролиза компонентов топлив и присадок
Антикоррозионные (для подавления высокотемпературной коррозии)	Остаточные топлива	Органические и неорганичвские соединения магния	0,05-0,5	Образуют высокоплавкие продукты сгорания ванадия и натрия, что предотвращает их налипание на нагретые поверхности
		Повышающие безопасность применения и улучшающие эргономические характеристики		
Антистатические	Бензины	Композиции ПАВ с солями металлов (хрома) высших карбоновых кислот	0,00005-0,0005	Снижают пожароопасность при работе с топливом благодаря уменьшению статической электризации
Противотуманные	Реактивные топлива	Полимеры (атактический пропилен, полиизобутилен)	0,05-2,0	Образуют в топливе структурную систему, что препятствует образованию пожароопасного тумана при авариях
Одоранты	Бензины и дизельные топлива	Производные терпенов, эфирные масла	0,0001-0,001	Придают топливам приятный запах
Отвращающие	Бензины и дизельные топлива	Соединения с ярко выраженным неприятным запахом	0,0001-0,001	Придают топливам неприятный запах для предотвращения использования их не по назначению
Дезодоранты	*Бензины и дизельные топлива*	*Эфирные масла*	*0,0001-0,001*	*Маскируют неприятный запах компонентов топлив*
		Модификаторы коллоидно-химических свойств		
Диспергирующие	Остаточные топлива	Диалкилнафталины, ПАВ различной природы	0,05-0,2	Предотвращают расслоение топлива при хранении и улучшают его распыляемость в топке
Дезмульгаторы	Дизельные топлива	Оксиэтилированные спирты, кислоты, амины и другие ПАВ	0,005-0,01	Ускоряют отделение воды от топлива. Требуют отстоя
Эмульгирующие	Котельные топлива	Все виды ПАВ	0,05-0,2	Способствуют созданию однородной эмульсии воды в мазуте для улучшения его сгорания в топке
Противопенные	Бензины и дизельные топлива	Полисилоксаны, этилвнбисамиды карбоновых кислот и другие ПАВ	0,0001-0,001	Уменьшают вспенивание топлива при наливе, что ускоряет налив и уменьшает лотери
Уменьшающие испарение	*Бензины*	*Четвертичные аммониевые соли, полисилоксаны, неионогенные ПАВ*	*0,0005-0,005*	*Образуют на поверхности топлива прочную пленку, затрудняющую испарение*
Коагулирующие	*Реактивные и дизельные топлива*	*ПАВ: ИПОДА, амиды, сложные эфиры высших жирных кислот и спиртов*	*0,002-0,01*	*Ускоряют коагуляцию мелкодисперсной фазы в крупные, легкоотделяющиеся частицы*

Окончание табл. П-18

1	2	3	4	5
Модификаторы структуры потока				
Противотурбулентные	Дизельные топлива	Линейные полимвры с высокой молекулярной массой	0,001-0,01	Снижают энергетические затраты на перекачивание за счет поддержания ламинарного режима течения
Улучшающие реологические свойства	Остаточные топлива	Полиметакрилаты, полиолефины, сополимеры этилена и винилацетата	0,02-0,1	Снижают энергетические затраты на перекачивание за счет уменьшения требуемого напряжения сдвига

Требования к П.т. делятся на общие и специальные. К общим требованиям относятся хорошие смешиваемость и растворимость в топливах, отсутствие отрицательного влияния на конструкционные материалы (металлы, пластики и герметики) и характеристики самого топлива, совместимость между собой, а также с попадающими в топливо водой и моторными маслами. Специальные требования определяют уровень эффективности присадок в соответствии с назначением.

ПРИСАДКИ К ТОПЛИВАМ ДЛЯ ПОДАВЛЕНИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ КОРРОЗИИ – присадки для защиты поверхностей, нагретых выше 600°С (лопатки газовых турбин, теплообменная аппаратура), контактирующих с продуктами сгорания котельных топлив, содержащих ванадий и щелочные металлы. П.т.п.в.к. вводят в топливо на местах потребления. Различают несколько видов высокотемпературной коррозии, из к-рых наиболее важная – ванадиевая. Она протекает при т-ре выше 600°С и является следствием образования так называемых ванадиевых бронз – нестехиометрических смесей оксидов ванадия (иногда с участием натрия), находящихся в расплавленном состоянии. Расплавленные бронзы налипают на металлические поверхности. Содержащийся в них пентоксид ванадия катализирует окисление железа, выступая переносчиком кислорода. Принцип действия присадок заключается в том, что они (точнее, оксиды металлов, образующиеся при сгорании присадок), встраиваются в состав бронз, резко повышая их т-ру плавления. Высокоплавкая зола уносится потоком дымовых газов, не задерживаясь на поверхностях нагрева. В качестве П.т.п.в.к. обычно применяют соединения магния, резко повышающие т-ру плавления ванадиевых бронз. К этому типу относятся присадки ВТИ-60, НИМБ-2, использовавшиеся в России в 1960-1970-е годы и снижавшие интенсивность ванадиевой коррозии более, чем в 100 раз. В настоящее время эти присадки не вырабатываются.

ПРИСАДКИ К ТОПЛИВАМ ДЛЯ ПОДАВЛЕНИЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ (ХИМИЧЕСКОЙ) **КОРРОЗИИ** – присадки для защиты поверхностей, контактирующих с продуктами сгорания топлива и имеющих т-ру ниже *точки росы*, т.е. т-ры, при к-рой начинает конденсироваться влага из продуктов сгорания, содержащих оксиды серы и азота и соответствующие кислоты. Иногда эту коррозию называют еще газовой, так как продукты сгорания топлив находятся в газообразном состоянии. П.т.п.н.к. нейтрализуют кислотные продукты сгорания топлив. В качестве П.т.п.н.к. обычно применяют производные щелочноземельных металлов, образующие инертные сульфаты. Обычно П.т.п.н.к. вводят в остаточные топлива, содержащие большие количества серы и азота. Примером П.т.п.н.к. является ныне не используемая отечественная присадка ВТИ-4ст, представляющая собой 10-15%-ный водный раствор хлорида магния. Дозировку присадки рассчитывают исходя из содержания серы в топливе. Напр., на 1 т мазута с содержанием серы 2% и зольностью 0,02-0,05% требуется 0,5-0,7 кг $MgCl_2$.

ПРИСАДКИ, УЛУЧШАЮЩИЕ СМАЗОЧНЫЕ СВОЙСТВА МАСЕЛ – присадки для снижения износа, трения и повышения *нагрузочной способности смазочной пленки*.

По способу действия П.у.с.с.м. разделяют на следующие:

противозадирные присадки к маслам – повышающие нагрузку задира (давление, при к-ром начинается задир поверхностей трения) и снижающие износ при нагрузках выше нагрузки начала задира;

противоизносные присадки к маслам – снижающие износ при нагрузках ниже нагрузки начала задира.

антифрикционные присадки к маслам – уменьшающие коэффициент трения при нагрузках ниже нагрузки начала задира.

противопиттинговые присадки к маслам – уменьшающие усталостный износ.

Действие противозадирных и противоизносных присадок основано на их адсорбции на металлических поверхностях деталей трения и химической активности образуемых присадками на этих поверхностях граничных слоев.

Антифрикционные присадки образуют на поверхности металла граничный адсорбционный слой с низким сопротивлением сдвигу поверхности слоя.

Противопиттинговые присадки действуют как за счет образования адсорбционного слоя, так и за счет химического взаимодействия с металлом поверхности трения. Присадки должны химически взаимодействовать с металлом поверхностей трения только при тех т-рах, при к-рых наблюдается повышенный износ или задир. Повышенная реакционная способность присадки при более низких т-рах ведет к повышенному коррозионному износу.

В смазочное масло определенного назначения в большинстве случаев добавляют не одну, а несколько присадок, улучшающих его свойства.

ПРИСАДКИ К ТОПЛИВАМ, УМЕНЬШАЮЩИЕ ИСПАРЕНИЕ. Высокое ДНП бензинов приводит к существенным их потерям при хранении и транспортировании. В зависимости от условий хранения эти потери могут превышать 0,1% продукта в месяц. В основном улетучиваются легкие фракции бензина. Поэтому увеличение потерь сопровождается и снижением качества продукта из-за изменения показателей фракционного состава. Специальные присадки позволяют снизить эти потери в статических условиях – в 1,5-2,0 раза, в динамических – на 10-20% (отн.). В качестве П.т.у.м. используют ПАВ различной природы. Их рабочие концентрации составляют тысячные доли процента.

Принцип действия заключается в том, что П.т.у.м. образуют на поверхности топлива прочную сорбционную пленку, вытесняющую молекулы углеводородов, вследствие чего их концентрация на поверхности снижается. Соответственно уменьшается испаряемость топлива.

Практического применения П.т.у.м. пока не находят, так как для снижения потерь топлив от испарения используются альтернативные методы: улучшение организации хранения и транспортирования, конструктивные усовершенствования резервуаров и топливных линий.

ПРОБКА ПАРАФИНИСТАЯ – твердое кристаллическое вещество, при добыче нефти отлагающееся в подъемных колоннах фонтанных и глубоко насосных скважин; на насосных штангах, на внутренних поверхностях промысловых и магистральных трубопроводов, задвижек, а также в резервуарах хранения парафинистых нефтей. Представляет собой смесь *твердых углеводородов* с нефтью, содержит 30–60% масс. нефти. Цвет от темно-коричневого до черного, т-ра плавления 52–65°С, т-ры плавления содержащихся в П.п. твердых углеводородов 55–90°С. Иногда в резервуарах с нефтью П.п. образует довольно толстый слой пены, плавающий на нефти.

ПРОДУКТЫ ИЗНАШИВАНИЯ В МАСЛЕ. В работавшем масле продукты изнашивания деталей двигателя присутствуют в виде частиц металлов и их сплавов, а также оксидов металлов или их соединений с серой, фосфором и другими элементами, входящими в состав *присадок к маслам*. Размеры, форма, цвет частиц зависят от характера процесса изнашивания и режима смазки. Обычно размеры частиц составляют от десятых долей микрометра до 10-15 мкм. При интенсивном *абразивном изнашивании* или *усталостном выкрашивании*, *задирах* в масле обнаруживают более крупные частицы. Многие двигателестроители в инструкциях по эксплуатации сообщают содержание в работавшем масле металлов – П.и.м., соответствующие нормальной работе деталей трения, несколько повышенной интенсивности *износа* или предаварийному состоянию. В дополнение к анализу масла на содержание железа, алюминия, хрома, меди, свинца, олова, кремния (абразив) проводят феррографическое исследование частиц, что позволяет уточнить место образования и *режим трения*, при к-ром те или иные частицы отделились от поверхности детали. При работе на маслах с различными уровнями эксплуатационных свойств и в двигателях разных конструкций содержания в масле металлов, соответствующее нормальному и неисправному состоянию деталей трения, могут сильно различаться. Поэтому использование данных о содержании в масле металлов для диагностирования технического состояния двигателя должно основываться на рекомендациях изготовителя техники или статистических данных, накопленных в конкретных условиях работы однотипных двигателей на одном и том же моторном масле.

ПРОДУКТЫ КОРРОЗИИ – химические соединения, образующиеся в результате взаимодействия металла и *коррозионной среды* (ГОСТ 5272).

Условия образования и состав П.к. обусловливают общие *коррозионные потери* и изменение *скорости коррозии* во времени. П.к., образующие прочные поверхностные пленки, придают металлу *коррозионную стойкость*. Рыхлые П.к имеют слабое сцепление с металлом. Разрушение таких П.к. может вызывать интенсивное развитие коррозии на освобожденных от П.к. участках металлической поверхности.

При *электрохимической коррозии* образование П.к. является результатом анодной и катодной реакций *коррозионного процесса*. Так, во влажной атмосфере, когда на металле образуется пленка влаги с растворенными в ней солями, в морской или в минерализованной пластовой воде коррозионный процесс стали протекает с кислородной деполяризацией. Катодный процесс кислородной деполяризации заключается в ионизации кислорода на катоде. Причем в зависимости от pH среды будут различными конечные продук-

ты ионизации. При pH>7 ионизация кислорода на катоде протекает по схеме $O_2+4e+2H_2O \rightarrow 4OH^-$, при pH<7 – по схеме $O_2+4e+4H^+ \rightarrow 2H_2O$.

Наряду с первичными процессами электрохимической коррозии, могут протекать вторичные процессы, в результате к-рых на поверхности металла образуются пленки труднорастворимых П.к. При коррозии железа и его сплавов образуется гидроксид железа (II) – $Fe(OH)_2$, к-рый, взаимодействуя с растворенным в воде кислородом, образует гидроксид железа (III) – $Fe(OH)_3$. В результате дальнейших превращений этих соединений образуется *ржавчина* состава $FeO{\cdot}Fe_2O_3{\cdot}nH_2O$. Продукты электрохимических процессов взаимодействуют также с ионами кальция и магния, к-рые присутствуют в *коррозионной среде*, с образованием осадков карбоната кальция и гидроксида магния. Трудно растворимые П.к. и осадки затрудняют диффузию кислорода к стальной поверхности и тем самым снижают интенсивность коррозии во времени.

Коррозионные процессы в кислых средах протекают с водородной деполяризацией, когда на катоде протекает реакция разряда ионов гидроксония по схеме:

$2H_3O+2e^- \rightarrow 2H_2O+H+H \rightarrow 2H_2O+H_2$ ↑.

Молекулярный водород, являясь в данном случае одним из П.к., диффундирует и переносится конвекцией от катодных участков в раствор. Часть адсорбированных атомов водорода диффундирует в металл, вызывая явление водородного охрупчивания (наводораживание металла). Это явление наблюдается при коррозии в сероводородсодержащих средах. Кроме того, при коррозии железа и его сплавов в присутствии сероводорода образуются П.к. железа, имеющие общую формулу Fe_xS_y. Структура и свойства сульфидов железа, в том числе защитные, зависят от условий образования, главным образом, от содержания сероводорода в коррозионной среде.

П.к., образующиеся в результате протекания *химической коррозии* в газах при высокой т-ре (*газовая коррозия*) называются *окалиной* (ГОСТ 5272).

ПРОДУКТЫ ОКИСЛЕНИЯ МАСЛА – продукты взаимодействия основы масла и присадок с окисляющей средой кислородом воздуха: гидропероксиды, спирты, эфиры, карбоновые кислоты, оксикислоты, карбены, карбоиды.

ПРОДУКТЫ СГОРАНИЯ – вещества, образующиеся в результате сгорания топлива. При сгорании углеводородных топлив образуются вода, углекислый газ, оксиды серы. Это продукты полного сгорания. Наряду с ними по ряду причин образуются продукты неполного сгорания – частицы сажи и оксид углерода.

ПРОИЗВОДСТВО НЕФТЕПРОДУКТОВ – совокупность технологических операций, технологического оборудования, а также систем обеспечения их функционирования, в том числе технического обслуживания и ремонта, метрологического обеспечения, предназначенных для изготовления продукции.

ПРОКАЛЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ КОКС получают прокаливанием при 1200-1400°С сырого нефтяного кокса с установок замедленного коксования или кубовых установок. При прокаливании из кокса удаляются летучие вещества, частично S, N, H, O, металлы и другие элементы, снижается удельное электрическое сопротивление, повышается плотность, прочность, несколько увеличивается пористость, происходит структурирование – двухмерное упорядочивание кристаллитов кокса.

П.н.к. используют при производстве алюминия, электростали и конструкционных материалов. За рубежом П.н.к. в больших объемах используется при производстве окиси титана. Ежегодное мировое потребление прокаленного кокса

П-19. Характеристика электродного прокаленного кокса (ТУ 38.301-19-75-96)

Показатели	Метод испытания	Норма для марок			
		КЭП-1	КЭП-2	КЭП-3	КЭП-4
Массовая доля общей влаги, %, не более	ГОСТ 27588	0,5	0,5	0,5	0,5
Зольность, %, не более	ГОСТ 22692	0,6	0,6	0,6	0,8
Массовая доля серы, %, не более	ГОСТ 1437 или ГОСТ 8606	1,5	1,5	2,0	2,0
Действительная плотность, г/см³	ГОСТ 22898, п. 4.4 (без предварительного прокаливания)	2,01-2,05	2,06-2,09	2,02-2,09	≥2,0
Массовая доля кокса с кусками размером более 6 мм, %, не менее	П. 4.2 настоящих ТУ	30,0	30,0	30,0	30,0
Массовая доля, %, не более: кремния железа ванадия	ГОСТ 22898, п. 4.6	0,08 0,08 0,02	0,08 0,08 0,02	0,08 0,08 0,03	0,08 0,08 0,03
Содержание обмасливающего агента, %, не более	П. 4.3 настоящих ТУ	0,5	0,5	0,5	0,5

Примечания. 1. Массовая доля общей влаги не является браковочным показателем при отгрузке кокса в открытых полувагонах и служит для расчета с потребителем.
2. Массовая доля кремния, железа, ванадия не является браковочным показателем, определяется периодически не реже 1 раза в месяц.
3. Допускается по согласованию с потребителем содержание золы в прокаленном коксе марки КНП-4 до 3,0%.
4. Обмасливание кокса производится по дополнительному соглашению с потребителем при отгрузке в открытые полувагоны. Норма по содержанию обмасливающего агента не является браковочным показателем и определяется для набора данных

для производства анодов для алюминиевой промышленности составляет более 13 млн т при удельном расходе 0,4-0,5 т/т алюминия. Остальное потребление П.н.к. приходится на производство электростали (расход до 5 кг/т), конструкционных материалов, пигментов и др.

П.н.к. получают по техническим условиям, согласованным производителями и потребителями (**табл. П-19**).

Качество П.н.к. определяется по методам испытаний нефтяных коксов (см. *Нефтяные коксы*) кроме показателей «массовая доля летучих веществ» и «истираемость».

ПРОКАЛИВАНИЕ КОКСА (иногда используется термин «прокалка», за рубежом – прокаливание, кальцинирование, calcine). Сущность П.к. заключается в нагреве его в специальных печах до 1200-1400°С, выдержке при этих т-рах в течение 0,5-8 ч и охлаждении до 90-130°С.

П.к. является продолжением параллельных и последовательных реакций уплотнения в процессе крекинга и коксования по схеме: смолы → асфальтены → карбены, карбоиды → сырой кокс → прокаленный кокс. В процессе П.к. физико-химические свойства кокса значительно изменяются. Из непроводящего материала он превращается в хороший проводник электрического тока, из химически активного вещества – в вещество инертное; при этом увеличиваются плотность, прочность, размеры и степень упорядоченности кристаллитов и др. Эти изменения являются результатом внутренней и взаимной перестройки кристаллитов, дегидрирования, удаления гетероэлементов. Текстура кокса при П.к. изменяется незначительно из-за малой подвижности ее элементов, имеющих большие размеры. П.к. не формирует новую текстуру кокса, а только «проявляет, усиливает» то, что сформировано в процессе его получения. Как правило, различие в свойствах коксов разных видов после прокаливания возрастает.

В начальной стадии П.к. (до 250-300°С) из кокса выделяются влага и адсорбированные газы и углеводороды. Выше 300°С и при т-рах, близких к т-ре получения сырого кокса (480-500°С), интенсивно выделяются адсорбированные недококсованные продукты и их фрагменты, что проявляется в резком увеличении потери массы. Выше 850°С после выделения основной массы летучих веществ потери резко снижаются.

Летучие вещества, выделяющиеся при П.к., состоят из жидких и газообразных продуктов. Выход жидких смолистых продуктов зависит от полноты процесса коксования и может достигать 4–8% на кокс. Газообразная часть летучих веществ состоит из водорода, метана и других углеводородов, оксида и диоксида углерода, азота и др. Водород, углеводородные газы и другие летучие соединения образуются вследствие отрыва соответствующих функциональных групп по радикально-цепному механизму с последующей рекомбинацией их в молекулы. Существенную роль при этом играет пиролиз углеводородных составляющих на поверхности кокса, сопровождающийся образованием пироуглерода, сажи, водорода и др. продуктов. С ростом т-ры состав газов упрощается; он включает в основном метан, водород и азот.

Основными факторами П.к., определяющими выход и качество получаемого продукта, являются качество исходного сырья и технологические факторы: т-ра и продолжительность процесса, скорость нагрева кокса до заданных температур, стадийность, условия теплопередачи к коксу и сжигания летучих веществ, т-ра воздуха и условия подачи его на сжигание, вид и расход топлива, конструктивные особенности прокалочных печей и др.

Сырье прокаливания. Сырой нефтяной кокс характеризуется значительными колебаниями качества: широким гранулометрическим составом на подаче в печь П.к. (от 0 до 50-70 мм), большим содержанием мелочи – частиц размером менее 8 мм (30-50%) и пылевых частиц размером менее 1 мм (10-40%). С уменьшением размера частиц в коксе увеличиваются содержание влаги, летучих веществ, зольных элементов, повышается спекаемость, снижается прочность. Влажность кокса независимо от условий получения, хранения и транспортирования может колебаться от 3 до 15%, выход летучих веществ от 5 до 12%. Меньше летучих веществ (5-8%) содержат кубовые коксы и коксы анизотропной и изотропной структуры; рядовые коксы обычно содержат 8-12% летучих веществ.

Важное свойство коксов – способность к упорядочению структуры. К легко структурирующимся, или графитируемым, относятся коксы игольчатой структуры. Перечисленные показатели качества сырья влияют на эффективность прокаливания. Так, при повышении влажности снижается производительность печей, увеличивается расход топлива, повышаются угар кокса и его потери. Повышение выхода летучих веществ также снижает выход прокаленного кокса. При определении потерь на установках прокаливания выход прокаленного кокса от потенциала (ВПНК, %) оценивают по уравнению:

$$B_{пнк}=[(\delta_{пк}-\delta_{впк}-\delta_{опк})/(\delta_{с}-\delta_{вс}-\delta_{лвс})]\cdot 100,$$

где $\delta_{пк}$ – масса полученного прокаленного кокса, т; $\delta_{впк}$ - масса влаги в прокаленном нефтяном коксе, т; $\delta_{опк}$ – масса обмасливающего продукта в прокаленном нефтяном коксе, т; $\delta_{с}$ – масса сырого нефтяного кокса, т; $\delta_{вс}$ – масса влаги в сыром нефтяном коксе, т; $\delta_{лвс}$ – массы летучих веществ в сыром коксе, т.

За рубежом выход прокаленного кокса часто оценивают по потенциалу углерода, что практически представляет определенную сложность.

При избыточном (более 12%) выходе летучих веществ увеличивается пористость прокаленного кокса и снижается его механическая прочность. Большое содержание пылевых частиц снижает производительность установок прокаливания из-за ухудшения условий теплопередач. Выход прокаленного кокса снижается при большом содержании частиц размером менее 1 мм. Увеличение спекаемости выше 40 ед. по индексу Рога нежелательно из-за припекания кокса к стенкам камерных печей, скребкам подовых печей и образования «коксовых колец» на стенках барабанных печах при выделении смолистых летучих веществ.

Выделение из кокса при прокаливании легколетучих зольных элементов может вызвать нарушение технологического режима – забивание отложениями золы межтрубного пространства системы утилизации тепла.

Т-ра определяется требованиями к *действительной плотности* прокаленного нефтяного кокса. В определенных пределах т-ру и продолжительность прокаливания можно взаимно корректировать; при более высокой т-ре допускается меньшее время пребывания кокса в печи. Максимальная т-ра ограничивается нек-рым ухудшением качества кокса – повышением пористости, а также увеличением потерь, расхода топлива и уменьшением срока службы футеровки печи и холодильника.

Продолжительность прокаливания должна обеспечивать заданную степень П.к. при выбранной т-ре. Обычно продолжительность П.к. в барабанных и подовых печах составляет 1-3 ч, в ретортных и камерных 20-32 ч.

Скорость нагрева влияет на качество П.к. При скорости выше 50°С/мин повышается пористость прокаленного кокса, снижается макро- и микропрочность, увеличивается содержание мелочи. Прокаленный кокс лучшего качества по объемной плотности и прочности получается в камерных и ретортных печах, худшего – в подовых, где скорость нагрева выше 100°С/мин. В технологическом аспекте повышение скорость нагрева способствует увеличению удельной производительности печи.

Стадийность (ступенчатость) нагрева улучшает коэффициент термического расширения (КТР). Режим трехстадийного прокаливания: 1) нагрев до 300-400°С в течение 10-30 мин; 2) нагрев до 600-1000°С с удалением летучих веществ в течение 30-90 мин и охлаждение до 20- 200°С; 3) нагрев до конечных температур 1200-1500°С в течение 30-90 мин и охлаждение.

Предполагают, что причиной снижения КТР (на 15%) при многостадийном прокаливании является образование в коксе микротрещин, компенсирующих его тепловое расширение. Имеется мнение, что улучшение качества графитированных электродов оправдывается усложнением технологии прокаливания. Однако на практике такая технология не используется.

Среда. Влияние среды обусловлено конструктивными и технологическими особенностями печей. Внутри кусков кокса и в большинстве случаев в слое коксовых частиц среда восстановительная. Окисление может происходить только в печах, где имеется непосредственный контакт дымовых газов и летучих веществ, содержащих испаренную влагу. Потери кокса неизбежны из-за окисления кислородом воздуха или вследствие вторичных реакций с CO_2 и H_2O.

Общий угар кокса в зависимости от типа печи составляет 1-5%. При этом не наблюдается заметного ухудшения качества кокса благодаря незначительному угару и протеканию окисления во внешне-диффузионной области. Повторное прокаливание с целью удаления влаги после транспортирования приводит к увеличению пористости и ухудшению качества кокса.

Скорость охлаждения не влияет на качество прокаленного кокса, что объясняется низким КТР и небольшими напряжениями в частицах кокса при охлаждении.

Условия теплоподвода определяют удельную производительность печей, потери кокса и возможность загрязнения прокаленного кокса. Наибольшей удельной производительностью характеризуются барабанные и подовые печи, в к-рых осуществляется прямая передача теплоты от дымовых газов к коксу при достаточно интенсивном перемешивании.

Значительно ниже удельная производительность камерных и ретортных печей, где теплота передается через стенку из огнеупорного кирпича. Удельные производительности печей прокаливания по сырью на 1 м³ реакционного объема в 1 ч составляют: в барабанной 47-58 кг, подовой 43-50 кг, камерной 5-8 кг.

Большое значение для прокаливания имеет выбор направления движения теплоносителя. Прямоток, как правило, в подовой печи обусловливает высокую (150-1400°С) разность температур кокса и дымовых газов и, соответственно, скорость нагрева. Противоток в барабанных печах, обеспечивает умеренную разность температур (50-700°С) и скорость нагрева. В ретортных и камерных печах скорость нагрева минимальна 0,5-2°С/мин.

Установки для П.к. По способу подвода теплоты установки П.к. делятся на контактные, бесконтактные, электрические и комбинированные.

В промышленной практике обычно используют контактные *установки прокаливания кокса в барабанных печах*, контактные *установки прокаливания кокса в подовых печах*, отличающиеся наибольшей эффективностью; бесконтактные *установки прокаливания кокса в ретортных и камерных печах*, к к-рым тепло подводится через стенку, т. е. исключается контакт дымовых газов с П.к. *Установки прокаливания кокса в электрических печах* работают по принципу прямого нагрева печей путем пропускания электрического тока через слой кокса. В *установках прокаливания кокса в комбинированных печах* высокотемпературную стадию прокаливания осуществляют с использованием электрического нагрева.

К современным процессам П.к. предъявляют жесткие требования: эффективное прокаливание суммарного (0–250 мм) кокса; низкие капитальные и эксплуатационные затраты и высокий выход П.н.к.; оптимальные условия П.к. каждого вида; достаточно полное улавливание или дожиг пыли; очистка дымовых газов от зольной пыли, сернистых газов и окислов азота; утилизация тепла дымовых газов.

ПРОКАЧИВАЕМОСТЬ МОТОРНОГО МАСЛА характеризуется его низкотемпературной *динамической вязкостью* при малом градиенте скорости сдвига, измеряемой на вискозиметре MRV по методу ASTM D 4684. Согласно *классификации моторных масел SAE* J 300 динамическая вязкость зимних и всесезонных масел должна быть не более 60000 мПа·с при т-ре от –40°С для наименее вязких масел класса 0W до –15°С для наиболее вязких класса 25W. Такие значения динамической вязкости при отсутствии напряжения сдвига в процессе ее измерения гарантируют стабильное давление масла в *главной магистрали смазочной системы* и быстрое поступление масла к наиболее удаленным узлам двигателя, смазываемым под давлением, при проворачивании двигателя стартером в процессе холодного пуска.

ПРОКАЧИВАЕМОСТЬ НЕФТЕПРОДУКТА – эксплуатационное свойство, определяющее способность нефтепродукта к прокачиванию через трубопроводы, фильтры, сепараторы, отверстия и зазоры. Зависит от ряда физических свойств нефтепродукта. Определяется такими показателями как вязкость, т-ра застывания, т-ра начала кристаллизации, т-ра помутнения, содержание воды, механических примесей и др.

ПРОКАЧИВАЕМОСТЬ РЕАКТИВНОГО ТОПЛИВА – свойство, обеспечивающее бесперебойную подачу топлива в строго определенном объеме (см. также *Прокачиваемость топлива*). П.р.т. по каналам топливных систем, включая фильтры, определяется в основном *вязкостью реактивного топлива*, наличием в нем механических примесей и воды, а также паровых и воздушных пробок.

При охлаждении топлива его вязкость возрастает и может достичь значений, при к-рых нормальная заправка летательного аппарата топливом и подача топлива в двигатель могут быть нарушены, в результате чего производительность топливных насосов снижается, нормальная работа топливной аппаратуры нарушается, давление впрыска топлива снижается и качество его распыливания в камере сгорания ухудшается. Вязкость реактивных топлив регламентируется нормативной документацией при +20 и –40°С. Ограничение нижнего предела вязкости при +20°С производится во избежание повышенного износа топливной аппаратуры.

В виде твердой фазы в топливе могут содержаться кристаллы углеводородов, преимущественно парафиновых, и льда, а также механические примеси, представляющие собой продукты коррозионного воздействия топлив на конструкционные материалы. В топливо при его прохождении по топливной системе двигателя могут попасть твердые вещества, образующиеся при окислении нагретого топлива. Наличие твердой фазы в топливе отражается, прежде всего, на его фильтруемости.

Появление в топливе при его охлаждении кристаллов парафина регламентируется *т-рой начала кристаллизации реактивных топлив*.

Содержащиеся в топливе механические примеси в условиях эксплуатации авиационной техники могут засорять и заклинивать прецизионные пары топливорегулирующей аппаратуры, забивать топливные фильтры и форсунки, способствовать увеличению отложений в агрегатах топливных систем, повышать абразивный износ деталей топливных агрегатов, усиливать коррозию топливного оборудования, оказывать каталитическое воздействие на окисление топлива в зонах повышенных температур, способствовать накоплению статического электричества при перекачиваниях и фильтровании топлива. Наличие (отсутствие) механических примесей определяется визуально либо гравиметрическим методом (ГОСТ 10577), при этом их содержание в отгруженном с завода топливе не должно превышать 0,003% масс.

Кристаллы льда могут образовываться в реактивных топливах в результате замерзания присутствующей в топливе воды или попадать в топливо извне в виде инея, осыпающегося со стенок баков самолета и резервуаров. При подаче топлива по топливной системе самолета кристаллы льда задерживаются на топливном фильтре и, накапливаясь, вначале частично, а затем полностью забивают его и подача топлива в камеру сгорания нарушается. Для защиты топливных фильтров от забивки кристаллами льда у всех современных

самолетов гражданской авиации производится подогрев топлива перед фильтром, к-рый включается при охлаждении топлива до определенной т-ры. В военной авиации для предотвращения образования кристаллов льда и растворения попавшего в топливо инея в аэродромных условиях в топливо вводят противоводокристаллизационные присадки.

ПРОКАЧИВАЕМОСТЬ ТОПЛИВА – эксплуатационное свойство, характеризующее особенности и результаты процессов, протекающих при перекачивании топлив по трубопроводам, топливным системам и при фильтровании (ГОСТ 4.25).

От прокачиваемости зависит процесс перемещения (текучесть) топлив в топливной системе двигателя, а также в технических средствах транспортирования и заправки, надежность подачи топлива в двигатель и его системы в различных условиях эксплуатации техники. Характеризуется вязкостью, поверхностным натяжением, содержанием механических примесей, продуктов износа и коррозии, воды, кристаллов льда и высокоплавких углеводородов, давлением насыщенных паров, температурными пределами выкипания.

ПРОМОТОРЫ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ вводят в дизельное топливо для улучшения его воспламеняемости в двигателе. При испытаниях топлив с П.в. это проявляется в виде повышения условного показателя – *цетанового числа* (ЦЧ), поэтому часто, но не совсем корректно П.в. называют «цетаноповышающими» присадками.

В качестве П.в. применяют *алкилнитраты* и, в опытном масштабе (за рубежом) – органические *алкилпероксиды* (ди-*трет*-бутилпероксид). Алкилпероксиды имеют ряд преимуществ перед алкилнитратами, но в 2-3 раза дороже и поэтому широкого применения пока не находят.

Принцип действия П.в. объясняется легким распадом их молекул по связи O-N с невысокой (около 150 кДж/моль) энергией активации. Образующиеся свободные радикалы инициируют воспламенение углеводородов топлива. П.в. этого типа действуют только на начальных стадиях процесса горения, почему и названы П.в. При добавке алкилнитратов повышение ЦЧ топлива составляет 2-3 ед. на каждые 0,1% добавки и тем выше, чем выше ЦЧ исходного топлива. В литературе имеются сведения, что при хранении топлива с промотором воспламенения значение ЦЧ постепенно снижается. Другими недостатками алкилнитратов являются токсичность, взрывоопасность, ухудшение цвета топлив. Тем не менее, производство основной массы дизельных топлив с ЦЧ не ниже 51 в России и за рубежом возможно только с использованием П.в.

Товарный ассортимент П.в. в России включает две присадки: ЦГН (циклогексилнитрат) и Миакрон-2000 (на базе 2-этилгексилнитрата). Кроме того, заводы используют присадки зарубежных фирм. По мере роста объемов выработки дизельных топлив с ЦЧ не ниже 51, потребление П.в. будет расти.

ПРОМЫВОЧНЫЕ МАСЛА ДЛЯ ДВС предназначены для очистки *картера*, маслоприемника, маслопроводов от *шлама*, осадков и других загрязнений. П.м.ДВС обладают высокой растворяющей способностью и моюще-диспергирующими свойствами. Для промывки двигателя обычно достаточно 20-30 мин работы прогретого двигателя на холостом ходу. П.м.ДВС имеют малую *вязкость*. Нагружать двигатель в процессе промывки не следует. Очищать двигатель от отложений путем промывки необходимо при использовании масла с недостаточным уровнем эксплуатационных свойств или при значительном превышении установленного срока смены масла.

ПРОНИКАЮЩИЕ СВОЙСТВА СРЕДСТВА ВРЕМЕННОЙ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ характеризуют его способность растекаться по металлической поверхности и проникать в микрозазоры, микродефекты и щели металлоизделий. П.с.с.в.п.з. непосредственно связаны с защитой металлоизделий от *щелевой*, *контактной* и *фреттинг-коррозии*. Средства временной противокоррозионной защиты с высокими проникающими свойствами могут эффективно использоваться для консервации металлических изделий сложной конфигурации, стыков, сварных соединений, а также для дополнительной защиты лакокрасочных, гальванических и других *защитных покрытий*.

Растекаемость средства временной противокоррозионной защиты по металлической поверхности оценивают путем измерения диаметра (мм) растекшейся и высохшей капли продукта за заданное время на горизонтально расположенной стальной пластине.

Способность средства временной противокоррозионной защиты к прониканию в щели (стыки) в лабораторных условиях оценивают по ГОСТ Р 9.517 (приложение Д). Для этой цели используют две стальные шлифованные пластинки размером 150x100x2 мм, плотно прижатые друг к другу с помощью болтов внахлест в 12 мм (**рис. П-9**).

На верхнюю кромку нахлестки металлических пластинок наносят испытуемый продукт в зависимости от его вида шпателем, стеклянной палочкой или распылением. Затем пластинки помещают в термостат в вертикальном положении (обработанной кромкой вверх) и выдерживают при т-ре 15±2°C в течение 24 ч, после чего вынимают и осторожно отделяют друг от друга.

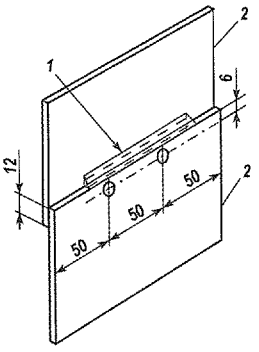


Рис. П-9. Схема нахлестки:
1 – средство временной противокоррозионной защиты; *2* – металлическая пластинка

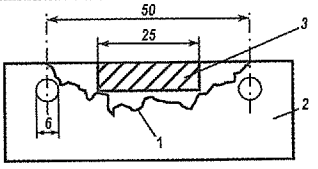


Рис. П-10. Оценка проникания средства временной противокоррозионной защиты:
1 – участок пластинки, покрытый средством; *2* – металлическая пластинка; *3* – выбранный участок площадки для оценки проникания средства

На каждой из испытуемых пластин произвольно выбирают участок между отверстиями под болты площадью 6х25 мм и визуально определяют наличие проникновения продукта между пластинами (**рис. П-10**). Продукт считают выдержавшим испытание, если он непрерывно покрыл указанную площадь каждой пластинки. Если трудно отличить проникание продукта от возможных эффектов при отделении пластинок друг от друга, то металлические пластинки раздельно испытывают в течение 30 мин в 3%-ном растворе хлорида натрия. При этом считают, что средство временной противокоррозионной защиты проникло на площади, к-рая не подверглась *сплошной коррозии*.

Существует исследовательский метод оценки П.с.с.в.п.з., в к-ром также используют две плотно прижатые стальные пластинки. На нижний выступающий конец одной из пластинок наносят определенное количество продукта и переводят пластинки в вертикальное положение; через 30 мин фиксируют высоту поднятия (мм) жидкой фазы по микрозазору «сталь–сталь». Этот метод широко используют при испытании *пленкообразующих ингибированных нефтяных составов* и *защитных водовытесняющих составов*.

ПРОПАН – насыщенный углеводород открытого строения группы алканов с формулой C_3H_8; сжиженный газ, ММ 44,06, т-ра кипения при атмосферном давлении –42,06°С. Применяется в качестве растворителя в процессах деасфальтизации нефтяных остатков, селективной очистки нефтяных остатков парным растворителем – дуосолочистка, в качестве хладагента в процессах депарафинизации нефтяных масел и обезмасливания гачей кристаллизацией, а также в качестве топлива.

В зависимости от состава сырья и последующего назначения полученных компонентов П. производят из природных или нефтезаводских газов ректификацией или ректификацией в комбинации с процессами абсорбции или адсорбции.

ПРОПИТОЧНЫЕ ВОСКОВЫЕ СОСТАВЫ – составы для защиты пропитываемых изделий от влаги, придания огнестойкости, электроизоляционных и бактерицидных свойств.

Пропиточный состав для бумажных патронов (ТУ 38.101533–75) – композиция твердых парафинов с сосновой канифолью. Применяется для пропитки бумажных патронов, применяемых в текстильной промышленности.

Пропиточный состав для проводов и кабелей (ТУ 38.1011201–79) – композиция твердого парафина, нефтяного и синтетического церезина, а также петролатума с добавлением битума и антисептика. Предназначен для пропитки хлопчатобумажной оплетки проводов, кабельной пряжи и кабельной бумаги для предохранения их от гниения.

ПРОПИТЫВАЮЩИЕ СВОЙСТВА СРЕДСТВА ВРЕМЕННОЙ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ характеризуют его способность пропитывать *ржавчину* и другие *продукты коррозии*. П.с.с.в.п.з. наряду с защитными свойствами характеризуют способность *средства временной противокоррозионной защиты* «тормозить» коррозию на ранних стадиях ее возникновения, замедляя или прекращая начавшийся *коррозионный процесс*.

П.с.с.в.п.з. в лабораторных условиях оценивают путем измерения высоты (мм) слоя пропитки порошка триоксида железа, находящегося в стеклянном цилиндре, куда сверху наливают определенное количество исследуемого продукта; время испытания – 2 ч (или другое время, устанавливаемое *нормативной документацией*).

ПРОРЫВ ГАЗОВ В КАРТЕР из рабочего объема цилиндров двигателя обусловлен тем, что в лабиринте компрессионных поршневых колец всегда имеются зазоры, через к-рые происходит утечка газов. Это зазоры в замках колец, между торцами колец и канавками поршней, просветы между цилиндрической поверхностью колец и стенками цилиндров. Основная масса прорывающихся в картер газов перетекает из надпоршневого прост-

ранства в тактах сжатия и расширения. В исправном двигателе П.г.к. не превышает по объему 1% расходуемого двигателем воздуха. В *двигателях с наддувом* П.г.к. больше, чем в *безнаддувных*. По мере *износа* деталей цилиндропоршневой группы П.г.к. увеличивается, что сопровождается снижением мощности, ухудшением компрессии и пусковых свойств двигателя.

ПРОСТРАНСТВЕННО-ЗАТРУДНЕННЫЕ ФЕНОЛЫ – алкилфенолы, в к-рых снижение реакционной способности обусловлено экранированием реакционного центра (ОН) молекулы близко расположенными алкильными заместителями.

ПРОСТЫЕ ЭФИРЫ – высокооктановые компоненты, вовлекаемые в состав автомобильных бензинов: *метил-трет-бутиловый эфир* (МТБЭ), метил-*трет*-амиловый эфир (МТАЭ), этил-*трет*-бутиловый эфир (ЭТБЭ), диизопропиловый эфир (ДИПЭ), метил-*втор*-пентиловый эфир (МВПЭ) и др. В **табл. П-20** приведены их основные физико-химические и эксплуатационные свойства.

П-20. Характеристика простых эфиров, вовлекаемых в состав автомобильных бензинов

Показатели	МТБЭ	МТАЭ	ЭТБЭ	ДИПЭ	МВПЭ
Плотность при 20°С, кг/м^3	746	770	770	726	766
Т-ра кипения, °С	55	86,3	73	68	89,9
Содержание кислорода, % масс.	18,2	15,7	15,7	15,6	15,7
Теплота испарения, кДж/кг	337	326	315	314	
Теплота сгорания, кДж/кг	38220	39392	39262	39344	
ДНП, кПа	61	22	20,7	47	17
Растворимость в воде при 20°С, % об.	1,3	0,6			1,2
ОЧи	118	112	118	110	94
ОЧм	102	99	105	100	80
Максимальное содержание в бензине, % об.	15	15	15	11	11

ПРОТЕКТОР – металл, применяемый для электрохимической защиты и имеющий более отрицательный или более положительный потенциал, чем у защищаемого металла (ГОСТ 5272).

ПРОТИВОВОДОКРИСТАЛЛИЗУЮЩИЕ ПРИСАДКИ К ТОПЛИВАМ – вводят в реактивные топлива для предотвращения образования кристаллов льда и удаления из топлива кристаллов, ранее образовавшихся при низких т-рах. В качестве П.п.т. используют низкомолекулярные спирты и целлозольвы. В России применяется жидкость «И» – этилцеллозольв в концентрации 0,1-0,3% об., а также тетрагидрофуриловый спирт и их смеси с метанолом.

Принцип действия П.п.т. заключается в образовании ассоциатов молекул воды с молекулами присадки за счет водородных связей между ними. Эти ассоциаты либо полностью растворимы в топливе, либо, при высоких концентрациях, выделяются из него в отдельную, легко удаляемую фазу.

П.п.т. вводят в топливо непосредственно на местах применения, напр. при закачивании топлива в бак самолета.

ПРОТИВОЗАДИРНЫЕ ПРИСАДКИ К МАСЛАМ – повышают нагрузку задира (давление, при к-ром начинается задир поверхностей трения) и снижают износ при нагрузках выше нагрузки начала задира.

П.п.м. содержат серу и/или хлор. Действие П.п.м. сопровождается образованием на стальных поверхностях трения сульфида железа FeS или хлорида железа $FeCl_2$. Сульфидная пленка обладает высокой прочностью и химической устойчивостью, удерживается на стали при т-ре до 700°С и до этой т-ры снижает износ, но она мало снижает коэффициент трения из-за относительно высокого сопротивления сдвигу. Хлоридная пленка устойчива на стали только до 300°С и при наличии влаги разрушается с выделением токсичных продуктов, но она снижает коэффициент трения благодаря пластинчатой структуре.

К П.п.м., содержащим серу, относятся диалкил- и ди(алкиларил)-дисульфиды и полисульфиды; осерненные олефиновые углеводороды (напр. осерненные тетрамеры пропилена, осерненные полиолефины), осерненные минеральные масла и осерненные жиры; эфиры тиоугольных кислот (ксантогенаты и тритиокарбонаты) и др.

Простейшими серосодержащими присадками являются сульфиды формулы RS_xR, где $x \geq 2$, R – алкил, арил, алкарил, аралкил или другой углеводородный радикал. Моносульфиды RSR обладают относительно слабой противозадирной активностью и в то же время не коррозийны в отношении меди до т-ры 120-150°С. Полисульфиды с $x \geq 3$ коррозийны в отношении меди при 100°С, действуют на сталь аналогично соединениям с «активной» серой.

Дисульфиды и полисульфиды получают реакцией хлорированных углеводородов с сульфидами щелочных металлов. Полисульфиды легко также получить нагреванием дисульфидов с элементарной серой.

Применяются и П.п.м., получаемые осернением элементарной серой олефиновых углеводородов и их полимеров и терпеновых углеводородов. В России производится присадка Т-42, получаемая осернением олефиновых углеводородов.

Противозадирная активность углеводородзамещенных моносульфидов и дисульфидов повышается в ряду заместителей:

фенил < *н*-бутил < *втор*-бутил < *трет*-бутил < бензил < аллил.

Увеличение алкила от C_2 до C_{12} понижает противозадирную активность соединений в рядах ди-*н*-алкилмоносульфидов и ди-*н*-алкилдисульфидов.

В качестве П.п.м. применяют ксантогенатные соединения ROC(S)SMe, к-рые получают реакцией спиртов с сероуглеродом и гидроокисью металлов. Но так как эти соединения токсичны, они находят ограниченное применение.

Присутствие в молекуле серосодержащей присадки карбоксильной или карбо-ксилатной группы повышает адгезионную способность и благодаря этому противозадирную активность присадки. Такой присадкой является осерненное спермацетовое масло, однако в последние годы его заменяют маслами, содержащими углеводород с ненасыщенными связями, – рапсовым, хлопковым или соевым маслом. Осерненные эфиры природных жирных кислот применяют в качестве присадок в индустриальных и трансмиссионных маслах и смазочно-охлаждающих жидкостях.

В качестве П.п.м. рекомендуют применять дитиокарбаматы металлов формулы $[R_2NC(S)S]_nMe$, к-рые отличаются от других серосодержащих присадок присутствием азота.

В качестве хлорсодержащих П.п.м. чаще используют парафины с содержанием хлора от 30 до 70%, получаемые хлорированием твердых парафинов. Хлорированные парафины, имеющие подвижные атомы Cl и H у одних или соседних атомов C, легко отщепляют HCl при нагревании вызывающий коррозию. Отщепление начинается при т-ре 140-150°C, а в присутствии влаги при более низких т-рах вследствие гидролиза.

Хлорсодержащие соединения, имеющие атомы Cl в ароматических ядрах (хлорзамещенные бензола, дифенила и нафталина), обладают значительно меньшей противозадирной активностью, но значительно большей химической стабильностью, чем соединения, содержащие атом Cl у алифатических атомов C.

ПРОТИВОЗАДИРНЫЕ СВОЙСТВА ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК – способность предотвращать заедание и задир поверхностей трения при высоких нагрузках. Однако хорошие противозадирные свойства часто заведомо предопределяют усиленный, но упорядоченный износ поверхностей трения. До сих пор отсутствует строгая теория и общепринятые взгляды на механизм задира поверхностей трения. Также нет общего мнения о значении противозадирных характеристик для смазок, применяемых в обычных условиях. Однако несомненна их важность при использовании смазочных материалов в тяжело нагруженных зубчатых, винтовых и иных передачах, подшипниках скольжения, опорах и т.п.

Для улучшения противозадирных свойств в смазки вводят присадки. При особо тяжелых режимах трения (контактные напряжения до 5000 МПа) используют смазки с антифрикционными добавками типа дисульфида молибдена или графита.

Критерием оценки противозадирных свойств смазочных материалов является индекс задира ($И_з$, Н). Индекс задира оценивают на четырехшариковой машине трения (ЧШМ) в стандартных условиях (ГОСТ 9490 «Материалы смазочные жидкие и пластичные. Метод определения трибологических характеристик на четырехшариковой машине»). Рабочий узел ЧШМ представляет собой пирамиду из четырех шаров диаметром 9,52 мм из стали ШХ-15. Верхний шар вращается с частотой 1460 мин$^{-1}$. Три нижних шара закреплены в чашке неподвижно. Чашку с шарами заполняют испытуемой смазкой. Закрепляют верхний шар в патроне шпинделя и устанавливают чашку так, чтобы нижние и верхний шары соприкасались.

Собрав установку, на 10±0,2 с включают мотор. После остановки снимают нагрузку, разбирают рабочий узел и при помощи микроскопа определяют диаметр пятна износа на одном из нижних шаров. При необходимости измеряют диаметр пятен износа на двух или трех шарах и усредняют результаты. Далее повторяют испытание (заменив шары) при более высокой нагрузке и так до тех пор, пока при очередном испытании не произойдет заедание.

Согласно методике (ГОСТ 9490) $И_з$ рассчитывается по формуле:

$$И_з = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_i \frac{D_г}{D_i}}{n},$$

где P_i – *i*-я нагрузка, значения к-рой берутся по первому нагрузочному ряду (ГОСТ 9490) от 196 Н до значения, соответствующего нагрузке сваривания $P_с$; D_i – средний диаметр пятна износа нижних шариков при P_i, мм; $D_г$ – диаметр зоны упругой деформации шариков по Герцу, мм; n – число испытаний по нагрузочному ряду.

Таким образом $И_з$ – интегральная величина, учитывающая усредненные противозадирные свойства во всем нагрузочном диапазоне от начальной нагрузки, равной 196 Н, до нагрузки, предшествующей $P_с$. В общем случае, чем выше $И_з$, тем лучшие противозадирные свойства в тяжелых режимах трения имеет смазка.

За рубежом для оценки противозадирных свойств смазок также используют ЧШМ (ASTM D 2596) и машину трения «Тимкен» (ASTM D 2509). Оценка противозадирных свойств смазок на ЧШМ за рубежом предусмотрена стандартами

ASTM D 2596, ANSI Z11.278, FTMS 6503, FTMS 6520 и IP 239. Метод FTMS 6503 принципиально сходен с методом ASTM D 2596.

ПРОТИВОИЗНОСНАЯ ПРИСАДКА (ГОСТ 27674) – присадка, препятствующая или уменьшающая скорость или интенсивность изнашивания поверхностей трения.

ПРОТИВОИЗНОСНЫЕ ПРИСАДКИ К МАСЛАМ снижают износ при нагрузках ниже нагрузки начала задира. Основной элемент, обеспечивающий им противоизносную активность, – фосфор. Механизм противоизносного действия фосфорорганических соединений основан на образовании при высоких т-рах на поверхностях трения фосфидов железа и взаимодействии последних с нижележащими слоями железа; при этом образуются низкоплавкие эвтектические смеси, к-рые становятся жидкими в условиях трения и при скольжении стираются. Это эффект так называемого «полирующего действия» фосфорорганических П.п.м.

П.п.м., содержащие только фосфор и не содержащие других элементов, таких как трикрезилфосфат, снижают износ и в небольшой степени повышают противозадирные свойства масел.

Диалкил (или арил) дитиофосфаты, в молекуле к-рых присутствует фосфор и сера, обладают высокими противоизносной активностью и противозадирным действием. Наиболее широко распространены дитиофосфаты цинка, к-рым присуще также противопиттинговое и антиокислительное действие (см. также *Антиокислительные присадки к маслам*). Введение в моторные масла диалкилдитиофосфатов цинка предохраняет поверхности толкателей и кулачков от повышенного износа, *питтинга* и *задиров*. Диалкилдитиофосфаты цинка снижают износ и других частей двигателя – цилиндров, поршневых колец, подшипников.

Трикрезилфосфат, трифенилфосфат и трибутилфосфат были первыми противоизносными присадками, появившимися в 1935–1937 гг. Эти и другие триарил- и триалкиафосфаты получают в результате взаимодействия $POCl_3$ и алкоголята или фенолята щелочного металла.

Противоизносная активность триалкил- и триарилфосфитов выше, чем у соответствующих фосфатов, а алкиловые эфиры более активны, чем ариловые. Фосфитные эфиры получают взаимодействие PCl_3 со спиртами или фенолами в присутствии азотных оснований.

В качестве П.п.м. рекомендованы *диалкилфосфаты, бутилфосфонат*, эфиры дифосфорной кислоты и *триалкилфосфины*; моно- и диалкилфосфиты, производные тиофосфоновых и тиофосфиновых кислот.

Отечественной промышленностью изготавливаются диалкилдитиофосфаты (см. *Антиокислительные присадки к маслам*), *трикрезилфосфат*, цинко-бариевая соль тиофосфоновой кислоты – присадка ЭФО, некоторые типы *алкилфосфитов*.

ПРОТИВОИЗНОСНЫЕ ПРИСАДКИ К ТОПЛИВАМ. Противоизносные присадки к малосернистым реактивным и дизельным топливам в качестве активных компонентов содержат карбоновые кислоты или их производные (эфиры и амиды). Присадки должны обеспечивать необходимый уровень противоизносных свойств топлива, оцениваемый по принятому в Европе (стандарт EN 590 «Diesel fuel. Requirement and methods of test») и России (ТУ 38.401-58-296–2001 «Топливо дизельное автомобильное») методу ASTM D 6079 на стенде HFRR (high frequency reciprocating rig) – стенд с возвратно-поступательными колебаниями пары трения высокой частоты, где стальной шарик под нагрузкой 20 кПа с помощью вибровозбудителя совершает возвратно-поступательные движения с амплитудой 1 мм и частотой 50 Гц по пластине, помещенной в испытуемую среду. Испытания проходят при т-рах 60 и 25°С. Оценивают диаметр пятна износа, образующегося на шарике при трении, к-рый должен быть не более 460 мкм. Для достижения такого эффекта обычно требуется 50-100 ppm присадки. В присутствии других присадок, обладающих высокой поверхностной активностью (депрессорных, промоторов воспламенения), эффективность П.п.т. уменьшается, и требуемая концентрация возрастает до 150-250 ppm.

Принцип действия П.п.т. заключается в образовании прочной пленки на защищаемой поверхности. Пленка состоит из продуктов механохимических превращений присадки на поверхности металла. С этой точки зрения наиболее эффективны присадки, содержащие активные полярные группы.

Ассортимент российских присадок к дизельным топливам составляют две присадки: Альта и Каскад-5, представляющие собой растворы природных карбоновых кислот с добавкой деэмульгатора в среднедистиллятной фракции нефтяного происхождения. В реактивные топлива вводится присадка ДНК, основой к-рой являются дистиллированные нафтеновые кислоты.

ПРОТИВОИЗНОСНЫЕ СВОЙСТВА БЕНЗИНОВ (см. также *Противоизносные свойства топлив*). Для бензинов в эту группу показателей входят кислотность, содержание серы, механических примесей, воды.

ПРОТИВОИЗНОСНЫЕ СВОЙСТВА МОТОРНОГО МАСЛА – комплекс свойств, обеспечивающих уменьшение скорости изнашивания трущихся деталей двигателя. Эти свойства зависят от вязкости масла при максимальной т-ре смазываемых поверхностей, наличия в его составе противоизносных присадок, а также присадок, нейтрализу-

ющих кислоты и предотвращающих, коррозионно-механическое изнашивание.

ПРОТИВОИЗНОСНЫЕ СВОЙСТВА НЕФТЕПРОДУКТОВ – эксплуатационное свойство, характеризующее способность нефтепродуктов предотвращать все виды изнашивания трущихся поверхностей независимо от вида трения (трение скольжения, качения и т.д.).

ПРОТИВОИЗНОСНЫЕ СВОЙСТВА ПЛАСТИЧНОЙ СМАЗКИ – способность препятствовать или снижать скорость или интенсивность изнашивания трущихся поверхностей. По уровню противоизносных свойств мыльные смазки без присадок располагаются в следующий убывающий ряд: Ba > Ca > Na > Li > Al.

Для улучшения противоизносных и противозадирных свойств смазок применяют преимущественно серо-, хлор- и фосфорорганические присадки. Используют их ограниченно и преимущественно в смазках для тяжело нагруженных узлов трения. Связано это прежде всего с сильным воздействием присадок на структуру смазок или с конкуренцией со стороны наполнителей из графита, дисульфида молибдена и ряда других порошкообразных продуктов, обладающих высокими показателями трибологических свойств и не вызывающих сильного изменения структуры смазок или других отрицательных эффектов.

Износ поверхностей трения зависит в первую очередь от удельной нагрузки и скорости скольжения. Критерием оценки противоизносных свойств смазок является показатель износа ($D_и$), измеряемый в мм и оцениваемый при испытании на четырехшариковой машине трения (ЧШМ) в стандартных условиях (ГОСТ 9490). $D_и$ представляет собой среднее значение диаметров пятен износа трех нижних неподвижных шариков, полученное при частоте вращения верхнего шара 1460 мин$^{-1}$ при длительности испытания 60 мин и постоянной нагрузке (т-ра и нагрузка может быть любой, но наиболее часто 20°С и 196 Н). Чем меньше $D_и$, тем лучшими противоизносными свойствами обладает смазка.

При оценке противоизносных характеристик по стандарту ASTM D 2266 смазки испытывают на ЧШМ в течение 60 мин при 75°С и нагрузке 400 Н, измеряя средний диаметр пятна износа.

Иногда для испытаний смазок используют стенды с зубчатыми передачами.

Следует отметить, что оценить противоизносные и противозадирные свойства смазок на стандартных машинах трения можно лишь предварительно, сугубо приближенно.

ПРОТИВОИЗНОСНЫЕ СВОЙСТВА РЕАКТИВНОГО ТОПЛИВА (см. также *Противоизносные свойства топлив*) – способность топлива уменьшать износ работающих в его среде пар трения. Противоизносные свойства оценивают по диаметру пятна износа шаров из стали ШХ15 и критической нагрузке схватывания при их трении скольжения по шайбе в замкнутом объеме (установка УПС-01) или по диаметру пятна износа при трении качения с проскальзыванием на проточном стенде с плунжерным насосом от агрегата НР-21Ф2 реактивного двигателя (метод ВНИИ НП).

Английским стандартом DEF STAN 91 предусмотрено определение противоизносных свойств топлива Jet A-1 по методу ASTM D 5001 на приборе BOCLE. Оценка противоизносных свойств проводится по диаметру пятна износа шара при его трении скольжения по цилиндру. Проведенное сопоставление отечественного на установке УПС-01 и зарубежного на приборе BOCLE методов и нормативных показателей по этим методам показало, что к российским реактивным топливам по противоизносным свойствам предъявляются более жесткие требования, чем к топливу Jet A-1.

ПРОТИВОИЗНОСНЫЕ СВОЙСТВА ТОПЛИВ – эксплуатационные свойства, характеризующие особенности и результаты процессов изнашивания трущихся поверхностей при использовании топлива в технике (ГОСТ 4.25). Характеризуют способность снижения изнашивания трущихся поверхностей. Определяются вязкостью, смазывающей способностью, зависит от компонентного состава топлив.

ПРОТИВОКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА – процессы и средства, применяемые для уменьшения или прекращения коррозии (ГОСТ 5272). Условно различают *постоянную противокоррозионную защиту* и *временную противокоррозионную защиту*.

ПРОТИВОНАГАРНЫЕ СВОЙСТВА МАСЕЛ – способность масел не образовывать отложений на поверхностях деталей в условиях высоких температур. Нагарообразование цилиндровых масел определяется по методу Папок. Сущность метода заключается в выдерживании навески испытуемого масла на диске стандартного лакообразователя при т-ре 290-330°С и определении количества образовавшегося нагара в процентах.

ПРОТИВОПЕННЫЕ ПРИСАДКИ К МАСЛАМ. Многие моторные, индустриальные и трансмиссионные масла склонны к образованию стабильной пены в процессе работы двигателей, узлов и механизмов. Тенденция к образованию пены, усиливающаяся за счет присутствия в масле детергентных, диспергирующих и других присадок, приводит к нежелательному выбросу и потере масла, и снижению эффективности его использования. Чтобы предотвратить образование пены или ускорить ее разрушения, в масло вводят

в небольших количествах П.п.м. – соединения различной структуры, среди к-рых наиболее широко применяются силиконовые полимеры (в России в качестве П.п.м. силиконового типа применяют полиметилсилоксан ПМС-200А). Силиконовые полимеры, обладающие высокой эффективностью при малых концентрациях, имеют в то же время ограниченную растворимость в масле, нестабильны в кислой среде, и при длительном хранении могут выпадать в осадок. Поэтому во многих случаях необходимо применять несиликоновые противопенные агенты, среди к-рых особенно широко распространены полиалкилакрилаты. Используют и другие соединения, включающие эфиры и соли жирных кислот, фосфор, фторированные углеводороды, производные полиспиртов и т.д.

Механизм действия П.п.м. недостаточно изучен. Существует предположение, что они снижают поверхностное натяжение на границе раздела жидкости и воздуха, что приводит к разрушению пузырьков пены.

Эффективность П.п.м. оценивают с помощью стандартного метода испытания ASTM Test D 892 (см. также *Вспениваемость масел*).

ПРОТИВОПЕННЫЕ ПРИСАДКИ К ТОПЛИВАМ (пеногасители) вводят в топливо, когда возможно сильное пенообразование, напр. при его перекачке. Несмотря на то, что пена довольно быстро разрушается, ее образование нежелательно. Рабочие концентрации П.п.т. составляют 10-50 млн$^{-1}$. Чаще всего в качестве П.п.т. используют полисилоксаны. Принцип их действия заключается в том, что они плохо растворяются в углеводородах, но легко образуют дисперсии с частицами размером около 1 мкм. Полагают, что эти частицы встраиваются в перегородки пен и нарушают их целостность. В результате прочность пен резко уменьшается, и они разрушаются, не успев образоваться.

В качестве примера П.п.т. можно назвать ПМС-200А (ОСТ 6-02-20–79).

ПРОТИВОПИТТИНГОВЫЕ ПРИСАДКИ. *Питтинг* – наиболее распространенный вид повреждения поверхностей трения подшипников качения, вызываемый действием переменных нагрузок. В тяжело нагруженных зубчатых передачах, в том числе гипоидных, имеет место сочетание трения скольжения и трения качения, и в них также наблюдается питтинг.

В системах тарелки толкателей клапанов – кулачки распределительного вала двигателя питтинг является основным видом разрушения поверхностей трения. Срок службы тракторных трансмиссий зависит от питтинга поверхностей зубьев шестерен.

Основная причина питтинга – образование межкристаллических трещин в поверхностном слое металла в результате высоких переменных нагрузок и превращение этих трещин в питтинговые язвы вследствие расклинивающего действия смазочного материала. На питтинг большое влияние оказывают конструкционный материал трения и смазочный материал. Присутствие в смазочном материале воды ускоряет начало образования питтинга.

В зависимости от условий эксплуатации пар трения в качестве П.п. используют соединения различного химического состава – диалкилдитиофосфаты цинка – в моторных маслах (присадки А-22, ДФБ-100, ДФ-11 и др.), хлорированные *парафины*, производные *имидазолина*, цинко-бариевую соль моноизобутилового эфира арилдитиофосфиновой кислоты (присадка ЭФО) – в трансмиссионных маслах.

ПРОТИВОРЖАВЕЙНЫЕ ПРИСАДКИ К ТОПЛИВАМ – присадки для снижения опасности электрохимической коррозии, т.е. ржавления черных металлов на границе раздела фаз «топливо–воздух» под действием сконденсировавшейся воды. Композиции П.п.т. обычно представляют собой сочетание ПАВ, действующих по двум механизмам. Одни образуют на поверхности металла прочную адсорбционную пленку, препятствующую воздействию окислителя, другие (эфиры и соли органических кислот и др.) снижают поверхностное натяжение на границе «топливо–вода» и улучшают смачиваемость металлов топливом, благодаря чему вода вытесняется с поверхности металла. Эффективность П.п.т. оценивают двумя методами. **Коррозию в условиях конденсации воды** (ГОСТ 18597) определяют в специальной колбе, в к-рую помещают испытуемое топливо с присадкой, металлическую (стальную или бронзовую) пластинку и в отдельную емкость – воду. Колбу нагревают (для бензинов – до 60°С, для дизельных топлив – до 120°С). При этом вода постепенно испаряется и ее пары насыщают топливо и пространство над ним. Испытание проводят в течение 4 ч, после чего определяют потерю массы пластин в результате коррозии. Определение **коррозии в присутствии электролита** – более жесткий метод, в к-ром вместо воды используется 10%-ный раствор морской соли, вводимый в топливо. В процессе испытаний при 60°С через смесь топлива и воды в течение 4 ч барботируют воздух. При сравнительной оценке защитных присадок вместо топлива берут эталонную смесь ИТ (80% изооктана и 20% толуола). Определяют потерю массы пластин и процент пораженной поверхности.

В России П.п.т. используются в редких случаях, несмотря на большой ассортимент (**табл. П-21**).

П-21. Ассортимент отечественных противоржавейиых присадок к топливам

Марка присадки	Состав
ХК	Композиция: 1) алкенилянтарной кислоты и 2) эфира алкилбензолсульфокислоты и диметилолмочевины
БК	Композиция: 1) алкенилянтарной кислоты и 2) соли алкилсульфокислоты и мочевины
БМП	50%-ный раствор алкиларилсульфамида мочевины (полученного сульфированием масла АС-6 с последующей нейтрализацией аммиачным раствором мочевины) в дизельном топливе
БМП-А	Соли сульфокислот, полученных сульфированием синтетических алкилбензолов и мочевины
АКОР-1	Продукты нитрования нефтяных масел, обработанные гидроксидом кальция с добавкой 10% технического стеарина
МОБИИН-3	Модификация АКОР-1
НГ-203	Смесь сульфоната кальция (КСК) и окисленного петролатума в нефтяном масле
СИМ	Сукцинимид мочевины

ПРОТИВОРЖАВЕЙНЫЕ СВОЙСТВА МОТОРНЫХ МАСЕЛ (ISO 4378/3–1983) – способность препятствовать ржавлению, обусловленная наличием в составе масла противоржавейных присадок.

ПРОТИВОСКАЧКОВЫЙ ЭФФЕКТ – см. *Индустриальные масла для направляющих скольжения*.

ПРОТИВОТУМАННЫЕ СВОЙСТВА СОТС – см. *Туманообразование при эксплуатации СОТС*.

ПРОТИВОТУРБУЛЕНТНЫЕ ПРИСАДКИ К ТОПЛИВАМ – присадки для обеспечения ламинарного режима движения топлива при перекачивании по трубопроводу. При определенных значениях плотности, скорости движения потока и характеристиках трубопровода спокойное ламинарное движение переходит в турбулентное, обусловленное пульсациями давления в пристеночной области. Это создает дополнительное сопротивление, к-рое при использовании маловязких жидкостей составляет до 80% от общего гидравлического сопротивления. Соответственно возрастают затраты энергии на перекачивание. Характеристикой потока жидкости в трубопроводе служит число Рейнольдса Re, определяемое по формуле, учитывающей плотность жидкости ρ, ее динамическую вязкость η, скорость движения потока ν и диаметр трубопровода D: $\mathbf{Re}=\rho\nu D/\eta$. Чем больше Re, тем течение ближе к турбулентному. Переход от ламинарного течения к турбулентному происходит при $Re\approx2500$. П.п.т. представляют собой линейные полимеры с высокой молекулярной массой – сотни тысяч и миллионы а.е.м. Длинные нитевидные молекулы располагаются вдоль движения жидкости и сглаживают пульсации давления. В общем случае, чем выше молекулярная масса полимера, тем эффективнее присадка. Рабочие концентрации П.п.т. строго ограничены в пределах 0,001-0,01%: при меньших концентрациях П.п.т. малоэффективны, а при больших – их макромолекулы теряют линейную форму, сворачиваясь в глобулы, что также приводит к снижению их эффективности.

ПРОТОЧНАЯ СМАЗОЧНАЯ СИСТЕМА – система, в к-рой смазочный материал непрерывно или периодически принудительно подводится к поверхности трения и не возвращается.

ПРОЧНОСТЬ ЛАКОВОЙ ПЛЕНКИ – способность формовочной жидкости предотвращать налипание изделия на форму при высоких т-рах путем образования лаковой пленки. Оценивается по минимальному усилию, вызывающему ее разрушение. Лаковую пленку получают путем выдерживания при высокой т-ре жидкости, предварительно нанесенной на металлический клин.

ПРОШПАРОЧНАЯ И ЗАЛИВОЧНАЯ МАССЫ ДЛЯ КАБЕЛЕЙ СВЯЗИ (ТУ 38.101329–78) – композиция твердых парафинов, индустриального масла и канифоли с добавками пчелиного воска и низкомолекулярного *полиизобутилена* или без них. Применяют при монтаже кабелей связи (телефон, телеграф, радио). Предназначены для прошпарки бумажной изоляции жил, применяют при монтаже или исправлении повреждений кабеля связи. В зависимости от применения устанавливаются две марки МКП и МКС-6. Марка МКП предназначена для прошпарки бумажной изоляции жил, ее применяют при монтаже и или исправлении повреждений кабеля связи. Масса МКС-6 предназначена для заливки газонепроницаемых муфт на кабелях с кордельно-бумажной, воздушно-бумажной и хлопчатобумажной изоляцией.

ПРОШПАРОЧНЫЕ КОМПОЗИЦИИ – композиции для герметизации разъемных соединений, заливки кабельных муфт и прошпарки кабельной изоляции. (См. также *Прошпарочная и заливочная массы для кабелей связи*; *Заливочные и прошпарочные композиции*).

ПРЯМОГОННОСТЬ ОСТАТОЧНЫХ ТОПЛИВ – см. *Стабильность (прямогонность) остаточных топлив*.

ПУСКОВОЙ ИЗНОС – износ деталей двигателя в процессе его пуска.

ПУСКОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОТОРНОГО МАСЛА – см. *Прокачиваемость моторного масла*.

ПЭТ – пентаэритритовый эфир смеси жирных кислот C_5-C_9.

pH (англ.) **ВОДНОЙ ВЫТЯЖКИ АКТИВНЫХ УГЛЕЙ.** Благодаря содержанию минеральных компонентов и присутствию поверхностных кислородных соединений углерода активные угли могут оказывать большое влияние на pH водных систем. Определение этой величины нередко является важным критерием при выборе активных углей, т.к. последние часто применяются для обработки веществ, чувствительных к pH. Для определения pH водной вытяжки по ГОСТ 4453 уголь кипятят в дистиллированной воде в течение определенного времени. После отстаивания раствор депонируют и определяют его pH электрометрическим методом с помощью стеклянного электрода.

p-SERIES (англ.) **ТОПЛИВО** – биотопливо для двигателей с искровым зажиганием, разработанное в Принстонском университете США. Представляет собой смесь этанола, метилтетрагидрофурана (МТГФ), углеводородов C_5. В зимние сорта вводится *н*-бутан. Не нефтяные компоненты составляют 63,8–69,8%. Для их получения можно использовать возобновляемое сырье – сельскохозяйственные, древесные и бумажные отходы. ОЧи=87÷93, отмечены положительные результаты испытаний по экологическим свойствам.

РАБОТАВШЕЕ МАСЛО – масло, характеристики к-рого изменились в процессе применения и к-рое пригодно для рециркулирования. (ISO/ОКМС-1998/1).

РАБОТОСПОСОБНОЕ СОСТОЯНИЕ МОТОРНОГО МАСЛА характеризуется тем, что все показатели предельного состояния не превышают значений, установленных нормативными документами как браковочные, означающие отказ масла. В работоспособном состоянии масло выполняет все функции и, таким образом, обеспечивает безопасную работу двигателя с заданными технико-экономическими характеристиками.

РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ПРИБОРНЫХ МАСЕЛ на 5-шариковой машине трения определяют как и для других масел. Однако нагрузки, выбираемые из ряда, предусмотренного в ОСТ 38.01416–86 должны быть меньше, что по контактным условиям более отвечает требованиям, предъявляемым к приборным маслам.

РАБОЧАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ СОТС – концентрация водосмешиваемой СОТС в воде, при к-рой обеспечиваются все необходимые эксплуатационные требования и эффективное ведение процесса механической обработки металлов. Для каждого процесса механической обработки металлов с учетом условий его проведения выбирается своя оптимальная рабочая концентрация, к-рая постоянно контролируется и поддерживается на заданном уровне. Определяется рабочая концентрация рефрактометрическим методом по изменению общей щелочности или содержанию определенного компонента, для эмульсий также используются реагентные методы разложения, например серной кислотой или электролитами и др.

РАБОЧЕ-КОНСЕРВАЦИОННЫЙ ГОРЮЧЕ-СМАЗОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ – ГСМ, одновременно выполняющий основную рабочую функцию и временную противокоррозионную защиту (ГОСТ 9.103) (см. также *Классификация горюче-смазочных материалов по их защитным свойствам*).

Примечание. Рабоче-консервационные ГСМ включают: рабоче-консервационные масла, рабоче-консервационные смазки, рабоче-консервационные топлива.

РАБОЧИЙ ГОРЮЧЕ-СМАЗОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ – см. *Классификация горюче-смазочных материалов по их защитным свойствам*.

РАДИКАЛЫ СВОБОДНЫЕ – химические частицы с неспаренными электронами на внешних орбиталях. Р.с. обладают высокой реакционной способностью. При обработке металлов на вновь образуемых поверхностях происходит физическая и химическая адсорбция активных компонентов СОТС, их термодеструкция, химическое разложение и превращение с образованием Р.с., к-рые вступают в *химическую связь* с поверхностными слоями обрабатываемого и инструментального материалов, образуя модифицированные слои (химические пленки) с понижением сопротивления сдвигу. Кроме того, образованные хемосорбционные слои уменьшают адгезию инструмента к обрабатываемой поверхности заготовки и к опорной стороне снимаемой стружки.

РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫЕ СОСТАВЫ, СОСТАВЫ ДЛЯ СКЛЕИВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ И ЗАДЕЛКИ ДЕФЕКТОВ МОДЕЛИ – применяют на предприятиях машиностроения при точном литье по выплавляемым моделям. В состав этих композиций наряду с твёрдыми углеводородами вводят компоненты с повышенной адгезией, напр. *полиизобутилен, атактический полипропилен* и др. – см. *Модельный восковой состав МВС-3А, Модельный восковой состав МВС-15*.

РАЗЖИЖЕНИЕ МАСЛА ТОПЛИВОМ обусловлено неисправностями в системе подачи топлива, нарушениями процесса сгорания, разрегулированием карбюратора (переобогащение рабочей смеси). Следствием разжижения масла топливом являются снижение *т-ры вспышки* масла, уменьшение его *вязкости* и *стойкости к окислению*, ухудшение *смазывающей способности*. Нижний предел вязкости работавшего масла и т-ры вспышки входят в число *показателей предельного состояния моторного масла*.

РАКЕТА – летательный аппарат, движущийся вследствие отбрасывания высокоскоростных горячих газов, создаваемых реактивным (ракетным) двигателем. Мощную космическую ракету движет сила реакции газов, вытекающих из сопла. Вырываясь огненным столбом из ракетного двигателя, они толкают сам двигатель и все, что с ним конструктивно связано, в противоположном направлении.

Принципиальное отличие любого реактивного двигателя (ракетные двигатели – могучая ветвь обширного семейства реактивных двигателей, двигателей прямой реакции) состоит в том, что он непосредственно вырабатывает движение, сам приводит в движение связанный с ним транспортный аппарат без участия промежуточных агрегатов – движителей. Масса, к-рую реактивный двигатель отбрасывает назад и получает, благодаря этому, движение вперед, находится в нем самом. Она называется рабочим телом, или рабочим веществом двигателя. Обычно раскаленные газы, работающие в двигателе, образуются при сгорании топлива, т.е. при химической реакции бурного окисления горючего вещества. Химическая энергия сгорающих веществ преобразуется при этом в тепловую энергию продуктов сгорания, а тепловая за счет расширения горячих газов в сопле – в механическую энергию поступательного движения ракеты или реактивного самолета. Энергия, используемая в этих двигателях, – результат химической реакции, поэтому их называют химическими (термохимическими) ракетными двигателями.

В ядерных ракетных двигателях рабочее вещество должно получать энергию за счет теплоты, выделяемой при реакции ядерного распада или синтеза. В некоторых типах электроракетных двигателей рабочее вещество разгоняется и вовсе без участия теплоты благодаря взаимодействию электрических и магнитных сил. Однако в наши дни основа ракетной техники — химические ракетные двигатели.

Не все реактивные двигатели пригодны для космических полетов. Большой класс этих машин, так называемые воздушно-реактивные двигатели, используют для окисления горючего воздух окружающей среды. Естественно, они могут работать только в пределах земной атмосферы и использоваться для низколетящих ракет военного назначения. Для работы в космосе используют два типа ракетных термохимических двигателей: ракетные двигатели твердого топлива (РДТТ) и жидкостные ракетные двигатели (ЖРД). В них топливо содержит в себе все, что нужно для горения: горючее и окислитель. В РДТТ топливо представляет собой твердую смесь необходимых веществ, в ЖРД горючее и окислитель хранятся в жидком виде, обычно в отдельных баках, а воспламенение происходит в камере сгорания, где горючее смешивается с окислителем. Поскольку ракета несет на борту все необходимое для создания реактивной струи газа, она – единственно эффективное средство транспортирования грузов в вакууме космического пространства и одно из наиболее эффективных средств доставки боевого заряда при военных действиях. Ни один из существующих типов ракет не является универсальным (**рис. Р-1**).

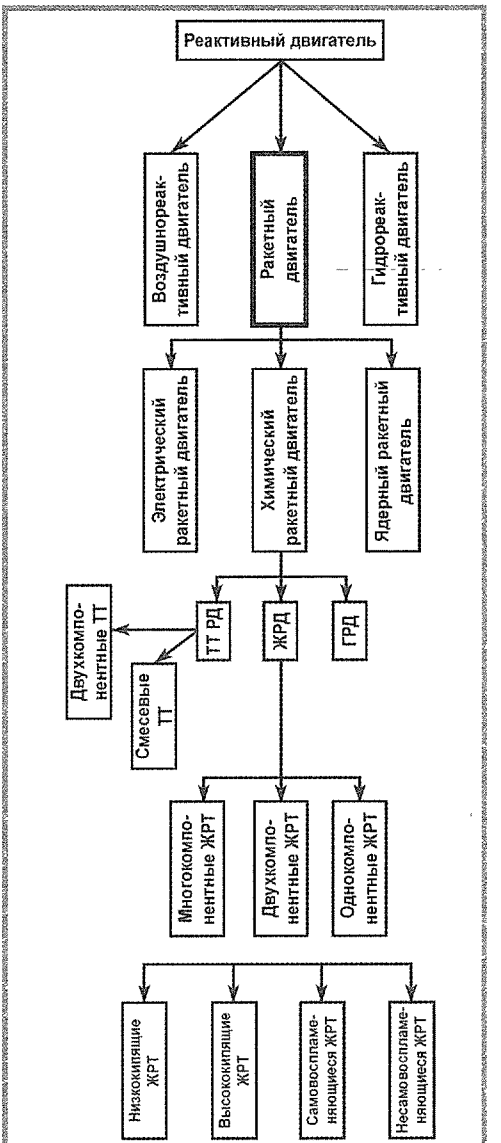


Рис. Р-1. Классификация ракетных двигателей и топлив

РАКЕТНОЕ ТОПЛИВО (РТ) – вещество или совокупность веществ, используемых в ракетных двигателях (РД) в качестве источника энергии и рабочего тела для создания движущей силы. РТ должно характеризоваться высоким удельным импульсом (тяга РД при расходе 1 кг топлива в секунду), высокой плотностью, стабильностью, совместимостью с конструкционными материалами, а также быть безопасным в обращении, нетоксичным, иметь сырьевые ресурсы и др. Кроме того, компоненты топлива должны находиться в требуемом агрегатном состоянии в условиях эксплуатации.

Классификация РТ. По источнику получаемой энергии различают следующие виды топлива.

Химические. Необходимая для работы ракетного двигателя энергия выделяется в результате химических реакций, а образующиеся при этом газообразные продукты служат рабочим телом, т.е. обеспечивают при расширении в сопле РД преобразование тепловой энергии химических превращений в кинетическую энергию потока, истекающего из сопла РД. По числу раздельно хранящихся компонентов химические РТ делятся на одно-(унитарные), двух-, трех- и многокомпонентные.

Нехимические. Энергия внутриядерных превращений или электрическая энергия (напр., в ядерном или электрическом ракетном двигателе) передается специальному веществу – рабочему телу или его источнику. Удельный импульс нехимических РТ зависит от термодинамических свойств и допустимой рабочей т-ры рабочего тела, затрат энергии на создание тяги. По удельному импульсу нехимические РТ могут значительно превосходить химические.

Большинство существующих ракетных двигателей работает на химических топливах. Удельный импульс (основная энергетическая характеристика) определяется количеством выделившейся при реакции окисления, разложения или рекомбинации теплоты (теплотворность РТ) и химическим составом продуктов реакции, от к-рого зависит полнота преобразования тепловой энергии в кинетическую энергию потока (чем ниже ММ топлива, тем выше удельный импульс).

По агрегатному состоянию раделяют:

• *жидкое ракетное топливо*;

• твердое ракетное топливо (см. *Ракетное топливо твердое*);

• гибридное ракетное топливо – двухкомпонентное, в к-ром компоненты находятся в различных агрегатных состояниях; все компоненты жидких и твердых ракетных топлив можно использовать как компоненты гибридных;

• *желеобразное ракетное топливо*, в т.ч. тиксотропное, т.е. загущенное желеобразное, вязкость к-рого резко снижается при наличии градиента давления;

• псевдожидкое ракетное топливо; состоит из порошкообразных веществ, вдуваемых в двигатель: окислитель вдувается кислородом, горючее – водородом.

Агрегатное состояние топлива определяет конструкцию ракетного двигателя, его характеристики и область рационального применения. Наибольшее применение получили жидкие и твердые ракетные топлива.

РАКЕТНОЕ ТОПЛИВО ТВЕРДОЕ. В России применение твердых ракетных топлив следует отнести к 1680 г., когда в Москве было организовано «ракетное заведение» для производства фейерверочных ракет. В 1814–1817 гг. были проведены летные испытания пороховых боевых ракет И.К.Картмазова и А.Д.Засядко. Дальность полета достигла 2690 м.

1826 г., 30 марта – решением военного министерства было создано Петербургское постоянное ракетное заведение для массового производства военных ракет (просуществовало до 1864 г.)

1881 – Н.И. Кибальчич создает проект воздухоплавательного прибора, представляющего собой пилотируемый пороховой ракетный летательный аппарат.

Новая история ракетных снарядов начинается со Второй мировой войны, когда в разработанных ракетных установках «Катюша» был применен бездымный нитроглицериновый порох, изобретенный А.Нобелем.

Твердые ракетные топлива (ТРТ) представляют собой гомогенную смесь компонентов (двухосновные коллоидные) или монолитную гетерогенную композицию (смесевые топлива). Работа над твердыми смесевыми топливами, состоящими из перхлората или нитрата аммония, алюминия, каучука и других добавок, была начата в 1947 г. в Калифорнийском технологическом институте, США.

Ракеты на твердом топливе, в отличие от ракет на жидком топливе, не требуют заправки перед стартом и всегда готовы к применению. Запуск твердотопливных ракетных двигателей, особенно в условиях низкого давления и состояния невесомости, надежнее, чем жидкостных. Запуск их с судов ВМФ и подводных лодок безопаснее, чем ракет, снаряженных жидким топливом.

В настоящее время взрывчатые вещества, порох, ТРТ и пиротехнические составы широко применяются в военных целях и различных отраслях промышленности как высококонцентрированный и экономичный источник энергии. Массовые взрывы проводятся для вскрытия месторождений полезных ископаемых. Успехи в освоении космического пространства в значительной мере

связаны с развитием твердотопливной ракетной техники. В связи с конверсионными процессами в военной промышленности идет поиск применения этих источников в новых направлениях, напр. в средствах аварийного спасения и в противопожарной технике.

Классификация ТРТ. Существуют два важнейших класса твердых топлив: *двухосновное твердое ракетное топливо (коллоидное)* и *смесевое твердое ракетное топливо (гетерогенное)*.

РАКЕТНОЕ ТОПЛИВО ТВЕРДОЕ БАЛЛИСТИТНОЕ – см. *Двухосновное твердое ракетное топливо (коллоидное)*.

РАСКОНСЕРВАЦИЯ – комплекс операций по удалению *средств временной противокоррозионной защиты* (ГОСТ 9.103 ЕСЗКС). Способы и средства Р. выбирают в зависимости от применяемых вариантов *противокоррозионной защиты*, а также с учетом их влияния на эксплуатационные параметры изделий. При этом используют: протирание ветошью, смоченной маловязкими маслами или растворителями; погружение в растворители, промывание горячей водой или моющими растворами с последующей сушкой; оплавление смазки в специальных камерах; механическое удаление покрытий; разгерметизацию и удаление тары, чехлов, изоляционных материалов, демонтаж системы динамического осушения воздуха и т.д.

Р. наружных и внутренних поверхностей изделий не проводят, если средства временной противокоррозионной защиты не влияют на его эксплуатационные параметры.

РАСПЛАВЫ МЕТАЛЛОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В КАЧЕСТВЕ ЖИДКИХ СОТС. При сверлении коррозионно-стойких и жаропрочных сплавов в качестве жидких СОТС используются расплавы эвтектики олово – цинк. Эта среда уменьшает интенсивность изнашивания инструмента и существенно снижает удельную работу резания. При обработке титана и его сплавов применяются расплав кадмия и смесь расплавов висмута, олова, цинка с кадмием, а также расплавов их солей.

Использование жидких металлов в условиях массовой обработки металлов крайне затруднено, т.к. требует решения ряда инженерно-конструкторских задач, связанных с подогревом среды и обеспечением минимально необходимой подачи расплава в зону резания.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОКТАНОВОГО ЧИСЛА ПО ФРАКЦИЯМ (ГОСТ 26370) – показатель *детонационной стойкости*, включенный в КМКО. В зависимости от способа определения различают: ОЧ распределения; ОЧ фракции, выкипающей до 100°С; коэффициент распределения детонационной стойкости.

ОЧ распределения (ОЧр). Определяется ОЧ легкой фракции бензина, отделенной от тяжелой с помощью специальных вставок во впускном трубопроводе одноцилиндровой установки.

ОЧ фракции, выкипающей до 100°С ($ОЧи_{100}$). Определяется ОЧ предварительно отогнанной легкой фракции бензина. Этот показатель нормируется: для бензинов А-76 и АИ-80 – не менее 70; для АИ-91, АИ-92, АИ-93 – не менее 80; для АИ-95 – не менее 82; для АИ-98 – не менее 85.

Коэффициент распределения детонационной стойкости ($K_{рдс}$) – отношение ОЧи фракций бензина, выкипающих до 100°С ($ОЧи_{<100}$) и выше 100°С ($ОЧи_{>100}$):

$K_{рдс}=ОЧи_{<100}/ОЧи_{>100}$.

Чем ближе $K_{рдс}$ к единице, тем равномернее распределение детонационной стойкости по фракциям, от к-рой зависит значение дорожного ОЧ. Норма $K_{рдс}$ для всех марок бензинов – не менее 0,78.

РАСТВОРИМОСТЬ ВОДЫ В БЕНЗИНЕ – показатель стабильности. Оценивается количеством воды (% масс.), к-рая может раствориться в бензине. В зависимости от температурных условий и состава бензина в нем растворяется от тысячных до сотых долей процента воды. В присутствии этилового спирта в бензине растворимость воды повышается и достигает десятых долей процента.

РАСТВОРИМОСТЬ И ХИМИЧЕСКАЯ СТОЙКОСТЬ НЕФТЯНЫХ БИТУМОВ. Нефтяные битумы растворимы в большинстве органических растворителей, кроме низкомолекулярных спиртов. Растворители по отношению к асфальтосмолистым веществам, входящим в состав битумов можно разделить на три группы. К первой относятся ароматические растворители, четыреххлористый углерод и сероуглерод с высокой растворяющей способностью (83-90%) и практически нулевой избирательностью к асфальтенам. Ко второй – хлороформ и трихлорэтилен с высокой растворяющей способностью и выраженной избирательностью. К третьей – алифатические углеводороды C_5-C_8, низшие алифатические спирты и ацетон с умеренной растворяющей способностью и резко выраженной отрицательной избирательностью. По растворимости можно судить о зольности, содержании карбенов, карбоидов, механических примесей. Растворимость битумов нормируется не ниже 99%.

Чем тверже нефтяные битумы, тем выше их сопротивляемость к действию химических реагентов. Мягкие битумы с высоким кислотным числом подвергаются действию разбавленных щелочей. При обычной т-ре битумы обладают высокой химической стойкостью, но при 150°С и выше вступают в реакции с кислородом, серой, хлором и нек-рыми др. веществами. Это свойство используют для получения различных сортов би-

тумов. При нормальной т-ре битумы применяют для защиты материалов от кислот и водных растворов неорганических солей. Битумы устойчивы к воздействию разбавленных кислот, но могут взаимодействовать с концентрированными (за исключением HCl, к-рая даже концентрированная инертна по отношению к битуму). Скорость диффузии воды в битум чрезвычайно мала. Водопоглощение битума при продолжительном выдерживании его в воде не превышает 1-3%. Водопроницаемость битумов значительно ниже, чем каучука и многих пластмасс. Методика определения содержания воды в битуме приведена в ГОСТ 2477, водорастворимых соединений – в ГОСТ 11510.

РАСТВОРИМОСТЬ ПЛАСТИЧНОЙ СМАЗКИ В ВОДЕ определяется в основном природой загустителя. Подавляющее большинство загустителей в воде нерастворимо. Исключение составляют нек-рые мыла. В порядке уменьшения растворимости в воде мыла (по катионам) располагаются следующим образом: K>Na>Li>Mg>Ca>Hg>Pb>Al. С увеличением длины цепи аниона карбоновой кислоты растворимость мыла и соответствующей смазки в воде уменьшается. Практически только смазки на натриевых и калиевых мылах хорошо растворяются в воде. Растворимость смазок на смешанных гидрофильных (натриевых и калиевых) и гидрофобных мылах зависит от соотношения этих компонентов. Количественные методы оценки Р.п.с.в. отсутствуют. Качественно Р.п.с.в. определяют по изменению внешнего вида (полный или частичный распад) комка смазки в холодной (24 ч при 20°С) или кипящей (1 ч) воде. Испытание в кипящей воде к углеводородным и др. смазкам, имеющим т-ру плавления ниже 100°С, неприменимо.

РАСТВОРИТЕЛИ – химические соединения или их смеси, способные растворять. Разделяют на неорганические (важнейший из них – вода) и органические (*бензол*, *хлороформ*, *ацетон*, спирты, эфиры и др.). Наиболее распространены смеси органических веществ, используемые как Р., – *бензин*, скипидар, *сольвент*, *уайт-спирит*. Большинство органических Р. – летучие горючие, иногда токсичные жидкости, образующие с воздухом взрывоопасные смеси. При работе с такими Р. необходимо соблюдать правила техники безопасности и противопожарной охраны.

РАСТВОРЫ – жидкие гомогенные системы, состоящие из двух или более компонентов, состав к-рых в определенных пределах может изменяться. Р. отличаются однородностью. Содержание компонентов в Р. характеризуется его концентрацией. Базовый компонент или преобладающий называют *растворителем*, остальные – растворенными веществами.

РАСТВОРЯЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ БАЗОВОГО МАСЛА характеризует его способность образовывать истинный или стабильный коллоидный раствор с вводимыми в него присадками.

РАСТИТЕЛЬНЫЙ СМАЗОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ (ГОСТ 27674) – смазочный материал, жидкая основа к-рого имеет растительное происхождение.

РАСТЯЖИМОСТЬ НЕФТЯНОГО БИТУМА (ДУКТИЛЬНОСТЬ) – способность битума растягиваться в нить. Определяется расстоянием, на к-рое битум можно вытянуть в нить до ее разрыва. Наиболее высокой растяжимостью характеризуются дорожные битумы. Чем выше растяжимость тем лучше прилипаемость к сухим поверхностям при нанесении на них расплавленного материала. О качестве дорожных битумов нельзя судить только по данному показателю, поскольку условия проведения испытаний и реальные нагрузки и скорости деформации дорожных покрытий несопоставимы. Растяжимость при 25°С имеет максимальное значение при переходе от состояния ньютоновской жидкости к структурированной жидкости. Чем больше течение материала отклоняется от ньютоновского, тем меньше его растяжимость при 25°С, но выше при пониженных т-рах, что в условиях реального дорожного строительства имеет важное практическое значение. Растяжимость не относится к числу функциональных прогностических показателей дорожных нефтяных битумов, поэтому нормами EN 12591 они исключены из числа обязательных к определению. Растяжимость определяют по ГОСТ 11505. Условия определения растяжимости строго стандартизированы и являются общими для ГОСТ 11505, IP 515, IP 516, IP 520, EN 13398, EN 13589, EN 13703, ASTM D 113, ASTM D 5892, ASTM D 6084, JIS K2207, AASHTO T 51, AASHTO N 300, AASHTO T 301.

РАСХОД МАСЛА НА СМЕНУ равен отношению вместимости *смазочной системы двигателя* к *назначенному ресурсу масла* или наработке двигателя между сменами масла по его состоянию, т.е. от момента заправки двигателя *свежим маслом* до наступления *отказа масла*.

РАСХОД МАСЛА НА УГАР обусловлен переносом масла *поршневыми кольцами* со стенок цилиндра в камеру сгорания и испарением легких фракций масла при нагреве. Обычно утечки масла через уплотнения и из турбокомпрессора включают в Р.м.у. Величину Р.м.у. в условиях эксплуатации выражают в литрах на 1000 км пробега или в процентах от расхода топлива, реже в массовых единицах на время работы двигателя. При стендовых испытаниях двигателей Р.м.у. выражают в г/(кВт·ч) или в килограммах за все время опыта или за определенный период. Для современных двигателей расход на угар 0,15-0,30 г/(кВт·ч).

РАСХОД МАСЛА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЙ – сумма *расхода масла на угар* и *расхода масла на смену*.

РАСШИРЕНИЕ – увеличение линейных размеров или объема вещества при нагреве. Это явление является прямо противоположным *усадке* (контракции) при охлаждении вещества. Различают расширение в парообразном, твердом или жидком состояниях без изменения фазового состояния, т.е. без плавления, и расширение при плавлении и испарении вещества. При расширении без плавления и испарения линейные размеры и объем вещества увеличивается равномерно, по мере роста т-ры. При расширении с плавлением и испарением *парафины*, *церезины*, *парафиновые композиции* и др. *твердые углеводороды* претерпевают фазовый переход в кристаллическом состоянии, затем плавятся и испаряются. При этом происходит резкое расширение вещества.

РАСШИРЕННЫЙ ГРАФИТ получают пропиткой при перемешивании природного или искусственного графита различными реагентами: концентрированными H_2SO_4, HNO_3, бихроматами натрия или калия, $FeCl_2$, $CrCl_3$ и др., к-рые при контакте с графитом образуют соединения внедрения или слоистые соединения. В зависимости от условий (время, т-ра, концентрация, размер частиц) достигается различная степень пропитки. После гидролиза и сушки пропитанный графит быстро нагревают до 600-1000°С (тепловой удар). При этом межслоевые связи взрывообразно разрываются и освобождаемые газы расширяют кристаллическую решетку графита в направлении, перпендикулярном плоскости слоев, более чем в 10 раз, и частицы приобретают вермикулярную структуру. Удельная поверхность возрастает до 200 м²/г. Для получения смазок требуется 5-15% масс. Р.г.

РЕАКТИВНОЕ ТОПЛИВО – см. *Топливо для реактивных двигателей*.

РЕАКТИВНОСТЬ – экологический показатель, характеризующий склонность паров летучих соединений автомобильных бензинов и продуктов их сгорания к фотохимическим реакциям с оксидами азота и образованием озона, а в итоге – смога. Сравнительную оценку проводят облучением на специальном стенде в регламентированных условиях. Результаты используют при обосновании экологических ограничений состава автомобильных бензинов, в частности, легких олефиновых углеводородов.

РЕАКЦИЯ ЭТЕРИФИКАЦИИ – взаимодействие кислот и спиртов, сопровождающееся выделением воды, в рез-те к-рого образуются сложные эфиры.

РЕГЕНЕРАЦИЯ ЖИДКИХ СОТС – восстановление исходных физико-химических свойств функционирующей или отработанной СОЖ. При Р.ж. СОТС выполняют операции обезжиривания и нейтрализации, восстановления водной фазы, обезвоживания масляных СОЖ, внося в них концентраты, эмульсолы, присадки различного назначения. Р.ж. СОТС отработанных жидкостей проводят на предприятиях, где они используются, или на специализированных предприятиях.

Р.ж. СОТС на машиностроительных предприятиях проводится с целью их повторного использования при обработке металлов резанием или по др. назначению.

Регенерация масляных СОТС. В условиях предприятия-потребителя масляные СОТС регенерируют физическими и химическими методами, к-рые основаны на очистке СОТС путем отстоя, фильтрации, центрифугирования и восстановления свойств СОТС нагреванием, добавлением к нему порции свежего СОТС и, при необходимости, пакета присадок.

Отстаивание – наиболее простой и доступный метод очистки масляных СОТС. Отработанную жидкость собирают в отдельную емкость (отстойник), снабженную сетчатым фильтром для удаления крупных механических примесей. При этом жидкость необходимо подогреть до 70-80°С, снизив ее вязкость, так как при меньшей вязкости твердые частицы отделяются значительно быстрее. С целью пастеризации жидкость 2-3 ч выдерживают при 70-80°С. При содержании в продукте воды т-ру повышают до 100°С и поддерживают ее на этом уровне до полного удаления влаги. При нагревании нельзя допускать местного перегрева, в результате к-рого может произойти терморазложение входящих в состав СОТС присадок, а также выброс масла из-за вскипания воды (отработанную жидкость в емкости нагревают с помощью паровых змеевиков или электронагревателей при перемешивании). Затем СОТС отстаивают 6-10 ч. Конструкция отстойника должна позволять периодически удалять со дна отстоявшийся осадок. СОТС отбирают из верхних очищенных слоев отстойника с помощью шарнирного приемного трубопровода, снабженного шаровым поплавком. Затем СОТС центрифугируют. После отстаивания или центрифугирования СОТС пропускают дополнительно через фильтр и сливают в чистую емкость, куда для восстановления свойств вводят свежую жидкость в количестве, обеспечивающем содержание активных элементов (серы, фосфора, хлора и др.) на уровне требований технических условий на СОТС (примерно 20-30% масс.).

Если Р.ж. СОТС после добавления к ней 20-30% масс. свежей СОТС имеет высокое кислотное число или оказывает коррозионное действие на черные металлы, то в ее состав вводят высокощелочной сульфонат кальция (2-10% масс.). Затем

СОТС анализируют и при положительных результатах анализа повторно используют по назначению.

Выбор конструкции отстойника, фильтров, типа сепаратора и режима работы установки диктуется степенью необходимой очистки СОТС, условиями производства и экономической целесообразностью.

Если регенерированная СОТС по основным эксплуатационным свойствам уступает свежей, то в нее добавляют пакет присадок, состав которого определяется разработчиком или изготовителем жидкости, или используют на менее тяжелых операциях резания металлов. Если повторное применение регенерированной СОТС невозможно (резкий запах, высокое кислотное число, коррозионное действие на металлы) ее необходимо по возможности утилизировать или передать специализированному предприятию для переработки.

Обычная Р.ж. СОТС представляет собой сложный процесс, состоящий из шести стадий (**табл. Р-1**).

Р-1. Стадии обычной регенерации на НПЗ отработанных масляных СОТС и масел, выделенных из отработанной эмульсии

Стадия	Назначение	Процесс
1	Глубокое удаление воды и механических примесей	Осаждение
2	Удаление низкокипящих фракций и остаточной воды	Атмосферная перегонка до т-ры около 250°С
3	Удаление продуктов окисления и присадок	Сернокислотная очистка с последующей нейтрализацией известью
4	Удаление кислого гудрона	Слив, фильтрование
5	Разделение на один или два маловязких дистиллята и остаток	Вакуумная перегонка (8-10 кПа)
6	Отбеливание и стабилизация фракции	Очистка отбеливающей глиной

Кроме обычной регенерации масел разработаны др. процессы, напр., фирмы «Meinken» (Германия), Французского института нефти (ФИН), фирмы «Snamprogetti» (Италия) и процесс КТИ (Голландия). Они различаются технологическими стадиями, трудозатратами, качеством регенерированного масла и др. особенностями.

Регенерированные масла (обычно 2-3 фракции) по качеству практически не отличаются от товарных. На их основе могут быть приготовлены моторные, гидравлические или трансмиссионные масла, водосмешиваемые или масляные СОТС.

Регенерация водосмешиваемых СОТС. Отработанные водосмешиваемые СОТС содержат металлические частицы, продукты термодеструкции компонентов СОТС, грибные образования и продукты жизнедеятельности бактерий масла, вытекающие из гидравлических ситем, и др.

Регенерация водосмешиваемых СОТС – процесс многостадийный. Сначала из отработанной жидкости отстоем и фильтрацией удаляют механические загрязнения. В отличие от масляных СОТС подогрев жидкости на этих стадиях не требуется. Затем удаляют инородное минеральное масло выделением в маслоотделителе или с помощью полимерных флоккулянтов, незначительное содержание к-рых способствует отделению масла, не влияя на физико-химические свойства СОТС. Производится обеззараживание СОТС от биопоражения путем добавления биоцидных и фунгицидных присадок или с использованием механических или физических методов обеззараживания, например с использованием ультразвука, магнитной или термообработки и т.п.. После этого корректируют свойства СОТС по показателям ТУ, добавляя концентрат водосмешиваемой СОТС и при необходимости др. корректирующие агенты (ингибиторы коррозии, стабилизаторы pH, умягчители воды, пеногасители и др.).

РЕГЕНЕРАЦИЯ МОТОРНЫХ МАСЕЛ. Регенерация *отработанных моторных масел* – ряд процессов для восстановления свойств *базового масла* и путем повторного добавления *присадок* получения продукта, пригодного для применения. Технология регенерации собранных отработанных моторных масел включает обычно отгон воды и топливных фракций, очистку от нерастворимых загрязнений, продуктов срабатывания присадок и окисления углеводородов различными способами, включая адсорбционную очистку и гидроочистку. К полученному регенерату добавляют композиции присадок. На основе регенерата не обязательно получают моторные масла. Его целесообразно использовать в производстве *индустриальных масел*, полностью расходуемых в *проточных смазочных системах*, как основу масел для двухтактных бензиновых двигателей, где масло полностью сгорает вместе с топливом. Этим исключается поступление регенерированного масла на повторную регенерацию. То же достигается при использовании регенерата в составе *пластичных смазок*.

РЕГЕНЕРИРОВАННОЕ МАСЛО (ГОСТ 26098) – *техническое масло*, получаемое очисткой *отработанного масла* физическим, химическим или физико-химическим методами, с эксплуатационными свойствами, восстановленными до требований НТД.

РЕДУКТОРНЫЕ МАСЛА – масла применяют для смазывания зубчатых и червячных передач промышленных редукторов, подшипников и др. механизмов. Они должны обладать высокими противоизносными, противозадирными и противопиттинговыми свойствами, хорошей термической и термоокислительной стабильностью, пологой вязкостно-температурной кривой и сравнительно малой

вязкостью в области отрицательных температур, стойкостью к образованию эмульсий с водой и к пенообразованию, высокой физической стабильностью в условиях длительного хранения, способностью защищать поверхности от коррозионного воздействия агрессивных веществ, не оказывать вредного воздействия на резиновые технические уплотнения, лаки, краски, пластмассы.

Современные Р.м. состоят из базового масла и (при необходимости) композиции или пакета функциональных присадок, улучшающих смазывающие, антиокислительные, антикоррозионные, низкотемпературные и др. свойства. В качестве базового масла используют дистиллятные и остаточный компоненты, полученные при вакуумной перегонке мазута и их специальной очистке.

Классификация Р.м. ***По международной классификации ИСО 6743-0-81*** масла для закрытых зубчатых передач относят к группе С (см. *Классификация индустриальных масел по ИСО 6743-0–81*). По характеру зубчатого зацепления и степени его нагруженности их разделяют на подгруппы СВ, СС, СН, CV:

СВ – масла для умеренно нагруженных зубчатых передач;

СС – масла для тяжело нагруженных зубчатых передач;

СН – масла для гипоидных передач;

CV – масла для червячных передач.

Классификация ISO 3498-1979 «Смазочные материалы для станков» разделяет подгруппу масел СВ по вязкости на категории СВ 32, СВ 68, СВ 150 и т.д.

По классификации AGMA 110.03 Р.м. обозначаются цифровыми индексами (номерами) (**табл. Р-2**).

В соответствии с *классификацией индустриальных масел по ГОСТ 17479.4* Р.м. относятся к группе Т по назначению, подгруппам С, Д или Е по условиям эксплуатации и составу, рекомендуемым областям применения и к 11 классам (с 32 по 1500) по вязкости.

Обозначение Р.м.: И-Т-Д-220, где И – индустриальное, Т – для тяжело нагруженных узлов зубчатых передач редукторов, Д – с высокими противозадирными, противоизносными, антиокислительными, антикоррозионными свойствами, классом вязкости 220 (198-240 мм²/с) при 40°С.

Выбор Р.м. На выбор Р.м. влияют конструктивные особенности передачи и режим её работы. К конструктивным особенностям относятся тип редуктора (цилиндрический, конический, червячный, гипоидный), характер расположения валов, число ступеней, габаритные размеры, вид передачи, материал колес, способ смазывания, к

Р-2. Классификация масел для зубчатых передач по AGMA

Номера масел с антикоррозионными и антиокислительными присадками	Номера масел с противозадирными присадками EP	Эквивалент в системе ASTM-ASLE*	Вязкость при 40°С, мм²/с
1	-	S 215	41,4-50,6
2	2 EP	S 315	61,2-74,8
3	3 EP	S 465	90-110
4	4 EP	S 700	135-165
5	5 EP	S 1000	198-242
6	6 EP	S 1500	288-352
7 compound	7 EP	S 2150	414-506
8 compound	8 EP	S 3150	612-748
8A compound	-	S 4650	900-1100

* ASLE– American Society of Lubrication Engineers (Американское инженерно-техническое общество по смазке).

Р-4. Рекомендуемые вязкости масел для червячных передач (редукторы)

Скорость скольжения в зацеплении, м/с	Контактное давление на зуб, МПа	Рекомендуемая вязкость, мм²/с, при т-ре, °С	
		100	50
0-1,0	свыше 30	40	-
1,0-2,5	20-30	30	-
2,5-5,0	10-20	20	-
5,0-10,0	до 10	14	-
10,0-15,0	до 10	10	-
15,0-25,0	до 10	8	-
Свыше 25	до 10	-	45

Р-3. Рекомендуемые вязкости (мм²/с) масел для цилиндрических и коиических зубчатых передач закрытого типа (редукторы)

Материал большего из пары зубчатого колеса (его временное сопротивление разрыву, МПа)	Окружная скорость по делительной окружности, м/с									
	до 0,5	0,5-1	1-2,5	2,5-5	5-10		10-25		свыше 25	
	Рекомендуемая вязкость, мм²/с, при т-ре, °С									
	100	100	100	100	50	100	50	100	50	100
Текстолит, чугун, бронза	20	14	10	8	45	-	35	-	-	-
Сталь (472,5-787,5)	30	20	14	10	-	8	45	-	35	-
Сталь (787,5-1260)	30	30	20	14	-	10	-	8	45	-
Сталь (1260-1575) (каленая или цементованная)	40	30	30	20	-	14	-	10	-	8

режимным – нагрузочные характеристики (мощность, удельные нагрузки), скорости скольжения или частота вращения, изменение т-ры масла от пуска до остановки.

Условия работы зубчатых зацеплений и редукторов:

Контактное давление, ГПа	0,70–1,26
Скорость, м/с	1,5–25,0
Т-ра в зоне контакта, °С	до 250
Материал пар трения	сталь–сталь, сталь–бронза

Рекомендуемые вязкости масел для закрытых зубчатых и червячных передач (редукторов) в зависимости от нагрузок, скоростей и рабочих температур приведены в **табл. Р-3, Р-4.**

Свойства Р.м. ***Смазывающие свойства*** – способность редукторных масел разделять поверхности трения в условиях граничной смазки и предотвращать износ, задир, заедание и схватывание (сваривание) деталей машин и механизмов (зубчатых передач). Основными видами износа зубьев шестерен являются: непосредственно износ (истирание), заедание (задир) и выкрашивание рабочих поверхностей (питтинг).

Наиболее эффективный метод улучшения смазывающих свойств – добавление в масла антифрикционных, противоизносных, противозадирных присадок, содержащих в молекулах химически активные группы с атомами S, P, N.

Противозадирные свойства Р.м. обычно контролируют на четырехшариковой машине трения (ЧШМ) по ГОСТ 9490. Определяя критическую нагрузку $P_к$, нагрузку сваривания $P_с$ и индекс задира $И_з$, оценивают способность масла противостоять задиру контактирующих поверхностей. За рубежом противозадирные свойства контролируют на ЧШМ по методам ASTM D 2783–71, IP 239/73T. Кроме того, используют машины трения Тимкен (методы ASTM D 2782–77, IP 240/74) и Фалекс (методы ASTM D 3233–73 и IP 241/73T). Для промышленных редукторов наиболее подходят машины Тимкен и SAE при частоте вращения 8,3 $с^{-1}$.

Противозадирные свойства масел оценивают также на модельных шестерёнчатых стендах, таких как FZG (Германия) и IAE (Великобритания) (методы IP 166/65 и ASTM D 1947–68).

Противоизносные свойства оценивают также по ГОСТ 9490. Испытания проводят на ЧШМ при постоянной нагрузке меньше критической (обычно 200 Н для редукторных масел) в течение 1-4 ч, чаще при комнатной т-ре и определяют диаметр пятен износа на нижних шариках в миллиметрах. IP 239/73T – аналогичный метод испытаний. Кроме того, противоизносные свойства контролируют на машинах трения Тимкен (метод IP 240/74) и Фалекс (методы ASTM D 2670–67 и IP 241/73T).

Термоокислительная стабильность – способность масел сохранять физико-химические и эксплуатационные свойства в процессе эксплуатации, не образовывать осадков, отложений на деталях редукторов и агрегатов силовой передачи. На термоокислительную стабильность существенно влияют т-ра, кислород воздуха, глубина очистки базовых масел, а также применение антиокислительных присадок, в большей или меньшей степени – металлы. Наиболее интенсивно масло окисляется в промышленных червячных редукторах с бронзовыми червячными колесами.

Термоокислительную стабильность оценивают по ГОСТ 18136 в универсальном приборе. Пробу испытуемого масла окисляют в стеклянном реакторе в присутствии медного катализатора под действием воздуха или кислорода, пропускаемых через масло, и повышенной т-ры (120°С) в течение 75 ч. Стабильность масла против окисления характеризуют увеличением вязкости и кислотного числа за время испытания и массой образовавшихся нерастворимых соединений.

По ASTM D 2893–79 термоокислительную стабильность редукторных масел оценивают в течение 312 ч при 95°С и подаче воздуха в отсутствии катализаторов. Аналогичным является метод S-200 спецификаций фирмы U.S. Steel 222 и 224 при т-рах 95 и 121°С соответственно.

Антикоррозионные свойства – способность масла защищать детали механизмов от коррозии. Особенно интенсивно корродируют детали из цветных металлов и их сплавов (червячные редукторы). Интенсивность коррозии зависит от т-ры масла, нагрузки на трущиеся детали, термоокислительной стабильности масла и характера продуктов его окисления, продолжительности контакта металла с коррозионно-агрессивными продуктами, присутствия воды в масле, соотношения между поверхностью металла и количеством масла. Коррозионную агрессивность масла по отношению к металлам оценивают, выдерживая в нём металлические пластинки при повышенной т-ре и фиксируя изменение внешнего вида пластинок. Испытания проводят по ГОСТ 2917, а также по зарубежным методам ASTM D 130–80 и IP 154/78. Испытание длится до 3 ч при 100-120°С. Степень коррозионного поражения медных пластинок оценивают в баллах по специальной шкале или по описанию. Допустимой считается оценка в 1-2 балла; масла бракуются при оценке пластины баллами 2d, 2e и более.

Защитные свойства – способность масла образовывать на металле адсорбционные плёнки и тем самым препятствовать взаимодействию его с коррозионно-агрессивными компонентами масла, электрохимической коррозии. Защитные

свойства масляных фракций и обычных функциональных присадок низки, поэтому для их усиления в масла для узлов трения добавляют специальные присадки, вытесняющие с поверхности воду и предотвращающие коррозию.

Для оценки защитных свойств Р.м. проводят длительные испытания пластинок в камере влажности по ГОСТ 9.054, ASTM D 1748–70. Пластинку несколько раз погружают в испытуемое масло, затем переносят в камеру влажности, выдерживают в течение заданного времени и оценивают коррозию. Защитные свойства определяют также по ГОСТ 19199 или ASTM D 665–60. Стальной стержень, выдерживают в течение 24 ч в перемешиваемой смеси масла и воды, нагретой до 60°С и оценивают коррозию его поверхности.

Дезмульгирующие свойства – способность масла наиболее полно отделять попадающую в него воду, не образовывать стойких эмульсий. Для циркуляционного смазывания промышленных редукторов наличие таких эмульсий вызывает уменьшение вязкости масла, ухудшение смазочных свойств, усиление электрохимической коррозии металлических поверхностей, ускорение образования шламоподобных материалов.

ПАВ, присутствующие в основе масла и появившиеся в результате его окисления или вводимые в него в качестве функциональных присадок, способствуют диспергированию капель воды и делают эмульсию более устойчивой. Для улучшения деэмульгирующих свойств в качестве основы используют высокоочищенные компоненты масел и вводят деэмульгатор.

В основном деэмульгирующие свойства масел оценивают по ASTM D 1401. Эмульсию масла с водой создают механической мешалкой, предварительно заливая в цилиндр по 40 мл испытуемого масла и дистиллированной воды. С помощью мешалки с частотой вращения 1500 мин$^{-1}$ смесь в цилиндре перемешивают 5 мин. Затем через каждые 5 мин фиксируют объём (в миллилитрах) выделившихся масла, воды и оставшейся эмульсии. За оценочный показатель принимают время, необходимое для снижения объёма образовавшейся эмульсии до 3 мл. Максимальная длительность разделения эмульсии 1 ч, после чего испытание прекращают. Для вязких масел применим метод ASTM D 2711.

Склонность к пенообразованию – способность масла выделять растворившийся в нём воздух и быстро разрушать слой пены, образующийся на поверхности масла в результате перемешивания с воздухом и насыщения им. На степень пенообразования и аэрации масла влияют физические (поверхностное натяжение, вязкость и плотность) и химические (состав основы, способ и глубина её очистки, природа функциональных присадок) свойства масла, а также нек-рые параметры его работы в шестерёнчатых передачах: т-ра, давление, кратность циркуляции в системе, частота вращения шестерён и др.

Большое пенообразование отрицательно влияет на работу шестерёнчатой передачи из-за уменьшения смазочных свойств масла, кавитации. Для оценки стойкости к пенообразованию редукторных масел используется метод ASTM D 892. Метод сводится к пропусканию воздуха через испытуемое масло при т-рах 24 и 94°С и последующему определению объёма образовавшейся пены и длительности её существования.

Совместимость с материалами уплотнений. Резина, широко используемая в редукторостроении для уплотнения вращающихся валов и разъёмов, постоянно контактирует с маслом. При контакте резины с маслом оно может проникать в резину и экстрагировать из неё пластификаторы, антиоксиданты и др. ингредиенты. В зависимости от скорости этих процессов резина набухает или уменьшается в объёме. Степень изменения объёма резины зависит от т-ры, химической природы масла, вязкости, а также от функциональных присадок, содержащихся в Р.м. Действие масла на резину оценивают по ГОСТ 9.030. Сущность метода состоит в действии испытуемого масла на стандартные образцы при заданных т-ре и продолжительности, после чего исследуют физико-механические свойства образцов (степень набухания, изменение твёрдости и прочности на разрыв). Т-ра и время испытания зависят от назначения масла и условий его работы. Обычно 100-150°С и 70-170 ч. Аналогичные методы используют и за рубежом, такие как FTMS 3603.4, IP 278/72T.

Совместимость масел имеет важное значение для прогнозирования возможности смешения различных сортов масел в процессе эксплуатации. За рубежом совместимость редукторных масел оценивают методом FTMC 3430.1. Масла смешивают 1:1 и хранят в тёмном месте 30 дней. Затем исходные масла и их смесь центрифугируют на центрифуге диаметром 380-430 мм с частотой вращения 25 с$^{-1}$. Сопоставляя твёрдую фазу, делают вывод о совместимости масел.

Ассортимент Р.м.

Серия И-Т-Д (ТУ 38.1011337–2000) – нефтяные масла, в основном, из сернистых нефтей, с присадками, улучшающими смазывающие, антиокислительные, антикоррозионные, депрессорные свойства. Применяются для смазывания зубчатых передач и др. элементов промышленного оборудования, в к-рых высокие нагрузки не позволяют использовать масла без присадок. Разра-

ботаны с целью унификации ассортимента легированных редукторных масел и вместо масел ИСП, ИСПи, ИТП, ИРп. Позволяют увеличить межремонтные сроки службы зубчатых передач, КПД редукторов, обеспечить хорошие пусковые свойства, их надёжную работу.

И-Т-Д-680(Мо) (ТУ 38.1011265–89), **И-Т-Д-1000(С)** (ТУ 38.1011227–89) – остаточные масла селективной очистки из сернистых нефтей с композицией присадок и твёрдыми добавками. Применяются в зубчатых передачах, редукторах, цепях при повышенных нагрузках и т-рах (180-400°С). Масло И-Т-Д-680(Мо) содержит дисульфид молибдена, а И-Т-Д-1000(С) – графит. Масла обеспечивают высокую надежность оборудования в жёстких условиях эксплуатации.

И-100Р(С) (ТУ 38.101901–2000) – смесь остаточного и дистиллятного масла с присадками, улучшающими противозадирные, противоизносные, депрессорные и деэмульгрующие свойства. Предназначено для смазывания тяжело нагруженных зубчатых передач прокатных станов металлургических предприятий. Заменяет масла И-40А, И-50А, АК-15, ПС-28, П-40, цилиндровые 11 и 24. Обеспечивает надежную эксплуатацию оборудования при высоких нагрузках, хорошие пусковые свойства при пониженных т-рах, увеличивает межремонтные сроки службы редукторов.

ТМ-3-18(ЧРК) всесезонное и летнее – нефтяные масла с присадками, улучшающими смазывающие, антиокислительные, защитные, противопенные свойства, отличаются между собой низкотемпературными характеристиками. Предназначены для червячных редукторов специальных подъёмников (всесезонное) и таких же редукторов лифтов жилых и промышленных объектов (летнее). Обеспечивают увеличение межремонтных сроков службы червячных редукторов, КПД, улучшение пусковых свойств, а также условий консервации редукторов при длительном хранении.

РЕЖУЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ СОТС – облегчение разрыва химических связей в обрабатываемом материале под воздействием СОТС или способность облегчить разрушение и дробление (диспергирование) металла, т.е. оказать действие, способствующее образованию новой поверхности. Р.д.с. – одно из функциональных действий СОТС при обработке металлов резанием. Физическую химию процессов деформирования, разрушения образования дисперсий металла изучает физико-химическая механика твердых тел и дисперсных структур.

В 1928 г. П.А.Ребиндером было обнаружено, что прочность кристаллов каменной соли и кальцита значительно понижается в водных растворах ПАВ по сравнению с их прочностью на воздухе. Так был открыт эффект адсорбционного понижения прочности и облегчения деформации любых твердых материалов. Используя «эффект Ребиндера», удалось создать более совершенные СОТС для обработки металлов резанием и давлением. Новые СОТС позволили форсировать скорости обработки материалов и повысить качество изделий.

Механизм изменения прочности твердых тел в присутствии растворов ПАВ обычно связывают с изменением поверхностной энергии твердых тел. Это можно объяснить следующим образом. Если твердое тело поместить в раствор ПАВ, то каждая частица поверхностного слоя тела начинает испытывать ощутимое притяжение поверхностно-активной среды. В результате уменьшается энергия взаимосвязи каждой частицы поверхностного слоя материала с частицами, к-рые находятся в нижних его слоях. Уменьшение поверхностной энергии обрабатываемого материала при его резании с применением СОЖ может происходить вследствие адсорбции или хемосорбции молекул СОЖ или протекания химических реакции на его поверхности.

В присутствии ПАВ облегчаются зарождение и распространение микротрещин в металле. Полярные молекулы продвигаются по стенкам образующихся трещин до тех пор, пока их размеры не станут больше размеров трещин. В результате в самых узких местах микротрещин возникают дополнительные расклинивающие давления, вызываемые адсорбционными слоями, что приводит к «охрупчиванию» металла и его разрушению. Хрупкость металла может повышаться за счет диффузии атомов и ионов СОЖ в деформируемые слои. В результате прочность металла в зоне деформации быстрее достигает предельного значения и металл разрушается при меньших затратах энергии.

Рядом исследователей были высказаны предположения, что, при резании металла на его новой поверхности образуется большое число хорошо развитых трещин. Стенки трещин представляют собой чистую (ювенильную) поверхность. При срезании последующего поверхностного слоя металла, сопровождаемом напряжениями сжатия, такие трещины должны смыкаться. Присутствие СОТС и создаваемых ими граничных пленок предотвращает смыкание («самозалечивание») трещин, что внешне проявляется в облегчении разрушения металла.

Разупрочнять поверхностный окисленный слой металла, облегчая его диспергирование абразивными зернами, могут химические и электрохимические процессы, к-рые происходят между ионами СОТС и оксидной пленкой, чрезвычайно быстро регенерируемой на поверхности изделия.

Проявление диспергирующего действия СОТС связано со многими факторами, к к-рым прежде всего необходимо отнести состав, свойства обрабатываемого материала и СОТС, условия деформации и разрушения.

РЕЗУЛЬТАТ ИСПЫТАНИЙ – среднее значение результатов единичных испытаний (ГОСТ Р ИСО 5725-1). В документе на метод испытаний регламентируют число единичных испытаний, способ их усреднения и представления в качестве результата испытаний. Если методом предусмотрено единичное испытание (определение), то его результат и есть результат испытаний.

РЕЗЬБОВЫЕ ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ широко применяют для ввинчивания или вывинчивания деталей резьбовых соединений. Р.п.с. можно разделить на четыре группы:

• смазки Р-2, Р-113, Р-402, Р-416, Резьбол ОМ-2, используемые для обеспечения работы буровых установок и эксплуатации скважин;

• масляные пасты дисульфида молибдена: лимол, ВНИИНП-232, -225;

• лейнерная В Л и графитная БВН-11 смазки, предназначенные для установки лейнеров и смазывания резьбовых соединений;

• морозостойкие смазки – снарядная ВС и ВНИИНП-263, к-рые служат для герметизации легко нагруженных резьб под взрыватели.

РЕКТИФИКАЦИЯ ГАЗОВ – см. *Газофракционирование*.

РЕЛАКСАЦИЯ – процесс установления термодинамического равновесия (полного или частичного) в физической системе, состоящей из большого числа частиц. Р. называют потерю упругих свойств масел, смазок, др. дисперсных систем под действием нагрузки во времени. Время, в течение к-рого под действием нагрузки проявляются упругие свойства, называют периодом релаксации.

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА характеризуют течение и деформацию жидких сред (напр., нефти, загущенных масел), обладающих структурной вязкостью; дисперсных систем (напр. смазок, *ПИНС*), обладающих пластичностью. Р.с. связаны с необратимыми остаточными деформациями, развивающимися во времени. Для исследования Р.с. масел, смазок, средств временной противокоррозионной защиты используют стандартные и исследовательские методы, позволяющие оценить такие реологические характеристики как вязкость, предел прочности, напряжение сдвига.

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОСТАТОЧНЫХ ТОПЛИВ – свойства, характеризующие течение жидкостей, обладающих структурной вязкостью. У всех мазутов при низких т-рах наблюдается структурная вязкость, т.е. вязкость зависит от градиента скорости течения.

РЕОЛОГИЯ - наука, изучающая деформационные свойства реальных тел. Основная задача реологии – установление зависимости между механическими напряжениями и деформациями, а также их изменениями во времени. Соответствующие зависимости называются реологическими уравнениями состояния.

РЕОЛОГИЯ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК. Пластичные смазки являются типичным представителем вязкопластичной среды – модели тела, к-рое не деформируется до достижения некоторого критического напряжения – предела текучести (или предела прочности структурного каркаса) τ_0, а затем течет как вязкая жидкость. Простейшее реологическое уравнение состояния для таких сред при $\tau>\tau_0$ выражается формулой Шведова-Бингама:

$$\tau=\tau_0+\eta_б D,$$

где τ – касательное напряжение, Па; $\eta_б$ – так называемая бингамовская (пластическая) вязкость, Па·с; D – скорость деформации сдвига, $с^{-1}$.

При отсутствии структурной сетки $\tau_0=0$ и уравнение Бингама переходит в уравнение Ньютона, а пластическая вязкость $\eta_б$ – в истинную вязкость жидкости η:

$$\eta=\eta D.$$

Жидкость, вязкость η к-рой независима от скорости деформации D, называется ньютоновской (нормальной).

По Бингаму течение вязкопластичной среды начнется при $\tau>\tau_0$, а вязкость системы сразу принимает постоянное значение $\eta_б$. Однако для большинства структурированных коллоидных систем, какими являются пластичные смазки, зависимость τ от D выражается не прямой, а кривой, так как при достижении предела текучести структура разрушается не сразу, а постепенно по мере увеличения скорости деформации сдвига, и при любой скорости течения в структуре имеют место два противоположных процесса – разрушение и восстановление. Равновесное состояние между этими процессами в установившемся потоке (при фиксированной величине D) характеризуется **эффективной вязкостью**, а такую жидкость называют неньютоновской (аномальной).

Экспериментальными данными, подтверждающими неньютоновские свойства пластичных смазок, являются, например, результаты по зависимости эффективной вязкости от скорости качения (с ростом скорости эффективная вязкость убывает).

Убывание эффективной вязкости с увеличение скорости деформации сдвига обусловлено как геометрией частиц пластичных смазок (их анизометричностью), так и характером разрушения структурного каркаса (вторичные и, тем более, первичные частицы сразу полностью не раз-

рушаются). Первое определяет ориентацию анизометричных частиц вдоль направления потока, при этом хаотическое направление движения частиц меняется на упорядоченное, что ведет к уменьшению вязкости. Второе определяет постепенное увеличение текучести в результате постепенного разрушения группы частиц, двигающихся как единое целое (агрегаты или блоки) с увеличением скорости деформации сдвига.

К настоящему времени предложено несколько реологических уравнений состояния для описания поведения таких неньютоновских жидкостей, как пластичные смазки, тем не менее, общепринятой реологической модели фактически нет. Используется модель Гершеля – Балкли, к-рая является обобщением реологических уравнений «степенной» жидкости Оствальда–Вейля и вязкопластичной среды Шведова–Бингама:

$$\tau=\tau_0+\Phi|D|^{m-1}D,$$

где Ф – пластическая (структурная) вязкость, определяемая как $\tau-\tau_0$ при D=1; m – показатель нелинейности кривой течения [для пластичных смазок обычно $m\leq1$; отклонение от единицы характеризует степень отклонения свойств (вязкости) аномальной (неньютоновской) от нормальной (ньютоновской) жидкости].

Показатель m вычисляется по минимуму среднеквадратичного отклонения зависимости от экспериментальных данных.

Вязкая составляющая (второй член уравнения $\Phi|D|^{m-1}D$) по физическому смыслу представляет собой сопротивления, вызванные относительным перемещением дисперсионной среды и обтеканием ею элементов структурного каркаса или его фрагментов. Непосредственно измерить вязкую составляющую практически невозможно, как нельзя установить, сохраняет ли свое значение структурная составляющая, определяемая при $D\to0$ в случае $D>0$. Можно лишь предполагать, что полного совпадения не существует. Поэтому разделение общего напряжения сдвига на структурную и вязкую составляющую носит в известной мере условный характер, что, тем не менее, не искажает основных закономерностей деформирования смазок.

Однако для характеристики течения пластичных смазок следует использовать не пластическую, а эффективную вязкость, к-рая уменьшается с увеличением скорости деформации сдвига в системе. Поэтому более гибкой является реологическая модель пластичных смазок, к-рая, по сравнению с моделью Гершеля–Балкли содержит оба крайних значения вязкости (при $D\to\infty$ и D=0):

$$\tau=\tau_0+\Phi|D|^{m-1}D+\eta_\infty,$$

где η_∞ – предельная (при $D\to\infty$) эффективная вязкость пластичной смазки.

Это уравнение также является некой идеализацией (в действительности зависимость эффективной вязкости от τ немонотонна), однако соответствует экспериментально наблюдаемому стремлению предельной (при $D\to\infty$) вязкости пластичной смазки к вязкости базового масла. При сравнительно низких значениях D, характерных для вискозиметрических измерений ($D\leq10^4$с$^{-1}$), в правой части этого уравнения значимыми являются первые два члена. В специфических условиях упругогидродинамических контактов (при $D\approx10^5\div10^7$с$^{-1}$) последний член уравнения становится сопоставимым по порядку значения со вторым, а величиной τ_0 можно пренебречь (**рис. Р-2**).

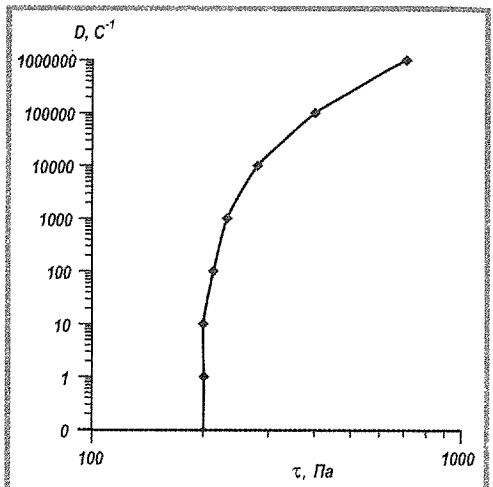


Рис. Р-2. Кривая течения модельной пластичной смазки согласно реологическому уравнению вида $\tau=\tau_0+\Phi|D|^{m-1}D+\eta_\infty$ (τ_0=200 Па; Ф=2 Па·с^m; m=0,4; η_∞=5 Па·с)

В этом случае проявляются главным образом вязкоупругие свойства смазок, а касательное напряжение стремится к предельному значению, зависящему от т-ры и давления. Вязкостно-температурные свойства пластичных смазок обусловлены в основном вязкостно-температурными характеристиками их дисперсионных сред.

Реологические модели используются при решении различных теоретических и прикладных задач. К настоящему времени на базе последней реологической модели получено уравнение Рейнольдса и разработана расчетная методика вычисления толщины пленки пластичных смазок (определяющей потери на трение, долговечность и износостойкость узлов трения) в различных режимах работы упругогидродинамических контактов.

РЕФЕРЕНТНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ (РЛ) – аккредитованная испытательная лаборатория, предоставившая *опорное принятое значение* контролируемого показателя в образце для испытаний.

РЕФОРМУЛИРОВАННЫЙ БЕНЗИН – см. *Модифицированный бензин*.

РЕЦЕРКУЛЯЦИЯ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ (EGR) – возвращение части охлажденных отработавших газов в карбюратор или во впускной коллектор, где они разбавляют воздух или *топливовоздушную смесь*, понижая максимальную т-ру сгорания и снижая возможность образования NO_x.

РЖАВЛЕНИЕ – распространенный вид *коррозии металлов*, а именно: *электрохимическая коррозия* изделий из черных металлов (железа и нек-рых его сплавов), в результате к-рой образуется *ржавчина*.

РЖАВЧИНА – *продукт коррозии* железа и его сплавов, образующийся при *электрохимической коррозии* и состоящий преимущественно из окислов (ГОСТ 5272).

РИФОРМАТ (катализат) – жидкие продукты, получаемые в процессе *каталитического риформинга*.

РИФОРМИНГ – переработка бензиновых и лигроиновых фракций нефти для получения автомобильных бензинов, ароматических углеводородов (бензола и его гомологов) и водородсодержащего газа. Различают риформинг термический и под давлением водорода в присутствии катализатора.

Термический Р. применяли ранее только для производства высокооктановых бензинов. Основные реакции: дегидрогенизация и дегидроизомеризация нафтеновых углеводородов, деалкилирование и конденсация ароматических углеводородов. Переработку бензино-лигроиновых фракций (пределы кипения 60-180°С) проводили в трубчатых печах при 530-560°С и 5-7 МПа. Недостаток процесса – невысокие выходы целевого продукта вследствие больших потерь сырья в виде газа и кокса, а также сравнительно высокое содержание непредельных углеводородов в бензине, что снижает его стабильность. Поэтому, несмотря на простоту аппаратурного оформления, данный процесс полностью вытеснен *каталитическим риформингом*.

РИФОРМИНГ КАТАЛИТИЧЕСКИЙ – процесс переработки бензиновых фракций (в основном прямогонных) под давлением водорода с целью получения высокооктанового компонента автомобильных бензинов или ароматических углеводородов (бензола, толуола и ксилолов) и водородсодержащего газа. Первые промышленные установки Р.к., так называемые установки гидроформинга (40-е гг XX века, США), на к-рых использовали алюмомолибденовый катализатор, предназначались для облагораживания прямогонных бензиновых и лигроиновых фракций. Разработка и освоение в последующие годы ведущими фирмами мира различных модификаций процесса (платформинг, магнаформинг, ультраформинг, пауэрформинг, рениформинг, гудриформинг, дуалформинг и др.) значительно изменили технологию переработки углеводородного сырья и ассортимент получаемых продуктов. Были усовершенствованы схемы технологических процессов, появилось новое высокопроизводительное оборудование, разработаны более совершенные платиновые катализаторы. Современный риформинг - один из наиболее распространенных вторичных процессов нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности.

Физико-химические основы процесса. Р.к. осуществляют в реакторах с неподвижным (стационарным) или движущимся слоем катализатора. В первом случае процесс проводят под давлением 1,5-4 МПа, что обеспечивает достаточный межрегенерационный период работы катализатора (регенерация проводится 1-2 раза в год и связана с остановкой производства). Во втором случае (давление около 1 МПа) катализатор непрерывно выводят из реакторов и подвергают регенерации в отдельном аппарате.

Несмотря на разницу в технологическом оформлении и катализаторах, общий характер превращений углеводородов в обоих случаях одинаковый, различаются только скорости отдельных реакций. Основа процесса – преобразование бензиновых фракций, содержащих нафтеновые и парафиновые углеводороды, в продукты богатые ароматическими и изопарафиновыми углеводородами. **Основные реакции** – дегидрирование нафтеновых углеводородов, гидрокрекинг и дегидроциклизация парафиновых углеводородов, изомеризация парафиновых углеводородов и гомологов циклопентана в циклогексановые углеводороды с последующей их ароматизацией. **Побочные реакции** – гидрирование и полимеризация непредельных углеводородов, деалкилирование и конденсация ароматических углеводородов, способствующие отложению кокса на поверхности катализатора.

С наибольшей скоростью протекают реакции дегидрирования шестичленных нафтеновых в ароматические углеводороды, что приводит к быстрому установлению равновесия. Достаточно велики скорости изомеризации пятичленных нафтеновых углеводородов в шестичленные, а также парафиновых углеводородов. К числу наиболее медленно протекающих относятся реакции ароматизации парафиновых углеводородов. Поскольку превращение парафиновых углеводородов в ароматические дает наибольший эффект

повышения октанового числа бензина, совершенствование процесса риформинга связано с решением проблемы повышения скорости и селективности этих реакций.

Скорости реакций процесса сильно зависят от содержания каталитических ядов, поступающих в основном с сырьем. Сернистые соединения, превращающиеся в условиях риформинга в сероводород, подавляют протекающие на платине реакции дегидрирования и гидрирования. При небольших дозах и относительно непродолжительном воздействии отравление серой обратимо. При длительном воздействии сернистых соединений происходит закоксовывание катализатора, и для восстановления его активности требуется окислительная регенерация. Следует отметить, что дозированная обработка платинорениевых и платиноиридиевых катализаторов сернистыми соединениями в пусковой период – необходимый элемент технологии риформинга и используется для подавления реакций гидрогенолиза.

Соединения азота, переходящие в условиях процесса в аммиак, подавляют кислотные функции катализатора, что приводит к снижению скоростей реакций изомеризации, гидрокрекинга и дегидроциклизации парафиновых углеводородов, дегидроизомеризации пятичленных нафтеновых углеводородов. Результат – снижение выхода и концентрации ароматических углеводородов, снижение октанового числа риформата. Отравление азотистыми соединениями обратимо.

Соединения хлора, вода или кислородные соединения (спирты) используются для регулирования кислотной функции катализатора. При их чрезмерной и нерегулируемой подаче нарушается баланс кислотной и металлической функций катализатора: хлор и вода в этих условиях являются каталитическими ядами. Чрезмерная подача соединений хлора приводит к развитию реакций гидрокрекинга и образованию кокса на катализаторе. Вода подавляет кислотную функцию катализатора, снижая скорость реакций ароматизации, и способствует выносу хлора на катализаторе.

Металлоорганические соединения свинца, меди, мышьяка, попадающие с сырьем, гидрируются до металлов, к-рые, отлагаясь на поверхности катализатора, отравляют металлические центры, что приводит к подавлению реакций дегидрирования и гидрирования и к закоксовыванию катализатора. Отравление металлами необратимо, катализатор требует замены.

Сильным каталитическим ядом для платины является оксид углерода. Технологические газы, используемые в пусковых операциях (водород, азот), не должны содержать оксида и диоксида углерода.

Суммарный тепловой эффект Р.к. определяется соотношением глубин протекания отдельных реакций (дегидрирование и дегидроциклизация происходят с поглощением тепла, гидрокрекинг - с выделением, изомеризация протекает со слабовыраженным тепловым эффектом). Вследствие высокой эндотермичности (от 420 до 1260 кДж/кг сырья) процесса реакционный объем в промышленных установках разделен, как правило, на три-четыре ступени (реактора), причем каждая из них работает в режиме, близком к адиабатическому. Между реакторами устанавливают межступенчатые подогреватели газосырьевой смеси, что позволяет значительно уменьшить перепад температур в каждом аппарате (10-70°С). На первых ступенях процесс протекает со значительным поглощением тепла вследствие максимального количества нафтеновых углеводородов в сырье. С целью равномерного подвода тепла катализатор по реакторам размещают неравномерно: в первом - наименьшее количество, в последнем - наибольшее. Загрузка реакторов зависит от углеводородного состава сырья и активности катализатора. Обычно соотношение катализатора по реакторам составляет: в 3-реакторном блоке – 1:(2÷3):(4÷6), в 4-реакторном блоке – 1:1:1,5:2.

Сырье и продукция. Сырье установки риформинга – бензиновые фракции (62-180°С) прямогонные, гидрокрекинга, а также термических процессов после глубокого гидрооблагораживания. Фракции, выкипающие до 62°С, не содержат компонентов, способных превратиться в ароматические углеводороды, поэтому наличие их в сырье приводит к увеличению газообразования и к непроизводительной загрузке установки. Применение фракций с т-рой кипения выше 180°С сопровождается увеличением отложений кокса на катализаторе, сокращая тем самым срок его службы, и повышенным газообразованием, снижающим выход жидких продуктов.

Наилучшие результаты для производства высокооктановых компонентов бензина дает каталитический риформинг фракций 85-180°С и 105-180°С, для производства индивидуальных ароматических углеводородов: бензола – фракций 62-85°С, бензола и толуола фракций 62-105°С, бензола, толуола и ксилолов – широкой фракции 62-140°С, ксилолов – фракций 120-140°С, псевдокумола, дурола и изодурола – фракций 130-165°С.

По химическому составу предпочтительно использование бензиновых фракций богатых нафтеновыми углеводородами, поскольку они легче превращаются в ароматические.

Так как катализаторы риформинга (в особенности полиметаллические) весьма чувствительны к

каталитическим ядам, то при проведении процесса содержание в сырье непредельных углеводородов не должно превышать 0,5% об.; S, N – 1,0 мг/кг; H_2O – 3 мг/кг; а Pb, As и Cu – 20, 1,0 и 25 мг/т соответственно. С целью удаления из сырья сернистых, азотистых, кислородсодержащих и металлорганических соединений установки риформинга оборудованы специальными блоками гидроочистки с применением алюмокобальтмолибденового или алюмоникельмолибденового катализатора. Типичные параметры гидроочистки: т-ра – 330-400°С, давление – 2-4 МПа, объемная скорость подачи сырья 6-8 $ч^{-1}$, объемное соотношение "водородсодержащий газ (ВСГ):сырье" – (100÷500):1. Необходимый для гидроочистки H_2 (расход на 1 $м^3$ сырья до 50 $м^3$) поступает с блока риформинга.

При переработке широких бензиновых фракций с получением компонента автобензина получают риформаты с ОЧм 75-80 и ОЧи 80-100 и содержанием ароматических углеводородов 40-75%. Риформаты имеют более широкий фракционный состав, чем сырье, из к-рого они получены. При риформинге бензольной фракции содержание ароматических углеводородов в риформате обычно не превышает 30%, а при риформинге бензол-толуольной оно достигает 40-50%.

ВСГ риформинга кроме водорода (60-90% об.) содержит углеводороды C_1-C_5. На установках со стационарным слоем катализатора концентрация водорода к концу реакционного цикла понижается.

При стабилизации катализатов получают сухой газ (H_2, CH_4, C_2H_6) и фракцию C_3, C_4, к-рая либо передается на ГФУ, либо отгружается непосредственно с установок риформинга как сжиженный газ для коммунально-бытового потребления.

При производстве ароматических углеводородов из катализатов риформинга получают индивидуальные ароматические углеводороды (бензол, толуол, *о*- и *п*-ксилол, этилбензол, псевдокумол) и смешанные ароматические растворители – легкий сольвент (C_8) и тяжелый сольвент (C_9, C_{10}). Дearоматизованная часть рафинатов используется как компонент бензина, сырье пиролиза, а также для получения легких парафиновых растворителей. Для выделения ароматических углеводородов из катализатов используют специальные методы, так как парафиновые и нафтеновые углеводороды близки по т-рам кипения к ароматическим углеводородам и образуют с ними азеотропные смеси. Бензол, толуол и смесь ксилолов выделяют жидкостной экстракцией с помощью полиэтиленгликолей или сульфонола, индивидуальные углеводороды C_8 и C_9 – адсорбцией и кристаллизацией (*м*- и *п*-ксилолы) или сверхчеткой ректификацией (этилбензол, *о*-ксилол, 1,2,4-триметилбензол).

Катализаторы риформинга. В процессе используют алюмоплатиновые катализаторы – металлическую Pt, нанесенную на поверхность Al_2O_3, обработанного хлористыми или фтористыми соединениями (содержание Pt – 0,25-0,6%, галогенов – 0,7-1,75 %). Увеличение активности, селективности и стабильности алюмоплатиновых катализаторов достигается введением в них специальных добавок (Re и Ir – для гидрирования соединений, предшествующих образованию кокса на катализаторе, Ge, Sn и др. – для предотвращения блокирования Pt коксом).

Катализаторы риформинга относятся к группе бифункциональных катализаторов и обладают двумя основными функциями: дегидрирующей (гидрирующей) и кислотной. Кислотную функцию выполняет носитель Al_2O_3, дегидрирующую (гидрирующую) – обычно металлы VIII группы (Pt, Pd, Re, Ge, Ir и др.). Для усиления кислотной функции катализатор промотируют галогеном, что способствует замедлению реакции крекинга, стабилизует высокую дисперсность Pt.

Основные требования, предъявляемые к катализаторам риформинга нового поколения:

равномерная пористая структура носителя с эффективным радиусом пор 30-50 А для обеспечения высокой селективности процесса;

высокая термостабильность носителя и катализатора, к-рая важна как в период работы, так и регенерации;

сбалансированная кислотность катализатора, обеспечивающая высокую селективность при необходимой активности;

высокая удельная поверхность катализатора, определяющая совместно с условиями нанесения высокую дисперсность платины и возможность работы при низком содержании платины (0,25-0,30% масс.).

В носитель нек-рых катализаторов нового поколения вводят оксид титана. В настоящее время в качестве кислотного промотора в полиметаллических катализаторах используется только хлор (0,8-1,1% масс). Полиметаллические катализаторы по сравнению с алюмоплатиновыми позволяют осуществлять процесс в более жестких условиях (пониженное рабочее давление процесса), что способствует увеличению выхода целевых продуктов. Срок службы катализаторов зависит от условий эксплуатации, для полиметаллических он достигает 6-7 лет. Однако при использовании полиметаллических катализаторов необходима более тщательная подготовка сырья: очистка от серы, азота и других ядов, осушка от следов влаги, правильный выбор фракционного состава сырья. Большое значение имеет поддержание оптимальных концентраций хлора в катализаторе и влаги в зоне реакции.

На изменение свойств катализатора риформинга, его дезактивацию влияют высокие т-ры процесса, а также вредные примеси в сырье и циркулирующем ВСГ. Катализатор с течением времени покрывается коксом и сернистыми продуктами уплотнения. Количество кокса может достигать 3-5% масс. на катализатор при пробеге установки в течение 2-3 месяцев и 9-10% – в течение 5-6 месяцев и жестком режиме. Регенерация осуществляется выжигом кокса с последующим окислительным хлорированием катализатора. Такой метод полностью восстанавливает активность и селективность катализатора до уровня свежего.

Основные технологические параметры процесса, в значительной степени определяющие характеристики получаемых продуктов, – температура, давление, объемная скорость подачи сырья и кратность циркуляции ВСГ. При риформинге нафтеновые углеводороды на 90-95% превращаются в ароматические; степень конверсии парафиновых углеводородов зависит от давления. Повышение общего давления и одновременно парциального давления водорода снижает выход ароматических углеводородов, интенсифицирует разложение парафиновых углеводородов. При этом уменьшается коксообразование и увеличивается продолжительность работы катализатора без регенерации. Увеличение т-ры и продолжительности контакта сырья с катализатором (снижение объемной скорости подачи сырья) способствуют повышению степени ароматизации и, следовательно, октанового числа бензина; с возрастанием объемного соотношения «ВСГ:сырье» уменьшается коксообразование и увеличивается продолжительность работы катализатора.

В эксплуатационных условиях основной регулируемый параметр – т-ра на входе в реактор. Обычно она находится в интервале 450-530°С. Давление, скорость подачи сырья и кратность циркулирующего ВСГ поддерживаются постоянными, оптимальными для переработки данного сырья. Изменением т-ры процесса компенсируют потери активности катализатора, обеспечивая тем самым приемлемую глубину ароматизации сырья и требуемое качество риформата.

Жесткость процесса риформинга обычно оценивается значением октанового числа получаемого бензина; чем оно выше, тем жестче режим. Жесткость процесса может быть достигнута увеличением т-ры в зоне реакции, снижением давления в реакторах или уменьшением объемной скорости подачи сырья.

Схемы промышленных установок. В РФ эксплуатируются установки со стационарным и движущимся слоем катализатора, а также комбинированные с блоками выделения ароматических углеводородов.

Риформинг в стационарном слое катализатора наиболее распространен в РФ. Установка включает следующие блоки: гидроочистки сырья, очистки ВСГ, реакторный блок риформинга, сепарацию газа и стабилизацию риформата. Мощность установок 300, 600 и 1000 тыс.т/год. Принципиальные технологические схемы установок риформинга в стационарном слое катализатора мало отличаются друг от друга и в основном отвечают схеме, приведенной на **рис. Р-3.**

Сырье смешивают с циркулирующим ВСГ и избыточным газом с блока риформинга. Полученная смесь после нагрева в теплообменнике *Т-1* и печи *П-1* поступает в реактор гидроочистки *Р-1*. Смесь газа и гидроочищенного бензина из *Р-1*, отдав свое тепло в кипятильнике *Т-3*, теплообменнике *Т-1* и холодильнике *Х-1*, поступает в сепаратор *С-1*. Газ из *С-1* после очистки от сероводорода де-

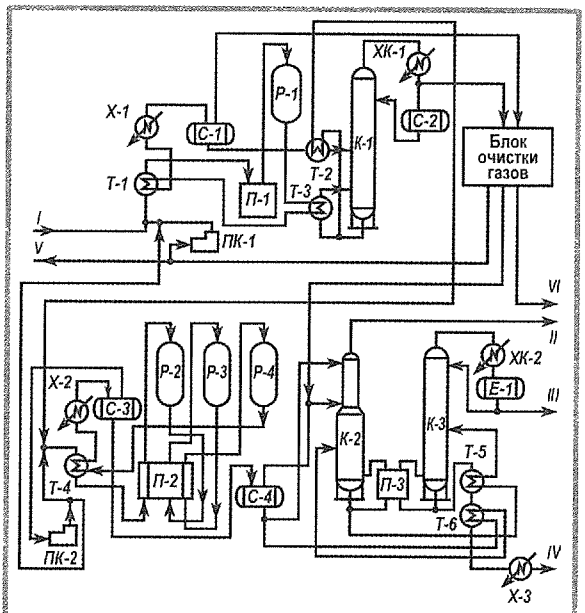


Рис. Р-3. Схема установки риформинга со стационарным слоем катализатора:

ПК-1, -2 – циркуляционные компрессоры; *Р-1, -2, -3, -4* – реакторы; *П-1, -2, -3* – печи; *Т-1, -2, -3, -4, -5, -6* – теплообменники; *Х-1, -2, -3* – холодильники; *ХК-1, -2* – холодильники-конденсаторы; *С-1, -2, -3, -4* и *Е-1* – сепараторы; *К-1, -3* – колонны стабилизации; *К-2* – фракционирующий абсорбер.

Потоки: *I* – сырье; *II* – газ; *III* – головка стабилизации; *IV* – риформат; *V* – ВСГ; *VI* – сероводород

лится на два потока, один из к-рых циркуляционным компрессором *ПК-1* подается на смешение с сырьем, а другой выводится с установки.

Жидкая фаза из *С-1* представляет собой гидроочищенный бензин, содержащий растворенные сероводород, углеводородные газы и воду, поступает на отпарку в *К-1*. Стабильный гидрогенизат с низа *К-1* через теплообменник *Т-2* направляется на смешение с циркулирующим водородом блока риформинга. В блоке риформинга смесь водорода и гидрогенизата сначала нагревается в теплообменнике *Т-4* и первой секции печи *П-2*, а затем последовательно проходит реактор *Р-2*, вторую секцию печи *П-2*, реактор *Р-3*, третью секцию печи *П-2*, реактор *Р-4*. Из *Р-4* газопродуктовая смесь через теплообменник *Т-4* и холодильник *Х-2* поступает в сепаратор высокого давления *С-3*, где отделяется ВСГ. Большая часть ВСГ поступает на смешение с гидрогенизатом, а избыток подается в блок гидроочистки. Жидкий продукт из *С-3* поступает в сепаратор низкого давления *С-4* для удаления углеводородного газа.

Риформат из *С-4* поступает в блок стабилизации бензина, состоящий из фракционирующего абсорбера *К-2* и стабилизатора *К-3*. Продукт верха *К-2* – сухой газ, верха *К-3* – головка стабилизации. Остаток *К-3* – стабильный бензин.

Особенность отечественных установок Р.к. для производства ароматических углеводородов – наличие дополнительного реактора для гидрирования непредельных углеводородов, находящихся в катализате. Продукты реакции из *Р-4* вместе с циркулирующим ВСГ охлаждаются, а затем поступают в дополнительный реактор, загруженный алюмоплатиновым катализатором (на рис.Р-3 не показан), где при 150-200°С непредельные углеводороды селективно гидрируют. Такая схема установки позволяет исключить из блоков экстракции стадию очистки ароматических углеводородов от этих соединений.

Технологический режим установок Р.к. со стационарным слоем катализатора зависит от типа катализатора, назначения установки, типа сырья. Типичные параметры процесса: т-ра – 480-520°С; давление в реакторе – 1,5-3,5 Мпа; объемная скорость подачи сырья 1,5-2,5 $ч^{-1}$; мольное соотношение «водород:сырье» – (5:1)–(9:1); объемное соотношение «ВСГ:сырье» – 1500:1.

Основные реакционные аппараты установок (или секций) каталитического риформинга с периодической регенерацией катализатора – адиабатические реакторы шахтного типа со стационарным слоем катализатора. На установках раннего поколения применялись реакторы аксиального типа с нисходящим или восходящим потоком реакционной смеси. На современных высокопроизводительных отечественных установках применяют реакторы только с радиальным движением потоков преимущественно от периферии к центру. Радиальные реакторы обеспечивают значительно меньшее гидравлическое сопротивление, чем аксиальные. Катализатор располагают в виде одного слоя с равномерной плотностью засыпки. Тарелка в верхней части предотвращает прямое попадание потока сырья в слой катализатора. В центре устанавливают перфорированную трубу, обтянутую сеткой. Нижнюю часть реактора заполняют фарфоровыми шарами. В отечественной промышленной практике распространение получили вертикальные цилиндрические реакторы. На некоторых зарубежных установках (процесс магнаформинг) применяют реакторы сферической формы с аксиальным направлением потока.

В зарубежной практике широко используются установки риформинга со стационарным слоем катализатора. При этом предусмотрены сменно-циклические графики работы реакторных устройств:

- катализатор регенерируют одновременно во всех реакторах с периодической остановкой процесса риформирования (процессы гудриформинг фирмы Houndry Process Corporation, катформинг фирмы Atlantic Refining Company, магнаформинг Engelhard Corporation, традиционный риформинг фирмы Axens);
- катализатор регенерируют попеременно в каждом реакторе без остановки процесса с использованием резервного реактора (процессы ультраформинг фирмы Standart Oil Co., пауэформинг фирмы Exxon Research and Engineering Co.).

Риформинг в движущемся слое катализатора (установки с непрерывной регенерацией катализатора). Первая промышленная установка появилась в 1971 г. (технология фирмы UOP). По этой технологии в 1980-1983 годы в Баку, Уфе и Омске были введены в эксплуатацию установки с непрерывной регенерацией катализатора **рис. Р-4,** комплектно поставленные зарубежными фирмами (лицензии на катализатор и технологию процесса принадлежат фирме UOP).

Четыре реактора риформинга расположены друг над другом и связаны между собой системами переточных труб малого диаметра. Шариковый катализатор диаметром 1,6 мм свободно перетекает из реактора в реактор под действием силы тяжести. Из реактора четвертой ступени через систему затворов с шаровыми клапанами катализатор поступает в питатель пневмотранспорта и азотом подается в бункер-накопитель узла регенерации. Регенератор представляет со-

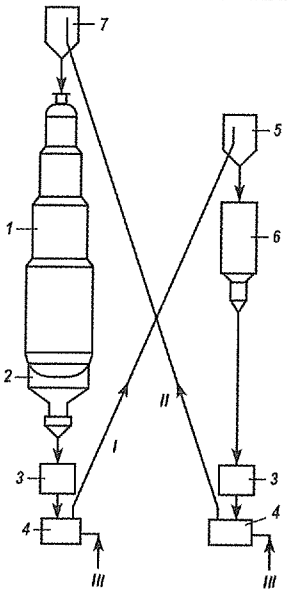


Рис. Р-4. Схема циркуляции катализатора установки риформинга с непрерывной регенерацией:

1 - реакторы; *2* - разгрузочное устройство; *3* - затворный бункер; *4* - питатель; *5* - бункер закоксованного катализатора; *6* - регенератор; *7* - бункер отрегенерированного катализатора.

Потоки: *I* - пневмотранспорт закоксованного ктализатора; *II* - пневмотранспорт регенерированного катализатора; *III* - подача транспортного газа

бой аппарат с радиальным потоком реакционных газов, разделенный на три технологические зоны. В верхней зоне при мольном содержании кислорода менее 1% производится выжиг кокса, в средней при содержании кислорода 10-20% и подаче хлорорганического соединения – окислительное хлорирование катализатора, а в нижней – прокаливание катализатора в токе сухого воздуха. Разобщение зон – гидравлическое. Из регенератора через систему шлюзов-затворов катализатор поступает в питатель пневмотранспорта и водородсодержащим газом подается в бункер-наполнитель, расположенный над реактором первой ступени. Процесс регенерации автоматизирован.

Типичные параметры процесса: т-ра – 490-540°С, давление – 0,7-1,0 МПа, объемная скорость подачи сырья 2-3 $ч^{-1}$, объемное соотношение «газ : сырье» – (500÷800) : 1.

В **табл. Р-5** приведены сравнительные характеристики установок риформинга мощностью 1 млн т/год в стационарном и подвижном слое катализатора.

Р-5. Режим установок и выход продуктов на установках риформинга с подвижным и стационарным слоем катализатора

Показатели	Слой катализатора		
	стационарный		подвижный
Фракция, °С	85-180	85-180	85-180
ОЧи бензина	95	95	100
Рабочее давление, МПа	3,0	1,5	0,8
Выход продуктов, %:			
катализат	76,4	84,9	83,5
рефлюкс C_3,C_4	5,6	1,5	3,2
углеводородный газ	11,6	6,5	0,8
ВСГ	6,4	7,1	12,5
в том числе водород	1,0	1,9	2,8

На комплексах производства ароматических углеводородов (КПА), головной процесс к-рых – риформинг с непрерывной регенерацией катализатора, суммарные ксилолы выделяют четкой ректификацией. КПА включают также процессы переработки ароматических углеводородов (**рис. Р-5**) и их конечной продукцией являются бензол, *о*- и *п*-ксилолы. Для удаления осмоляющихся непредельных углеводородов, содержащихся в катализате, на КПА используют адсорбционную очистку на глинах.

Современные схемы с непрерывной регенерацией катализтора. В усовершенствованном варианте процесса Octanizing (Aromizing) фирмы Axens (Франция) также используется непрерывная регенерация катализатора, благодаря чему рабочее давление процесса можно понизить до 0,35 МПа. Установка (**рис. Р-6**) оснащена тремя реакторами *1-3* с перемещающимся слоем высокостабильного и селективного катализатора, приспособленного для непрерывной регенерации. Предусмотрено принудительное транспортирование катализатора водородсодержащим газом. Катализатор последовательно проходит через реакторы *1-3*, затем поступает в регенератор *4*. Газ для пневмотранспорт катализатора отбирается из нагнетательной части компрессора циркулирующего ВСГ. Последовательность операций при регенерации катализатора полностью автоматизирована.

Основные особенности регенеративной технологии Axens: реакторы монтируются рядом на одной отметке, что позволяет облегчить монтаж и уменьшить капиталовложения; в системе регенерации полностью восстанавливается активность катализатора, а его удельная поверхность сохраняется на протяжении более чем 600 циклов.

В процессах Octanizing или Aromizing можно получать наивысшие выходы водорода, высокооктанового бензина и ароматических углеводородов в течение всего срока службы катализатора.

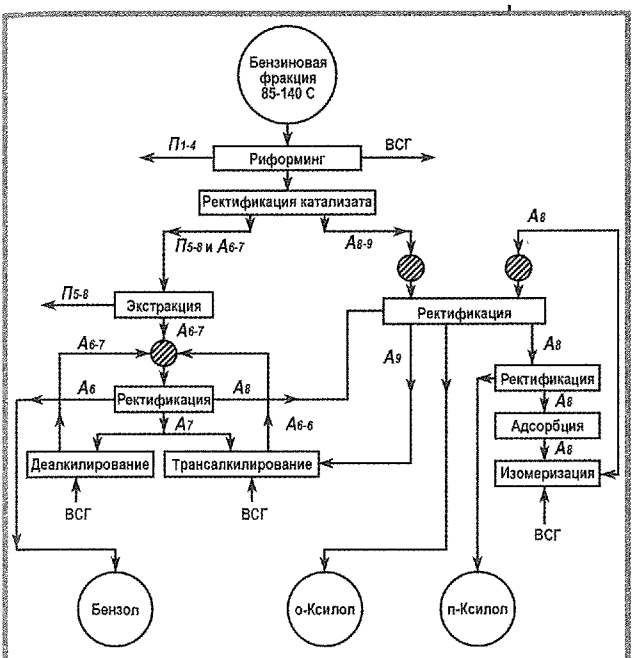


Рис. Р-5. Схема комплекса производства ароматических углеводородов:

П – парафиновые углеводороды; *А* – ароматические углеводороды; *ВСГ* – водородсодержащий газ

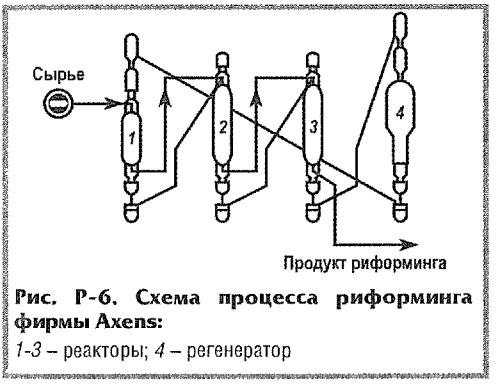


Рис. Р-6. Схема процесса риформинга фирмы Axens:

1-3 – реакторы; *4* – регенератор

Практика эксплуатации установок непрерывного регенерационного риформинга фирмы Axens показала, что в них можно использовать оборудование полурегенерационных установок (традиционных установок риформинга со стационарной регенерацией катализатора). Фирма Axens разработала и внедрила в промышленном масштабе процесс Dualforming, позволяющий реконструировать такую установку риформинга. Одно из преимуществ этого процесса - максимальное использование оборудования, имеющегося в традиционной технологической схеме; предусмотрен монтаж нового реактора с системой непрерывной регенерации катализатора, включенного в имеющуюся схему. В этом варианте среднее давление в реакторе снижается с 2,6 до 1,5 МПа. Преимуществами регенеративной схемы процесса является более высокий коэффициент использования оборудования, а также более высокие выходы дебутанизированного риформата и водорода.

РОЗЛИВ И УПАКОВКА ТВЁРДЫХ ПАРАФИНОВ. Технические и спичечные парафины чаще всего отправляют потребителям в расплавленном состоянии в железнодорожных или автомобильных цистернах. Глубокообезмасленные высокоочищенные твёрдые парафины для пищевой промышленности П-1 и П-2, а также высокоочищенные глубокообезмасленные B_2-B_5 обычно разливают в плиты и упаковывают в картонные короба для транспортирования потребителям. Розлив твёрдых парафинов осуществляют на разливочных машинах непрерывного или периодического действия.

Розлив в плиты на непрерывно действующих разливочных машинах конвейерного типа осуществляется на отечественной линии АЛРУП (автоматическая линия розлива и упаковки парафина) или на зарубежных линиях фирмы Greer. Основной элемент этих машин – многоярусный цепной конвейер, находящийся в холодильной камере. На конвейере машины АЛРУП укреплено 418 рам; на каждой из них в один ряд установлено семь прямоугольных форм размером 482x298x50 мм. Формы изготовлены из коррозионно-стойкой стали с силиконовым покрытием. Общее число форм на конвейере 2508 шт. Конвейер располагается в холодильной камере в восемь ярусов. Общий путь, проходимый конвейером, 244 м при длине камеры 19,5 м и высоте 3,05 м.

Машина включает в себя систему регулирования т-ры расплавленного парафина, подаваемого на розлив, электроподогреватель для форм, устройство для дозирования твёрдого парафина в формы, холодильную установку, механизм для разгрузки форм, конвейер для транспортирования плит, отделение для упаковки их в картонные короба и обвязки стальной лентой.

Расплавленный твёрдый парафин с т-рой 60-75°С, зависящей от т-ры его плавления, подаётся из системы регулирования т-ры на розлив в формы конвейера. Последние перед заполнением

твёрдым парафином проходят секцию электроподогрева. Заполняют формы с помощью плунжерных дозировочных устройств, подающих в каждую форму от 3,6 до 5,4 кг парафина (в зависимости от требуемой толщины плитки). Разница в массе плиток не превышает 0,5-1,0% масс. После заполнения форм расплавленным твёрдым парафином конвейер проходит холодильную камеру, где поддерживается т-ра от 0 до 7°С. Во избежание образования на поверхности плиток парафина морщин предусмотрены меры, обеспечивающие плавность движения конвейера.

В качестве хладагента используется воздух, охлажденный в аммиачных холодильниках. Воздух подаётся перпендикулярно направлению движения конвейера. Имеются специальные устройства, позволяющие управлять потоком поступающего в камеру холодного воздуха. В зависимости от скорости движения конвейера длительность пребывания твёрдого парафина в холодильной камере может изменяться от 1 до 3 ч. На выходе из холодильной камеры формы с твёрдым парафином опрокидывают и выпавшие из них плиты транспортируют конвейером в отделение упаковки. Если по каким-либо причинам твёрдый парафин остается в форме, конвейер автоматически останавливается.

В отделении упаковки автоматическое устройство забирает из штабеля картонную коробку, раскрывает её, помещает в коробку пять плит парафина, смазывает крышки коробки клеем, закрывает коробку и обвязывает стальной лентой. После этого на коробки с плитами парафина наносят данные о товаре и коробки транспортируются на склад, где складываются в штабели в несколько этажей.

Производительность установки составляет 5,0-7,7 т/ч в зависимости от т-ры плавления парафина.

Розлив в плиты на непрерывно действующих разливочных машинах является наиболее прогрессивным методом формирования твёрдого парафина. При обеспечении достаточно высокой производительности эти машины практически исключают необходимость применения ручного труда – они полностью автоматизированы.

Машины периодического действия для розлива твёрдого парафина представляют собой набор большого числа разборных форм (камер) для залива расплавленного парафина. Между камерами для парафина расположены камеры для подачи охлаждающей воды. Камеры свободно перемещаются на двух параллельно установленных горизонтальных опорах. Машина имеет неподвижную плиту в одном конце машины и подвижную плиту в другом. Перед заливом парафина вся система камер уплотняется с помощью гидравлического пресса. При этом плунжер давит на подвижную плиту и прижимает камеры друг к другу и к неподвижной плите. Затем в камеры для парафина подают расплавленный парафин, а в охлаждающие камеры холодную воду. Длительность охлаждения залитого парафина 4-7 ч и зависит от т-ры охлаждающей воды, размера плит и свойств парафина. При его кристаллизации в камерах за счёт усадки образуются пустоты. Поэтому в камеры периодически доливают дополнительные порции расплавленного парафина. По окончании цикла охлаждения избыток его срезают ножом с верхней поверхности камер, снимают давление, действующее на плунжер гидравлического пресса, и отодвигают подвижную плиту. Камеры вручную раздвигают и из них также вручную вынимают плиты парафина. Недостатками этого процесса розлива парафина являются большая металлоёмкость разливочной машины, невозможность автоматизировать процесс формования и главное – применение ручного труда при удалении избытка парафина сверху форм, при разборке форм, извлечении из них плит парафина и подаче на упаковку.

РОСТ ВЯЗКОСТИ МАСЛА, работающего в поршневом двигателе, обусловлен испарением из пленки масла на стенках цилиндров наиболее летучих маловязких фракций, окислением и нитрованием углеводородов базового масла с образованием растворимых и нерастворимых продуктов, загущающих масло, внешним загрязнением масла нерастворимыми частицами (в основном частицами сажи). Р.в.м. имеет ряд негативных последствий. Ухудшается *прокачиваемость масла* и затрудняется *холодный пуск двигателя*, увеличиваются потери на трение при *гидродинамическом режиме смазки* и возрастает расход топлива, снижается теплоотвод от деталей, охлаждаемых маслом, и эффективность маслоочистителей. По этим причинам верхний предел вязкости работающего масла всегда является показателем *предельного состояния моторного масла*. Допустимый предел роста вязкости составляет 25-50% исходной вязкости свежего масла. Он индивидуален для конкретных двигателей, марок масел и условий эксплуатации.

САДОВЫЙ ВАР (ТУ 38.30151–77) – для защиты повреждений, мест обрезки и прививки деревьев и кустарников от влаги, микроорганизмов и насекомых. Представляет собой петролатум, сплавы петролатума с твердым парафином, сплавы нигрола, твердого парафина и канифоли и др.

САЖА (ISO 1998/1) – практически чистый углерод, получаемый при регулируемом сжигании жидких или газообразных углеводородов в присутствии заданного количества воздуха, не обеспечивающего полного сгорания.

САЖЕВАЯ СМАЗКА – смазка, в к-рой в качестве загустителя использована сажа, получаемая при неполном сгорании или термическом разложении углеводородов (смазка ВНИИНП-231). С.с. применяются в качестве высокотемпературных смазок. Они имеют высокие противозадирные свойства и работоспособны до 250°С, однако их используют только в тихоходных узлах трения.

САМОВОСПЛАМЕНЯЮЩЕЕСЯ ЖИДКОЕ РАКЕТНОЕ ТОПЛИВО – топливо, в к-ром окислитель и горючее при контакте в жидком состоянии вступают в химическую реакцию и вызывают воспламенение смеси. Известны топлива, выделяющие энергию при реакции разложения, напр. перекись водорода, гидразин, и состоящие из одного жидкого компонента. Однако наиболее распространены в ракетной технике химические топлива, выделяющие энергию при реакции горения. Они состоят из окислителя и горючего. Такие топлива также могут быть однокомпонентными: в молекулу вещества входят как окислительные, так и горючие элементы, напр. нитрометан.

Двигатели, использующие С.ж.р.т., способное храниться при нормальной т-ре продолжительное время и воспламеняться при контакте компонентов друг с другом, были созданы в 50-х годах прошлого века для упрощения эксплуатации и сокращения времени подготовки к пуску баллистических ракет. В таких двигателях в качестве окислителя применялся азотный тетраоксид (N_2O_4), а горючего – гидразин (N_2H_4) или несимметричный диметилгидразин ($NH_2–N[CH_3]_2$). Многие топлива на основе фтора самовоспламеняются при смешении окислителя и горючего. Способность топлив к самовоспламенению позволяет упростить конструкцию жидкостного ракетного двигателя и повысить его надежность. Некоторые топлива самовоспламеняются при использовании катализатора. Так, если к окислителю (жидкому кислороду) добавить сотую долю процента фтористого озона, то сочетание этого окислителя с керосином делает эту смесь самовоспламеняющейся.

Компоненты самовоспламеняющегося топлива, как правило, чрезвычайно токсичны и довольно агрессивны, поэтому они требуют крайней осторожности в обращении и периодической замены элементов конструкции, к-рые их содержат или находятся в контакте с ними. И хотя жидкостные баллистические ракеты с самовоспламеняющимся топливом впоследствии были заменены твердотопливными, это топливо по-прежнему незаменимо в двигателях ориентации и коррекции полета.

СВЕЖЕЕ МОТОРНОЕ МАСЛО – масло, не бывшее в употреблении. Масло, залитое в *смазочную систему* двигателя при смене, не является свежим, так как оно смешивается с остатком *отработанного масла* и может не полностью соответствовать требованиям *нормативной документации*.

СВЕЧА – наличие атомов углерода и водорода в молекулах твердых углеводородов, способных гореть с выделением света и тепла, обусловили их широкое использование в качестве осветительного материала, дающего ярко светящееся пламя без копоти, вредных и неприятно пахнущих продуктов сгорания. При применении, хранении и транспортировании С. не должны слипаться между собой и деформироваться. Основным компонентом для производства С. является *парафин твердый* марки Т-1, к-рый в чистом виде обеспечивает максимальную светимость пламени. Светимость С. зависит от ее химического состава: наибольшей светимостью обладают *н-алканы*. С увеличением ММ их светимость падает, светимость остальных твердых углеводородов С. намного ниже. В состав С. вводят *пчелиный воск*, стеарин, *полиэтилен* и *полиэтиленовые воски*, а также инсектициды и фунгициды для борьбы с насекомыми и болезнями растений. В последние годы часто выпускают окрашенные декоративные С. различной формы, а также С., дающие окрашенное пламя. Для окраски в состав С. вводят *красители*, для окраски пламени – различные соли.

СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ ЭФИРОВ ДИКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ И СЛОЖНЫХ ЭФИРОВ МНОГОАТОМНЫХ СПИРТОВ. Термическая стабильность сложных эфиров, являющаяся в соответствии с условиями их применения принципиальным свойством данных соединений, существенно зависит от качества исполнения всех стадий технологии синтеза, начиная с контроля характеристик сырьевых реагентов для этерификации до соблюдения условий хранения готовой продукции. Типичные физико-химические свойства сложных эфиров приведены в **табл. С-1.**

С-1. Физико-химические свойства сложных эфиров

Показатели	ДОС	ТГТМП	ПЭТ
Вязкость кинематическая, мм²/с, при:			
100°С	3,3	3,4	5,1
-40°С	1600	2900	7000
Индекс вязкости	148	120	135
Т-ра застывания, °С	-68	-66	-60
Т-ра вспышки, °С	220	230	260
Кислотное число, мг КОН/г	0,1	0,05	0,05
Испаряемость по NOACK, % масс.	8	7	6

Сложные эфиры обладают хорошей растворяющей способностью по отношению к большинству присадок, вызывают значительное набухание уплотнительных резин; диоктилсебацинат (*ДОС*) и тригептаноат триметилолпропана (*ТГТМП*) неограниченно взаимно растворимы с нефтяными маслами, полиальфаолефиновыми маслами (*ПАОМ*) и алкилбензольными маслами (*АМ*); пентаэритритовый эфир смеси жирных кислот C_5-C_9 (*ПЭТ*) в ПАОМ растворим ограниченно при низких т-рах.

Смеси ПАОМ с 10-20% ДОС или ТГТМП совместимы с большинством резин, применяемых в качестве уплотнительных материалов; они хорошо растворяют все присадки, применяемые в составах моторных масел, имеют регулируемые в широких пределах вязкостно-температурные и низкотемпературные свойства, низкую испаряемость. Поэтому они применяются как основы синтетических моторных масел, обеспечивающих холодный запуск двигателей от –35°С, масел для газотурбинных авиационных двигателей, масел для шарниров вертолетов, пластичных смазок, применяющихся в напряженных узлах аэрокосмической техники, гидравлических жидкостей. Как базовые компоненты синтетических моторных масел ДОС и ТГТМП взаимозаменяемы. ДОС и ТГТМП применяются также самостоятельно в композициях смазочных масел для авиационных газотурбинных двигателей.

ПЭТ применяется как основа смазочных масел, работоспособных при т-рах выше 200°С, для авиационных газотурбинных двигателей новейших поколений, а также в качестве дисперсионной среды высокотемпературных пластичных смазок. Высокая термическая стабильность ТГТМП и ПЭТ обусловлена своеобразной структурой углеводородного скелета: у β-углерода спиртовой части отсутствует водородный атом, способствующий высокотемпературному разложению.

ПЭТ обладает в отличие от углеводородов хорошей растворяющей способностью по отношению к фторуглеводородам, поэтому он широко используется в качестве основ холодильных масел для агрегатов, у к-рых рабочим телом являются озонобезопасные хладоны - фторуглеводороды R-125 (пентафторэтан), R-134a (ассиметричный тетрафторэтан) и их смеси.

СВОЙСТВА СОТС И МЕТОДЫ ИХ ОЦЕНКИ. Свойства СОТС различаются в зависимости от их типа, класса, подкласса, ряда, группы и подгруппы (см. *Смазочно-охлаждающие технологические средства. Классификация СОТС*, табл.С-22). Условно их разделяют на физико-химические, функциональные, эксплуатационные и экологические.

Такая совокупность свойств СОТС обусловливает его пригодность (качество) обеспечивать требуемые выходные параметры технологических операций механической обработки металлов.

Физико-химические свойства СОТС в значительной мере определяют *качество СОТС* и его чистоту при производстве, хранении и примене-

С-2. Основные показатели качества масляных и водосмешиваемых СОТС и методы их оценки (ОСТ 38 01327-83, ДСТУ 3927-99 и ДСТУ 3914-99)

Показатели качества	Характеризуемые свойства	Методы определения
1	2	3
НАЗНАЧЕНИЕ		
Вязкость кинематическая	Реологические свойства	ГОСТ 33
Коррозионное воздействие на металлы (масляные СОТС)	Состав. Активность	ГОСТ 2917
Содержание механических примесей	Состав и эксплуатационные свойства	ГОСТ 6370
Содержание воды	Состав	ГОСТ 2477-65
Кислотное число	-"-	ГОСТ 11362 (ИСО 6619-88), ГОСТ 5985, ГОСТ 6707
Число омыления	-"-	ГОСТ 21749, ГОСТ 17362
Общая щелочность	-"-	ГОСТ 11362 (ИСО 6619-88), ГОСТ 6707
Содержание активных элементов (серы, хлора, фосфора)	-"-	ГОСТ 1437, ГОСТ 1431 (сера), ГОСТ 20242 (хлор), ГОСТ 9827 (фосфор)
Коксуемость	-"-	ГОСТ 19932
Зольность	-"-	ГОСТ 1461
Трибологические характеристики	Эксплуатационные свойства	ГОСТ 9490
Биоцидная активность	То же	ГОСТ 9.085
Склонность к пенообразованию, устойчивость пены	Состав и эксплуатационные свойства	ГСТУ 320.0014 9943.004-96
Значение pH	То же	ГОСТ 6243
Коррозионная агрессивность в отношении черных и цветных металлов (эмульсии и растворы)	-"-	ГОСТ 6243, п. 2

Окончание табл. С-2

1	2	3
НАДЕЖНОСТЬ		
Стабильность при хранении	Эксплуатационные свойства	ГОСТ6243, п. 6
Стабильность при низких т-рах	То же	ГОСТ 6243, п. 5
Т-ра текучести и застывания	-"-	ГОСТ 20287
Влияние жесткой воды	-"-	ГОСТ 6243, п. 8
Гарантийный срок хранения	Стабильность	-
ЭРГОНОМИЧНОСТЬ		
Внешний вид	Состав	Визуально, ГОСТ 6243, п. 1
Запах	-"-	Органолептически
Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе	Экологические свойства	-
БЕЗОПАСНОСТЬ		
Т-ра вспышки в открытом или закрытом тигле	Экологические свойства	ГОСТ 4333, ГОСТ 6356
Класс опасности	То же	ГОСТ 12.1.007

нии. Основные показатели качества масляных и водосмешиваемых СОТС и методы их определения приведены в **табл. С-2.**

Иногда для СОТС определяют и др. показатели. Так, цвет оценивается калориметрически по ГОСТ 20284 или ASTM D1500, коррозионность водосмешиваемых СОТС по IP 125, способность СОТС предохранять металл от ржавления в условиях высокой влажности по ГОСТ 9.054 или ASTM D 1748, в условиях солевого тумана по ГОСТ 9.054 (метод 3) или MIL-B-117-64.

По физико-химическим свойствам СОТС проводится его паспортизация при производстве и входной контроль при поступлении к потребителю, а также текущий контроль при эксплуатации (определяется уровень загрязненности твердыми веществами, посторонними неэмульгированными маслами, микроорганизмами, водой, содержание концентрата СОТС в рабочем растворе и т.д), что дает возможность диагностировать состояние рабочей жидкости для принятия решения о ее дальнейшем использовании в *системе применения СОТС*.

Функциональные свойства СОТС определяются трибологическими характеристиками (противозадирными, противоизносными, антифрикционными свойствами), химической активностью, охлаждающим, режущим, пластифицирующим и моющим действиями. Разделить различные эффекты действия СОТС бывает весьма трудно, так как они могут проявляться одновременно и порознь в различных зонах контактной поверхности инструмента, стружки и заготовки в зависимости от особенностей обработки, характеристик обрабатываемого и инструментального материалов.

Эксплуатационные свойства СОТС – это, в первую очередь, способность оказывать положительное влияние на стойкость инструмента, усилия резания, качество обрабатываемой поверхности. Кроме того СОТС должно обладать химической активностью (см. *Химическая активность СОТС*), стабильностью (см. *Стабильность СОТС*), биостойкостью (см. *Биоповреждения СОТС*), иметь низкую склонность к пенообразованию, не разрушать поверхность металлов химическими или электрохимическими процессами, быть нейтральными по воздействию на резину и лакокрасочные покрытия станочного оборудования (см. *Воздействие СОТС на резину*, *Воздействие СОТС на лакокрасочные покрытия*). СОТС должны обладать высокими антикоррозионными свойствами – надежно защищать станочное оборудование от коррозии, а также гарантировать антикоррозионную защиту готовых изделий на определенный межоперационный период даже при неблагоприятных атмосферных условиях их хранения. Особенно это касается консервационно-штамповочных масел типа «Прелюб». Защитная способность СОТС оценивается по ГОСТ 9.054.

Экологические свойства СОТС определяют их опасность для окружающей среды и здоровья человека. Оценивают экологические свойства СОТС по их токсичности, *испаряемости СОТС*, *противотуманным свойствам СОТС* и пожароопасности (возгораемости, воспламенению и самовоспламенению).

Комплекс методов оценки токсичности СОТС определена органами здравоохранения (см. *Токсичность СОТС*).

Номенклатура показателей и методов определения пожаровзрывоопасности веществ и материалов приведена в ГОСТ 12.1.044. Для операторов установок по производству СОТС и операторов металлообрабатывающих станков существует опасность контакта их кожи с продуктом и вдыхания его испарений. Простые меры промышленной техники безопасности и гигиены труда в часности, использование непроницаемых перчаток, защитной одежды, защитных очков и кремов могут существенно ограничить опасность заболевания кожи и раздражения слизистых оболочек глаз.

Для снижение испаряемости СОТС необходимо исключить его перегревание, установить на рабочих местах оборудование для очистки воздуха и соответствующую вентиляцию. СОТС, используемое при механической обработке метал-

лов должно иметь токсиколого-гигиенический паспорт (Заключение), выданный органами здравоохранения и Заключение о пожарной опасности. Контроль воздуха рабочей зоны во время работы с СОТС и его компонентами осуществляется по ГОСТ 12.1.005. Методы оценки свойств СОТС, меры безопасности при работе с ним излагаются в технических условиях (ТУ) на продукт. Номера ТУ, на некоторые товарные СОТС, производимые в России, на Украине и в Белоруссии см. *Ассортимент СОТС*.

Охрана окружающей среды при работе с СОТС является одной из самых важных проблем, для решения к-рой необходимы совместные усилия разработчиков, изготовителей и потребителей СОТС, присадок и масел.

СВЯЗКА ВРЕМЕННАЯ БЕЗВОДНАЯ ДЛЯ МАГНЕЗИАЛЬНЫХ ОГНЕУПОРОВ – см. *Безводная временная связка для магнезиальных огнеупоров*.

СВЯЗУЮЩЕЕ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ТВЕРДЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ (С.) – продукт, поддерживающий сохранность формы сырого изделия при его формовке перед сушкой и обжигом. В дальнейшем при обжиге изделия С. испаряется из него, крекируется или сгорает. С. не должно оставлять золы и углерода. С. вводится в массу перед формованием изделия при производстве огнеупорных материалов, в частности магнезиальных огнеупоров, фарфора, а также при производстве шлифовального инструмента. В качестве основы используют твердые парафины и нефтяные церезины. В С. вводят 3-8% масс. олеиновой и рицинолевой кислот, пчелиный воск, жирные кислоты, жирные спирты C_{12}-C_{20} и др.

СВЯЗУЮЩЕЕ ТВЕРДОГО СМАЗОЧНОГО МАТЕРИАЛА – вещество, способствующее сцеплению частиц твердого смазочного материала между собой и поверхностью трения (ГОСТ 27674).

СЕДИМЕНТАЦИЯ – оседание или всплывание частиц дисперсной фазы (твердых крупинок, капелек жидкости, пузырьков газа) в жидкой или газообразной дисперсионной среде в гравитационном поле или в поле центробежных сил. Скорость С. зависит от массы, размера и формы частиц, вязкости и плотности среды, а также ускорения, возникающего при действии на частицы сил поля.

СЕЗОННЫЕ МОТОРНЫЕ МАСЛА – масла, вязкостные характеристики к-рых позволяют применять их только зимой или летом. Маловязкие *зимние моторные масла* позволяют осуществлять *холодный пуск* двигателей при т-ре ниже 0°С, но недостаточно вязки для обеспечения смазывания двигателей при т-ре 0±5°С. Более вязкие *летние моторные масла* не позволяют осуществлять холодный пуск двигателей зимой без предварительного подогрева масла.

К зимним моторным маслам относятся масла М-8$Г_2$, М-8$Г_2$к, М-8ДМ, к летним – М-10$Г_2$, М-10$Г_2$к, М-10ДМ, выпускаемые по ГОСТ 8581.

СЕЛЕКТИВНАЯ (СОЛЬВЕНТНАЯ) **ДЕПАРАФИНИЗАЦИЯ** – разновидность процесса экстракции – экстрактивная кристаллизация. Основана на различной растворимости твердых и жидких углеводородов в некоторых растворителях при низких т-рах. Твердые углеводороды ограниченно растворяются в полярных и неполярных растворителях; их растворимость подчиняется общей теории растворимости твердых веществ в жидкостях и характеризуется следующими положениями:

• уменьшается с увеличением температур выкипания сырьевой фракции;

• уменьшается с увеличением ММ (для углеводородов одного гомологического ряда);

• увеличивается с повышением т-ры нагрева данной фракции.

При охлаждении ниже т-ры кристаллизации твердые углеводороды кристаллизуются и выделяются из раствора в виде твердой фазы, к-рая отделяется от жидкой путем фильтрования.

Сырье – рафинаты селективной очистки масляных фракций, как правило, выкипающих выше 300°С, гидрогенизаты, получаемые в результате гидрообработки рафинатов селективной очистки или гидрокрекинга вакуумных дистиллятов нефти.

Продукция – депарафинированные масла с необходимой т-рой застывания, гачи из дистиллятного сырья, петролатумы из остаточного сырья. Гачи и петролатумы используются для получения, соответственно, товарных парафинов и церезинов.

Растворители должны отвечать следующим требованиям:

• при т-ре процесса растворять жидкие углеводороды сырья и не растворять твердые;

• обеспечивать минимальную разность температур застывания депарафинированного масла и конечного охлаждения смеси сырья и растворителя, называемую температурным эффектом депарафинизации (ТЭД) – чем меньше ТЭД, тем экономичнее процесс депарафинизации;

• способствовать образованию крупных кристаллов твердых углеводородов, обеспечивающих хорошее фильтрование суспензии и промывку лепешки твердых углеводородов на фильтре;

• способствовать снижению вязкости суспензии твердых углеводородов в масле с целью улучшения процесса фильтрования и повышения четкости отделения твердых углеводородов от жидких.

Наиболее распространены кетон-ароматические растворители: смесь метилэтилкетона (МЭК) и толуола; ацетона и толуола или МЭК, толуола и ацетона. Используются также смесь дихлорэтана с

метиленхлоридом (процесс Ди-Ме) и пропан (однако процесс с использованием пропана характеризуется значительно меньшей технико-экономической эффективностью по сравнению с процессами, включающими полярные растворители); смесь МЭК с метилизобутилкетоном (МИБК); смесь МЭК с метил-*трет*-бутиловым эфиром (МТБЭ).

Хладагенты – пропан или аммиак, позволяющие получать масла с т-рой застывания до –25°С. На установках низкотемпературной (глубокой) С.д. при производстве масел с т-рой застывания ниже –25°С в дополнение к охлаждению аммиаком или пропаном применяется охлаждение этаном и этиленом.

Депарафинизация в растворе «МЭК-толуол» – один из самых распространенных процессов в производстве минеральных масел. Процесс включает стадии кристаллизации, фильтрования, регенерации растворителя из растворов депарафинированного масла и гача (петролатума).

Условия, в к-рых протекает кристаллизация, имеют большое значение для роста кристаллов. Крупные кристаллы правильной орторомбической формы способствуют лучшему отделению твердой фазы от жидкой. Кристаллизация начинается с выделения из перенасыщенного раствора зародышей кристаллов (центров кристаллизации). Для получения крупных кристаллов необходимо минимальное количество зародышей. Их количество зависит от скорости охлаждения раствора. Чем выше скорость охлаждения, тем большее количество кристаллических зародышей образуется в растворе, и тем меньше размер образовавшихся кристаллов.

На полноту и четкость отделения кристаллов твердых углеводородов от масла влияет предварительная термическая обработка смеси депарафинируемого масла с растворителем. Для этого смесь перед охлаждением предварительно нагревают до т-ры, на 10–15°С превышающей т-ру полной растворимости твердых углеводородов. Цель термической обработки – расплавление наиболее высокоплавких углеводородов, к-рые могут быть дополнительными центрами кристаллизации, а также создать условия, обеспечивающие выделение из раствора минимального количества зародышей кристаллов.

Так как различные растворители растворяют твердые углеводороды в разной степени, то для достижения требуемой т-ры застывания масла необходима различная степень охлаждения депарафинируемой смеси. После разделения охлажденной смеси твердых и жидких углеводородов получают раствор депарафинированного масла и смесь твердых углеводородов с примесью растворов жидких компонентов.

Схема процесса. Сырье и растворитель смешиваются в заданном соотношении и через теплообменники *1* (**рис. С-1**) подаются в регенеративные кристаллизаторы *2*, а затем в кристаллизаторы *3*, где в качестве хладагента служит аммиак, пропан или этан. В зависимости от выбранного режима разбавления растворитель может подаваться на смешение с сырьем не только перед началом кристаллизации, но и в ходе этого процесса (порционное разбавление). Холодная суспензия твердых углеводородов в растворе масла поступает на барабанные вакуумные фильтры *4*. *Лепешка* твердых углеводородов на фильтре промывается холодным растворителем и выводится в отделение регенерации *6*. Холодный раствор депарафинированного масла (фильтрат) через кристаллизаторы *2*, где он служит для первичного охлаждения смеси сырья с растворителем, поступает в отделение регенерации *5*.

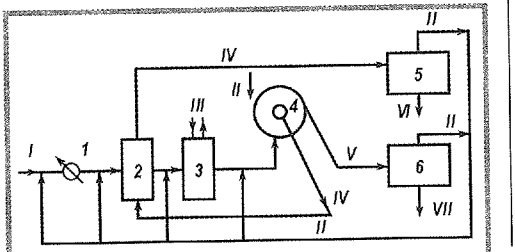


Рис. С-1. Принципиальная схема селективной депарафинизации масляного сырья:
I – сырье; *II* – растворитель; *III* – хладагент; *IV* – раствор депарафинированного масла; *V* – раствор гача (петролатума); *VI* – депарафинированное масло; *VII* – гач (петролатум)

Для снижения содержания масла в гаче (петролатуме) фильтрование обычно осуществляется в две ступени. С первой ступени фильтрования раствор депарафинированного масла выводится на регенерацию, а раствор гача (петролатума) разбавляется растворителем и поступает на вторую ступень. Оттуда раствор гача (петролатума) выводится на регенерацию, а фильтрат используется, наряду с растворителем, для разбавления сырья перед первой ступенью фильтрования. Применение многоступенчатых (три–пять ступеней) схем фильтрования в процессе депарафинизации обусловило разработку и освоение совмещенных процессов депарафинизации – обезмасливания с одновременным получением депарафинированных масел с необходимой т-рой застывания и высокообезмасленных парафинов (церезинов).

Регенерация растворителя из раствора депарафинированного масла осуществляется в четыре ступени – в трех отгонных и отпарной колон-

нах, а регенерация растворителя из раствора гача (петролатума) – в три ступени – в двух отгонных и отпарной колоннах. Теплота, необходимая для регенерации растворителя, обеспечивается паром, огневым подогревом или теплоносителем, нагреваемым в печах.

Технологический режим С.д. обусловливается качеством сырья, составом растворителя, кратностью и режимом разбавления сырья растворителем, скоростью охлаждения суспензии, т-рой конечного охлаждения (фильтрования)

Одной из разновидностей С.д. является процесс Dilchill, в к-ром кристаллизация твердых углеводородов осуществляется прямым введением холодного растворителя в нагретое сырье при энергичном перемешивании в кристаллизаторе, снабженном специальным перемешивающим устройством. Образующиеся сильно разрозненные и компактные агломераты кристаллов твердых углеводородов обеспечивают высокие скорость фильтрования и выход депарафинированного масла. Эту технологию депарафинизации можно использовать для сырья любой вязкости.

СЕЛЕКТИВНАЯ ГИДРООЧИСТКА БЕНЗИНА КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА – процесс, уменьшающий содержание серы в *бензине каталитического крекинга* при сохранении в нем основной массы олефинов и без заметного снижения его ОЧ. Бензины, получаемые при каталитическом крекинге сернистых и высокосернистых нефтей, содержат значительное количество серы, нестабильных к окислению непредельных углеводородов (в основном диолефиновых), смол и др. компонентов, что снижает их качество и ограничивает использование в современных двигателях. Указанные нежелательные примеси легко удаляются при гидрогенизационной очистке. Однако в условиях традиционной гидроочистки удаляются не только эти примеси, но и основная масса стабильных к окислению олефинов, что приводит к значительному снижению ОЧ бензинов. Гидроочистку бензинов каталитического крекинга необходимо проводить в условиях, к-рые обеспечивают достаточно глубокую сероочистку и обессмоливание при одновременном и глубоком гидрировании наименее нестабильных к окислению диолефиновых углеводородов, не затрагивая основной массы олефинов. Исследования по процессу С.г.б.к.к. были выполнены еще в середине 60-х годов прошлого века. Однако развитие в нефтепереработке этот процесс получил в последнее десятилетие, что связано с жесткими экологическими требованиями, предъявляемыми к содержанию серы в товарных автомобильных бензинах.

Теоретические основы. Механизм процесса избирательного гидрирования сернистых соединений в присутствии непредельных углеводородов окончательно не выяснен. Предполагается, что сернистые соединения тормозят реакции насыщения водородом непредельных углеводородов в результате захвата активных центров катализатора. Основная реакция при С.г.б.к.к. – *гидрогенолиз* сернистых соединений:

$R\text{-}S\text{-}R' + 2H_2 \rightarrow RH + R'H + H_2S$;

$R\text{-}S\text{-}S\text{-}R + 3H_2 \rightarrow 2RH + 2H_2S$;

$R\text{-}C_4H_4S + H_2 \rightarrow RC_4H_{10} + H_2S$.

Как правило, низкотемпературное селективное гидрирование диолефинов:

$R\text{-}CH{=}CH\text{-}CH{=}CH_2 + 2H_2 \rightarrow R\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_3$

предшествует стадии С.г.б.к.к. Эту стадию предусматривают для предотвращения забивки теплообменников, печей и, в худшем случае, верхнего слоя катализатора С.г.б.к.к. Побочные реакции – гидрирование олефинов $R{=}R' + H_2 \rightarrow R\text{-}R'$ (частичное вовлечение в превращение) и возможная рекомбинация меркаптанов $H_2S + R{=}R' \leftrightarrow R\text{-}R'SH$. Обычно селективность катализатора и рабочий режим определяют степень гидрообессеривания в зависимости от приемлемой (ограниченной) глубины гидрогенизации олефинов. Скорость гидрирования возрастает с повышением т-ры, однако при малом времени реагирования, т.е. при большой скорости подачи сырья, скорость гидрирования сернистых соединений заметно превышает скорость гидрирования олефинов. Полное гидрирование непредельных углеводородов становится термодинамически возможным при давлении более 2 МПа и т-ре до 430°С. Снижение октановых характеристик при гидрогенизации олефинов увеличивается по мере роста размера молекул и зависит от степени их разветвленности. Напр., снижение ОЧм 1-алкена при насыщении водородом двойных связей выше, чем у изоолефинов (напр. 2-метил-2-алкены). Гидрогенизация 2-метил-2-бутена до 2-метилбутана фактически обеспечивает повышение ОЧм. Легкие олефины обладают более высокой реакционной способностью к гидрогенизации, чем тяжелые. Образование рекомбинационных меркаптанов происходит быстрее, реакция более термодинамически вероятна. Сероводород ингибирует реакции гидрообессеривания. Высокие концентрации сероводорода в водородсодержащем газе (ВСГ) отрицательно влияют на селективность процесса. Очистка циркуляционного ВСГ предотвращает накопление H_2S и улучшает селективность катализатора. Продукт гидрообессеривания обычно подвергают последующей очистке от меркаптанов (напр. щелочной очистке или на современных установках экстракции меркаптанов) для удовлетворения требований спецификаций.

Параметры процесса. Процесс С.г.б.к.к. широкой фракции бензина каталитического крекинга осуществляется при пониженном против обычного давлении водорода до 2,0-3,0 МПа (и даже до 1,0 МПа). Т-ру подбирают в зависимости от исходного содержания серы в сырье и требуемой степени гидроочистки при обеспечении минимальных потерь ОЧм (не более 0,5-1 ед.). Наиболее характерны следующие условия: т-ра 250-350°С; объемная скорость подачи сырья 3-10 $ч^{-1}$. Так как в бензине каталитического крекинга, как правило, олефины сконцентрированы в легких фракциях, в то время как сера – в тяжелых, рациональным вариантом является облагораживание тяжелой фракции бензина каталитического крекинга. В ряде случаев бензин каталитического крекинга делят на три фракции: легкую, среднюю и тяжелую. Легкую фракцию бензина НК–65(70)°С, содержащую, в основном, меркаптановую серу, подвергают лишь демеркаптанизации, а среднюю 65(70)–120(140)°С и тяжелую >120–140°С фракции раздельно подвергают селективной гидроочистке, подбирая для каждой оптимальные режимы, обеспечивающие наименьшее снижение ОЧ.

В процессе С.г.б.к.к. используются традиционные катализаторы гидроочистки.

Современные технологии, включающие процесс С.г.б.к.к. (см. *Обессеривание бензина каталитического крекинга*), обеспечивают глубокое обессеривание бензина каталитического крекинга (содержание серы менее 0,001% масс.) с минимальным снижением ОЧм (не более 0,5-1 ед.).

СЕЛЕКТИВНАЯ ОЧИСТКА – экстракционный процесс, заключающийся в селективном (избирательном) удалении из масляного сырья нежелательных компонентов – полициклических ароматических углеводородов и смолистых соединений.

Сырье – масляные (вакуумные) дистилляты, условно выкипающие при т-ре выше 300°С, и деасфальтизаты, полученные путем *деасфальтизации гудрона пропаном*.

Продукция – рафинаты (целевые продукты) – направляются на депарафинизацию для получения базовых масел; экстракты (побочные подукты) – используются как сырье для производства битумов, технического углерода, пластификаторов каучуков в резиновой и шинной промышленности, как компонент котельного топлива.

Растворители. На промышленных установках применяются полярные растворители: фенол (C_6H_5OH), фурфурол (C_4H_3OCHO), N-метилпирролидон-2 (C_5H_9NO) (МП) – перспективный растворитель, находящий все более широкое применение как на вновь строящихся, так и на реконструируемых установках фенольной и фурфурольной очистки.

Технологический режим. Протекание процесса определяют температурный режим экстракции; кратность растворитель:сырье; характер сырья и растворителя. Эмпирическая зависимость выхода рафината от кратности «растворитель:сырье» и т-ры экстракции:

$$\lg(100-R)=(a+bT)\lg S+cT+d,$$

где R – выход рафината, %; T – т-ра экстракции, °С; S – кратность растворителя к сырью; a, b, c, d – константы, определяемые экспериментально.

Установка С.о. состоит из следующих основных секций: экстракции, регенерации растворителя из рафинатного и экстрактного растворов. Установки С.о. N-метилпирролидоном-2 (**рис. С-2**) включают также секции адсорбции сырьем МП из водных паров и осушки влажного МП.

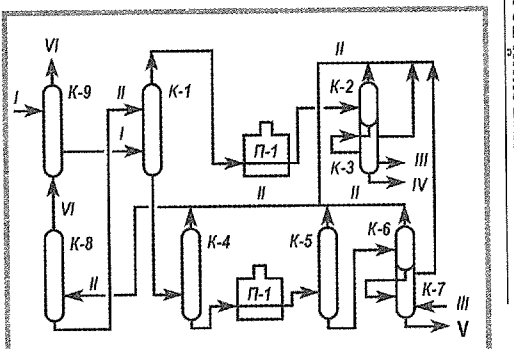


Рис. С-2. Схема очистки масел N-метилпирролидоном-2:

К-1 – экстракционная колонна; *К-2* – колонна отгонки рафинатного раствора; *К-3* – колонна отпарки рафинатного раствора; *К-4, К-5, К-6* – колонны отгонки экстрактного раствора; *К-7* – колонна отпарки экстрактного раствора; *К-8* – колонна осушки МП; *К-9* – абсорбер-деаэратор сырья; *П-1, П-2* – печи.

Потоки: *I* – сырье; *II* – МП; *III* – водяной пар; *IV* – рафинат; *V* – экстракт; *VI* – пары воды на конденсацию

СЕПАРАЦИЯ СОТС – разделение основы СОТС, твердого и жидкого загрязнителей.

СЕРА В НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТАХ. Методы определения. Сернистые соединения многих нефтей и нефтепродуктов представлены элементной серой, органическими сернистыми соединениями (меркаптанами, сульфидами, дисульфидами, тиофенами и т.п.) и являются нежелательными компонентами из-за их способности вызывать коррозию металлов.

Наличие в топливах активных сернистых соединений (сероводорода, меркаптанов и элементной серы) приводит не только к коррозии оборудования и механизмов, особенно повышенной в присутствии влаги, но и понижает ОЧ бензина и

ослабляет действие октаноповышающих добавок. Исключение – масла со специальными присадками, в к-рых сера – полезная составляющая, играющая роль природного антиокислителя, противоизносного и противозадирного компонента.

Как правило, для определения сернистых соединений оценивают содержание серы. Общее содержание серы регламентируется практически для всех нефтепродуктов. Содержание серы влияет на цену нефти, так как переработка высокосернистой нефти связана с большими дополнительными затратами.

В зависимости от испытуемых нефтепродуктов и анализируемых сернистых соединений применяют различные методы их определения, регламентируемые стандартами.

ГОСТ 19121 «Нефтепродукты. Метод определения серы сжиганием в лампе». Метод распространяется на светлые нефтепродукты с упругостью паров до $931 \cdot 10^2$ Па (700 мм рт.ст.), бензин, керосин, нафту и др. и позволяет определять содержание серы не менее 0,01% масс.

Сущность метода заключается в сжигании нефтепродукта в лампе в чистом виде (без разбавителей) или после разбавления растворителем с последующим поглощением образовавшихся оксидов серы раствором углекислого натрия и титрованием соляной кислотой.

Для определения содержания серы применяют аппарат типа ОС или ОСУ, стеклянный водоструйный насос, водяную баню с электрообогревом и набор посуды и реактивов согласно ГОСТ 19121.

Анализ должен проводиться в проветриваемом помещении без дополнительных источников серы. Образовавшуюся на аппарате копоть механически удаляют, затем промывают аппарат последовательно хромовой смесью, водопроводной водой, ополаскивают дистиллированной водой и высушивают.

Лампу и фитиль промывают петролейным эфиром или бензином и высушивают. В лампу вставляют фитильную трубочку или же пробку с фитильной трубочкой, через к-рую пропущен фитиль. Нижний конец фитиля размещают по окружности дна лампы, наружный конец его срезают на уровне верхнего края фитильной трубочки и закрывают колпачком.

При сжигании легколетучих продуктов фитиль необходимо вставлять плотно, при сжигании менее летучих продуктов – более свободно. При каждом испытании необходимо использовать новый фитиль. Нефтепродукты (дизельные топлива, продукты пиролиза), дающие копоть при сгорании, разбавляют бессернистым бензином.

При заполнении лампы для сжигания без разбавления в лампу пипеткой или цилиндром наливают 4-5 см³ авиационного бензина или его компонентов или 2-3 см³ керосина, реактивного и дизельного топлива.

Лампу закрывают колпачком и взвешивают с погрешностью не более 0,0004 г.

Для сжигания с разбавлением в лампу, предварительно взвешенную (с колпачком, но без фитиля и фитильной трубочки) и подготовленную, наливают испытуемый продукт в объемах, указанных в **табл. С-3.**

С-3. Объем нефтепродуктов, заливаемых в лампу

Нефтепродукты	Объем пробы для анализа, см³	Соотношение объемов растворителя и нефтепродукта
Бензин и его компоненты	1,0-3,0	1:1; 2:1 или 3:1
Дизельное топливо	0,9-1,0	3:1 или 4:1
Масло вязкостью до 10·мм²/с при 100°С	2,0-2,3	3:1
Масло вязкостью свыше 10·мм²/с при 100°С	0,9-1,0	7:1

Лампу закрывают колпачком, взвешивают и добавляют растворитель. После разбавления и полного растворения нефтепродукта вставляют фитильную трубочку с фитилем. Лампу закрывают колпачком. Собирают аппарат, соединяют каплеуловители между собой и систему подключают к насосу, создающему разрежение.

Заполняют абсорбер аппарата 10 см³ раствора углекислого натрия и 15 см³ дистиллированной воды при массовой доле серы в нефтепродукте до 0,5%, 25 см³ раствора углекислого натрия – при массовой доле серы свыше 0,5%. Абсорберы соединяют с каплеуловителями и ламповыми стеклами с помощью резиновых трубок и закрепляют зажимами Гофмана.

Испытание включает следующие операции:

- зажигание ламп пламенем, свободным от серы (спиртовки), устанавливаемым под ламповые стекла так, чтобы края фитильных трубочек находились не более чем на 8 мм выше нижнего края ламповых стекол, высота пламени каждой лампы 6-8 мм и регулируется легким постукиванием по лампе;
- регулирование скорости всасывания воздуха, к-рую поддерживают одинаковой во всех абсорберах, зажимами так, чтобы пламя не коптило и брызги не забрасывались в каплеуловители;
- полное сжигание испытуемого нефтепродукта в каждой лампе (после сжигания разбавленного нефтепродукта в лампу снова наливают по 1 см³ растворителя дважды и сжигают полностью).

По окончании сжигания дополнительной порции растворителя лампу гасят, закрывают ее колпачком и через 3-5 мин выключают насос.

Лампу в контрольном опыте гасят одновременно с окончанием сжигания растворителя в лампах с пробами.

Аппарат разбирают, каплеуловитель, ламповое стекло и верхнюю часть абсорбера тщательно промывают струей дистиллированной воды, подкрашенной метиловым оранжевым (7 см³ на 1 дм³ воды) и сливают в абсорбер, в к-ром погашались оксиды серы раствором углекислого натрия. Промывку каждого аппарата проводят небольшими порциями, расходуя 50-70 см³ дистиллированной воды, и считают законченной, если промывные воды не окрашиваются в розовый цвет.

Растворы в абсорберах перемешивают при помощи водоструйного насоса, груши, перемещая раствор из одного резервуара абсорбера в другой и обратно. Если при этом раствор в абсорбере окрашивается в розовый цвет, испытание повторяют с меньшей навеской нефтепродукта.

Титруют при перемешивании раствор с продуктами сгорания контрольной жидкости (нефраса C_2/C_3 или спирта) раствором соляной кислоты до розовой окраски (контрольный опыт). Рабочий раствор с продуктами сгорания нефтепродукта титруют до окрашивания в розовый цвет, идентичный цвету оттитрованного контрольного раствора. Если расхождение между результатами титрования контрольного раствора до и после сжигания спирта или растворителя превышает 0,05 см³, то это указывает на загрязненность воздуха серой, помещение проветривают и испытания повторяют. Если на титрование израсходовано меньше 3 см³ (в абсорбер помещено 10 см³ раствора углекислого натрия) или меньше 6 см³ (в абсорбер помещено 25 см³ раствора углекислого натрия) раствора соляной кислоты, то испытание не принимают в расчет и повторяют с меньшей навеской нефтепродукта.

Содержание серы X, % масс., определяют по формуле:

$$X=[(V-V_1)\cdot K\cdot 0{,}0008\cdot 100]/m,$$

где V – объем 0,05 моль/дм³ (0,05 н) раствора соляной кислоты, израсходованный на титрование в контрольном опыте, см³; V_1 – объем 0,05 моль/дм³ (0,05 н) раствора соляной кислоты, израсходованный на титрование раствора после поглощения продуктов сгорания нефтепродукта, см³; K – поправочный коэффициент к титру 0,05 моль/дм³ (0,05 н) раствора соляной кислоты; 0,0008 – масса серы, эквивалентная 1 см³ 0,05 моль/дм³ (0,05 н) раствора соляной кислоты, г; m – масса испытуемого продукта, г.

За результат испытания принимают среднее арифметическое двух определений (единичных результатов испытаний).

Повторяемость (сходимость), %, двух результатов испытаний при 95%-ной доверительной вероятности не превышает значений, указанных на **рис. С-3** (для содержания серы до 0,5% масс.) и равна 0,03% (для содержания серы свыше 0,5% масс.).

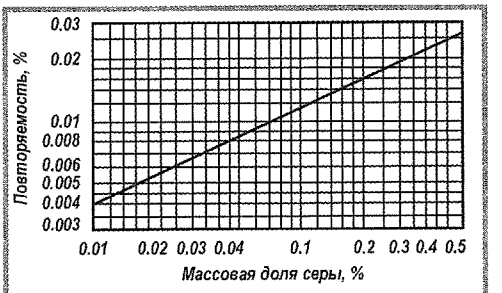


Рис. С-3. Повторяемость (сходимость) результатов испытаний

Воспроизводимость результатов испытаний, %, при 95%-ной доверительной вероятности не превышает значений, указанных на **рис. С-4** (для содержания серы до 0,5% масс.) и 0,12% (для содержания серы свыше 0,5% масс.).

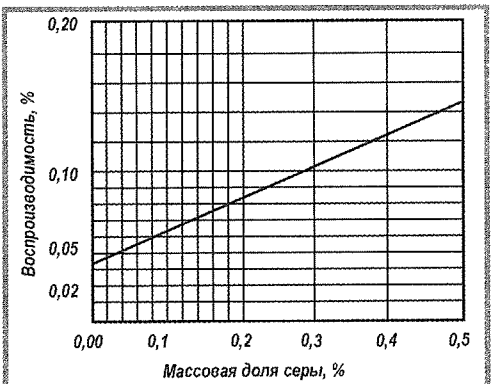


Рис. С-4. Воспроизводимость результатов испытаний

ГОСТ 1437 «Нефтепродукты темные. Ускоренный метод определения серы». Метод позволяет определять не менее 0,1% масс. серы в темных нефтепродуктах (маслах, нефти, коксе и серосодержащих присадках), кроме присадок, заведомо содержащих металлы, фосфор и хлор.

Сущность метода заключается в сжигании нефтепродукта в струе воздуха, улавливании образующихся сернистого и серного ангидри-

дов раствором перекиси водорода и серной кислотой и титровании раствором гидроксида натрия.

Для определения содержания серы ускоренным методом используются аппарат типа ПОСТ (трубчатые печи) с встроенной термопарой типа ТХА (хромель-алюмель) или аппарат типа ТПР (платина–платинородий), обеспечивающий сжигание пробы при т-ре нагрева 900-1000°С; лабораторный компрессор или общая магистраль для нагнетания воздуха; стеклянные лабораторные реометры с пределами измерения расхода воздуха 0-1,0 дм³/мин; лабораторные весы второго класса точности общего назначения с пределом взвешивания 200 г; фарфоровые лодочки типа ЛС, а также необходимый набор лабораторной посуды и реактивов, предусмотренных ГОСТ 1437.

В приемник наливают 150 см³ воды, 5 см³ пергидроля и 7 см³ 0,01 моль/дм³ (0,02 н) раствора серной кислоты. Приемник закрывают резиновой трубкой, снабженной кварцевым коленом и отводной трубкой. Колено присоединяют с помощью шлифа к кварцевой трубке, к-рую устанавливают горизонтально в печи. Другой конец трубки закрывают резиновой прокладкой и через боковой отросток присоединяют к очистительной системе, соединенной с приспособлением для нагнетания воздуха.

В современных модификациях аппаратов типа ПОСТ все соединения выполнены только со стеклянными шлифами. Для очистки воздуха, поступающего в систему, используют твердые сорбенты – ангидрон (перхлорат магния безводный) и аскарит (гидроксид натрия, абсорбированный на синтетической силикатной основе), к-рыми заполняют поглотительные склянки.

Для испытания анализируемый нефтепродукт взвешивают с погрешностью не более 0,0002 г в фарфоровой лодочке, на дно к-рой помещено небольшое количество шамота. Навеску равномерно распределяют по всей лодочке. Масса анализируемого вещества (навески) приведена в **табл С-4.**

Нефтепродукт в лодочке засыпают предварительно просеянным и прокаленным шамотом (кокс шамотом не засыпают) и помещают в кварцевую трубку перед входом в печь. Трубку быстро закрывают пробкой и пропускают через систему воздух со скоростью около 0,5 дм³/мин, измеряя скорость подачи воздуха с помощью реометра или др. измеряющего устройства.

С-4. Масса анализируемого вещества

Предполагаемое содержание серы* в нефтепродукте, % масс.	Масса навески, г
Менее 2	0,2-0,1
2-5	0,1-0,05

* При содержании серы более 5% масс. пробу нефтепродукта разбавляют маслом, не содержащим серу. При расчете учитывается разбавление исходного продукта

Сжигают нефтепродукт при 900-950°С в течение 30-40 мин, а летучие продукты (нефти) и продукты, содержащие 50% и более ароматических соединений, в течение 50-60 мин, постепенно передвигая трубку с лодочкой вдоль печи, не давая продукту воспламеняться. После этого трубку с лодочкой помещают в центральную, наиболее раскаленную часть печи, где ее прокаливают еще в течение 15 мин.

По окончании сжигания трубку с лодочкой постепенно в течение 10-15 мин отодвигают в обратном направлении, отсоединяют приемник от трубки и промывают кварцевое колено 25 дм³ дистиллированной воды, сливая ее в приемник. Содержимое приемника титруют 0,02 моль/дм³ (0,02 н) раствором гидроксида натрия в присутствии восьми капель смешанного индикатора до перехода фиолетовой окраски раствора в ярко-зеленую.

Содержание серы X, % масс., определяют по формуле

$$X=[16c(V_1-V_0)\cdot 100]/1000m_2,$$

где 16 – эквивалентная масса серы, г; c – молярная концентрация вещества-эквивалента, моль/дм³; V_1 – объем раствора гидроксида натрия, израсходованного на титрование после сжигания нефтепродукта, см³; V_0 – объем раствора гидроксида натрия, израсходованного на титрование в контрольном опыте, см³; m_2 – масса продукта, взятого на анализ, г.

За результат испытания принимают среднее арифметическое двух определений (единичных результатов испытаний).

Повторяемость (сходимость) и воспроизводимость результатов испытаний при 95%-ной доверительной вероятности даны в **табл. С-5.**

С-5. Точность (прецизионность) метода

Массовая доля серы, %	Повторяемость (сходимость),%	Воспроизводимость, %
До 1,0	0,05	0,20
1,0-2,0	0,05	0,25
2,0-3,0	0,10	0,30
3,0-5,0	0,10	0,45

ГОСТ 1431 «Нефтепродукты и присадки. Метод определения серы сплавлением в тигле». Метод позволяет определять содержание серы (0,5% масс. и более) в смазочных маслах, маслах с присадками, в присадках, нефтяном топливе (мазуте) и др. тяжелых нефтепродуктах.

Сущность метода заключается в сжигании нефтепродукта в тигле со смесью пероксида марганца и безводного углекислого натрия, растворении образовавшихся сульфатов в воде и определении в полученном растворе массовой доли серы объемным хроматным способом.

Для определения серы ароматическим способом используются электрический муфель с термопарами, обеспечивающими поддержание т-ры не ниже 800°С, фарфоровые или кварцевые тигли, а также набор вспомогательного оборудования, стеклянной посуды и реактивов, указанных в ГОСТ 1431.

Подготовка к испытанию включает приготовление взвеси хромовокислого бария, последовательную промывку тиглей водой, хромовой смесью и снова водой, перемешивании пробы нефтепродукта встряхиванием в течение 6 мин.

Для проведения испытания в зависимости от массовой доли серы в тигель помещают испытуемый нефтепродукт с погрешностью не более 0,0002 г в следующих количествах (в скобках указана массовая доля серы): 1,00 г (до 1%); 0,50 г (1-3%); 0,25 г (3-5%); 0,10 г (5% и более).

Готовят смесь углекислого натрия и пероксида марганца в соотношении 1:2, тщательно перемешивают и переносят в тигель, к-рый помещают в холодный муфель и нагревают до 800°С в течение 2 ч. По достижении заданной т-ры смесь прокаливают еще 2 ч, после чего тигель охлаждают, разрыхляют содержимое стеклянной палочкой, добавляют немного дистиллированной воды и ставят на 1 ч в кипящую водяную баню. После охлаждения содержимое стакана фильтруют, осадок на фильтре промывают 4-5 раз порциями дистиллированной воды и доводят объем фильтрата в колбе до 100 см³.

Фильтрат в конической колбе в присутствии двух капель метилового оранжевого индикатора нейтрализуют раствором соляной кислоты 1:1. Отмечают точно момент нейтрализации и добавляют еще 3-4 капли раствора соляной кислоты. В колбу с нейтрализованным фильтратом добавляют 5 см³ взвеси хромовокислого бария и помещают ее в кипящую водяную баню на 30 мин, периодически взбалтывая содержимое колбы. Раствор в колбе должен быть оранжево-желтого цвета.

Содержимое колбы охлаждают до комнатной т-ры и нейтрализуют раствором аммиака до перехода оранжево-желтого цвета раствора в лимонно-желтый. Добавляют в колбу еще 2 капли раствора аммиака, дают отстояться осадку и фильтруют раствор через бумажный фильтр, смоченный горячей водой. Осадок в колбе промывают 3-4 раза небольшими порциями дистиллированной воды и фильтруют промывную воду после отстоя осадка через тот же фильтр.

К фильтрату в колбе добавляют 10 см³ раствора йодида калия, затем 3 см³ концентрированной соляной кислоты, быстро закрывают колбу пробкой и ставят на 5 мин в баню с холодной водой в темное место. Выделившийся йод оттитровывают раствором тиосульфата натрия (0,05 н). Конец титрования качественно проверяют добавлением 1-2 см³ раствора крахмала (фиолетовая окраска не должна возвращаться в течение 40 с).

По описанному алгоритму проводят все операции с контрольной пробой. Дополнительно проверяют на наличие серы смесь пероксида марганца и углекислого натрия путем двух контрольных определений серы в смеси, но без навески нефтепродукта.

Среднее арифметическое значение результатов двух контрольных определений принимают за содержание серы в применяемой для анализа смеси, к-рое не должно превышать массовую долю 0,07%.

Содержание серы X, % масс., определяют по формулам:

• для продуктов с содержанием серы до 1% масс. (на титрование берут весь фильтрат):

$$X=\{[(V_1-V_2)K\cdot 0{,}00053\cdot 100]/m\}-X_1,$$

• для высокосернистых продуктов (когда объем фильтрата доводят до 250 см³ и берут на титрование 100 см³):

$$X=\{[(V_1-V_2)K\cdot 0{,}00053\cdot 100\cdot 250]/m\cdot 100\}-X_1,$$

где V_1 – объем раствора тиосульфата натрия 0,05 моль/дм³ (0,05 н), израсходованного на титрование испытуемого нефтепродукта, см³; V_2 – объем раствора тиосульфата натрия 0,05 моль/дм³ (0,05 н), израсходованного на титрование контрольной пробы (100 см³ воды), см³; K – поправочный коэффициент к титру раствора тиосульфата натрия 0,05 моль/дм³ (0,05 н точно); 0,00053 – содержание серы, эквивалентное 1 см³ раствора тиосульфата натрия 0,05 моль/дм³ (0,05 н точно); г; m – масса навески нефтепродукта, г; X_1 – массовая доля серы в смеси пероксида марганца и углекислого натрия, %.

За результат испытания принимают среднее арифметическое двух определений (единичных испытаний результатов).

Повторяемость результатов испытаний (сходимость), %, при 95%-ной доверительной вероятности не превышает значения для большего результата, указанного на **рис. С-5.**

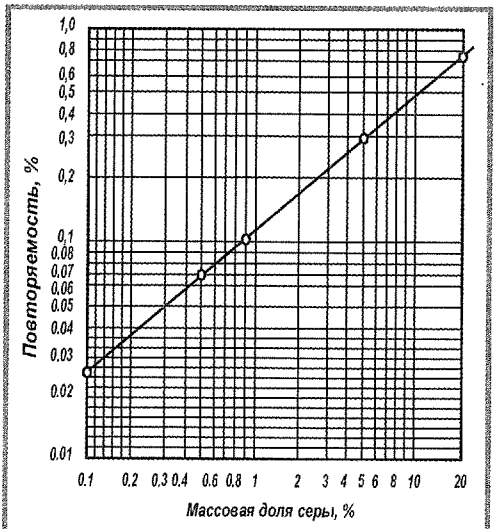


Рис. С-5. Повторяемость результатов

Воспроизводимость, %, при 95%-ной доверительной вероятности не превышает значения для большего результата, указанного на **рис. С-6.**

Время анализа составляет 26 ч.

ГОСТ 3877 «Нефтепродукты. Метод определения серы сжиганием в калориметрической бомбе». Метод предназначен для определения содержания серы не менее 0,1% масс. в нефтепродуктах, включая смазочные масла с присадками, пластичные смазки, присадки, и не распространяется на нефтепродукты, к-рые при сжигании образуют серосодержащие, нерастворимые в воде осадки, и на отработанные масла.

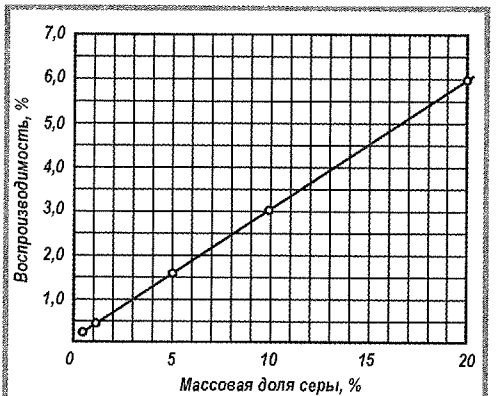


Рис. С-6. Воспроизводимость результатов

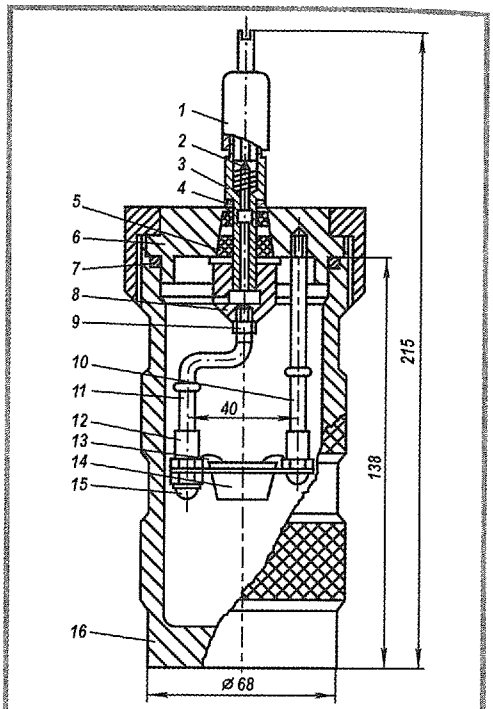


Рис. С-7. Самоуплотняющаяся калориметрическая бомба:

1 – колпачок для сброса продуктов сгорания; *2* – золотник; *3* – штуцер; *4* – изолятор; *5, 13* – втулки; *6* – крышка; *7* – уплотнительное кольцо; *8* – специальная гайка; *9, 15* – гайки; *10* – стержень; *11* – тигледержатель; *12* – запальная проволока; *14* – тигель; *16* – стакан

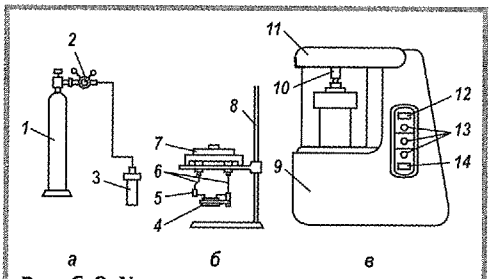


Рис. С-8. Установка для определеиия серы сжиганием в бомбе:

а – кислородная система; *б* – крышка с подставкой; *в* – защитное устройство для сжигания навески нефтепродукта в бомбе;

1 – баллон с кислородом; *2* – редуктор; *3* – калориметрическая бомба; *4* – тигель; *5* – запальная проволока; *6* – держатели тигля и запальной проволоки; *7* – крышка бомбы; *8* – подставка для крышки; *9* – корпус защитного устройства; *10* – клапан для сброса продуктов сгорания; *11* – крышка; *12* – кнопка «сеть»; *13* – сигнальная лампа; *14* – кнопка «запал»

Сущность метода заключается в сжигании продукта в калориметрической бомбе в среде кислорода под давлением с последующим определением содержания серы гравиметрически в виде сульфата бария. Определение содержания серы сжиганием в калориметрической бомбе (**рис. С-7**) осуществляют с использованием установки (**рис. С-8**), к-рая состоит из кислородной системы, крышки с подставкой и защитного устройства для сжигания навески нефтепродукта в бомбе и набора посуды и реактивов, предусмотренных ГОСТ 3877.

В тигель помещают образец, взвешенный с погрешностью не более 0,0002 г. Массу образца (навеску) берут, исходя из предполагаемой в нем массовой доли серы (**табл. С-6**).

С-6. Масса образца

Массовая доля серы в образце, %	Масса образца, г	Масса масла (разбавителя), г
До 5	0,6-0,8	0,0
Св. 5	0,3-0,4	0,3-0,4

В бомбу наливают 10 см³ 5%-ного раствора углекислого натрия. Тигель с нефтепродуктом устанавливают в держатель крышки бомбы. Отрезают запальную проволоку и закрепляют ее в клеммах двух стержней. Вставляют крышку в стакан бомбы и завинчивают накидную гайку. Очень осторожно, чтобы не раздуть массу исследуемого нефтепродукта, заполняют бомбу кислородом до давления 2,5-4,0 МПа. Для сжигания образца подключают токоведущий провод к электроду бомбы.

Включают ток. Признак сгорания нефтепродукта – загорание сигнальной лампы и нагревание корпуса бомбы. Охлаждают бомбу в течение 10 мин в водяной бане, вынимают и осторожно выпускным клапаном сбрасывают давление до атмосферного в течение 5 мин. При отсутствии налета на внутренней поверхности тщательно промывают горячей дистиллированной водой внутренние части бомбы, в том числе тигель. Все промывные воды, объем к-рых не должен превышать 350 см³, собирают в химический стакан и отфильтровывают через бумажный фильтр от механических загрязнений (кусочков окалины и пр.). Фильтр тщательно промывают дистиллированной водой, а промывные воды присоединяют к фильтрату. В полученный фильтрат прибавляют 2-3 капли метилового оранжевого раствора и приливают концентрированную соляную кислоту до слабокислой реакции (pH=5), после чего раствор нагревают до кипения.

К горячему раствору, помешивая, приливают по каплям 10 см³ горячего раствора хлористого бария (при этом выпадает в осадок образовавшийся сернокислый барий), после чего стакан с раствором ставят на кипящую водяную баню. Когда раствор станет светлым, проверяют полноту осаждения сульфата, прибавляя к раствору еще несколько капель раствора хлористого бария. Если при этом не образуется муть, осаждение считается полным, в противном случае прибавляют горячий раствор хлористого бария до тех пор, пока вновь прилитая порция не перестанет давать муть.

Стакан нагревают на кипящей бане в течение 2 ч, после чего оставляют его на 2 ч при т-ре 60-70°С и на 20-30 мин при комнатной т-ре или оставляют на 12-16 ч при комнатной т-ре. Отстоявшуюся в стакане жидкость фильтруют через беззольный фильтр. Осадок в стакане промывают горячей дистиллированной водой, затем осадок переносят на фильтр и промывают до полного удаления ионов хлора.

Влажный фильтр с осадком сульфата бария сначала слегка подсушивают при т-ре 100°С, а затем фильтр помещают в доведенный до постоянной массы фарфоровый тигель, слегка уплотняя его. Осторожно подогревают тигель (на плитке или горелке), фильтр сначала высушивают, затем обугливают, не давая загореться. Прокаливают тигель с осадком в муфеле при 800±20°С до тех пор, пока остаток не станет белым. После этого тигель переносят на асбест, охлаждают при комнатной т-ре в течение 5 мин, помещают в эксикатор, выдерживают 30 мин и взвешивают с погрешностью не более 0,0002 г.

Одновременно проводят контрольный опыт, применяя все указанные реактивы и следуя описанному алгоритму.

Массовую долю серы X, % масс., в испытуемом нефтепродукте определяют по формуле:

$$X=[32{,}06(m_1-m_3)100]/(233{,}42\ m_2)=$$
$$=13{,}73(m_1-m_3)/m_2,$$

где 32,06 – атомная масса серы; m_1 – масса сульфата бария, полученного при анализе испытуемого нефтепродукта, г; m_3 – масса сернокислого бария, полученная при проведении контрольного опыта, г; m_2 – масса испытуемого нефтепродукта, г.

За результат испытаний принимают среднее арифметическое двух определений (единичных результатов испытаний).

Повторяемость (сходимость), %, при 95%-ной доверительной вероятности не превышает значений, указанных в **табл С-7.**

С-7. Повторяемость результатов испытаний

Массовая доля серы, %	Повторяемость, %
0,1-0,5	0,04
0,5-1,0	0,04
1,0-1,5	0,10
1,5-2,0	0,14
2,0-5,0	0,27

ГОСТ 13380 «Нефтепродукты. Метод определения микропримесей серы». Метод предназначен для определения микропримесей серы от $0{,}2 \cdot 10^{-4}$ до $250 \cdot 10^{-4}$ % масс. в продуктах с бромным числом не более 10, не содержащих смолистых веществ. Анализируемую пробу помещают в чистую сухую склянку, плотно закрытую пробкой из материала, исключающего наличие серы.

Сущность метода заключается в восстановлении органически связанной и элементной серы на активном никеле Ренея до сульфида никеля, разложении сульфида никеля соляной кислотой и определении выделившегося сероводорода титрованием раствором ацетата ртути (в щелочной среде в присутствии дитизона). Содержание микропримесей серы определяют на аппарате (**рис. С-9**) с использованием набора реактивов, лабораторной посуды и вспомогательного оборудования согласно ГОСТ 13380.

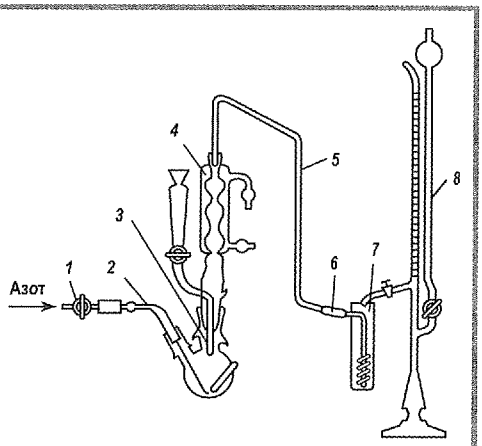


Рис. С-9. Общий вид аппарата:
1 – стеклянный кран; *2* – штуцер; *3* – колба; *4* – холодильник; *5* – трубка; *6* – соединительная трубка; *7* – абсорбер; *8* – бюретка

Подготовка к выполнению анализа состоит в приготовлении растворов ацетата ртути и установлении их точных концентраций, приготовлении раствора дитизона, промывке аппарата горячей водой.

Для анализа в колбу помещают 0,18-0,20 см³ никеля Ренея, суспензированного в 2 см³ изопропилового спирта. При этом не допускается соприкосновение никеля Ренея с воздухом. Колбу закрывают шлифованными пробками и взвешивают. Затем в зависимости от предполагаемого содержания серы (**табл. С-8**) в колбу вносят нефтепродукт, взвешенный с погрешностью не более 0,0002 г.

С-8. Масса навески нефтепродукта и бромное число в зависимости от предполагаемой доли серы

Массовая доля серы, %	Масса навески, г	Бромное число, г брома на 100 см³ нефтепродукта
0,03-0,05	1-2	10-5
0,005-0,0005	1-5	5-2
0,0005-0,0001	5-10	2-1
0,0001-0,00002	10-20	1-0,5

После сборки аппарата в абсорбер наливают 10 см³ ацетона, 10 см³ 1,0 моль/дм³ раствора гидроксида натрия, 3-5 капель дитизона и 1-2 капли раствора ацетата ртути (до появления розовой окраски). Баллон с азотом присоединяют через вентиль точной регулировки и регулируют скорость подачи газа до 1-2 пузырьков в секунду. Ставят колбу на колбонагреватель, к-рый может быть предварительно нагрет, и проводят восстановление, во время к-рого содержимое колбы перемешивают через каждые 3-5 мин осторожным встряхиванием, отвинчивая предварительно винт лапки, зажимающий холодильник, или включают магнитную мешалку.

По окончании восстановления прекращают подачу азота, наливают в капельную воронку 10 см³ соляной кислоты и по каплям подают в реакционную смесь 9 см³ соляной кислоты в течение 5-7 мин так, чтобы не засасывало жидкость из абсорбера. В случае необходимости периодически подают азот. В воронке оставляют слой кислоты толщиной около 1 см³. После подачи кислоты продолжают подачу азота и повышают т-ру до кипения смеси. Образующийся сероводород увлекается потоком азота в абсорбер, о чем свидетельствует пожелтение раствора в нем.

Раствор в абсорбере титруют по мере выделения сероводорода до изменения окраски от желтой до розовой. Т-ру реакционной смеси не снижают до конца испытания. После выделения сероводорода прекращают подачу азота, опускают колбонагреватель или приподнимают колбу, охлаждают ее мокрым полотенцем или струей воздуха. При этом поглотительный раствор из абсорбера засасывается в соединительную трубку. Когда трубка наполнится раствором, быстро подают азот и ставят колбу на колбонагреватель. Содержимое колбы нагревается, и раствор из трубки стекает в абсорбер. Промывают трубку несколько раз до тех пор, пока не перестанет изменяться цвет поглотительного раствора. При промывке не допускается попадание раствора в колено трубки над холодильником. Отмечают суммарный объем раствора ацетата ртути, израсходованный на титрование.

Для определения объема растворов ацетата ртути, соответствующего массе серы, к-рая содержится в реагентах, катализаторе и изопропиловом спирте, проводят контрольный опыт с соблюдением всех условий испытания и сменой катализатора, реактивов или растворов.

Массовую долю серы X, % масс., определяют по формуле:

$X=[(V-V_1)C]/(m_2 10^4)$,

где V – объем раствора ацетата ртути, израсходованного на титрование испытуемого нефтепродукта, см³; V_1 – объем раствора ацетата ртути, израсходованного на титрование в контрольном опыте, см³; C – концентрация раствора ацетата ртути, выраженная в г серы на см³; m_2 – масса навески испытуемого нефтепродукта, г.

Вычисленные значения испытаний округляют до трех значащих цифр. За результат испытания принимают среднее арифметическое X_C результатов двух испытаний, расхождение между к-рыми не должно превышать значения:

$0{,}07(1\cdot10^{-4}+X)$, % серы.

Массовую долю серы до $1\cdot10^{-4}$ % округляют до одной значащей цифры, свыше $1\cdot10^{-4}$ – до двух значащих цифр. Долю серы до $0{,}2\cdot10^{-4}$ % расценивают как ее отсутствие.

Точность (прецизионность) метода характеризуется погрешностью, повторяемостью и воспроизводимостью результатов испытаний.

Погрешность при 95%-ной доверительной вероятности не должна превышать:

$\Delta_2=0{,}05(1\cdot10^{-4}+X)$, % серы.

Повторяемость (сходимость), %, при 95%-ной доверительной вероятности не превышает погрешности Δ_2 большего из двух результатов.

Воспроизводимость, %, при 95%-ной доверительной вероятности не превышает:

$0{,}1(1\cdot10^{-4}+X)$, % серы,

где X – больший из сопоставляемых результатов. Результаты округляют в большую сторону не более чем до двух значащих цифр.

ISO 2192 «Нефтепродукты. Метод определения содержания серы сжиганием в лампе». Метод позволяет определять содержание общей серы в жидких нефтепродуктах путем непосредственного сжигания или сжигания разбавленного продукта при содержании серы выше 0,002% масс.

Метод непосредственного сжигания применяют для анализа бензина, керосина, нафты и др. жидких нефтепродуктов, к-рые полностью сгорают в фитильной лампе.

Метод сжигания разбавленного продукта применяют для анализа газойля, дистиллятного нефтяного топлива, нефтепродуктов с высоким содержанием серы, а также многих других нефтепродуктов, к-рые при непосредственном сжигании сгорают недостаточно полно. Этот метод неприменим для тяжелых остатков, напр. остаточного нефтяного топлива, битумов и дегтя.

Сущность метода заключается в сжигании пробы в искусственно созданной атмосфере, состоящей из 70% по объему углекислого газа и 30% по объему кислорода, с последующими абсорбцией оксидов серы и их окислением до серной кислоты с помощью раствора пероксида водорода, определении содержания серы в виде сульфата титрованием раствором гидроксида натрия (ацидиметрический метод) или осаждением в виде сульфата бария (гравиметрический метод).

При определении содержания серы используется набор реактивов согласно ISO 2192, к-рые должны быть высокочистыми, вода должна быть дистиллированной, диоксид углерода и кислорода должны иметь степень чистоты не ниже 95%.

Разбавитель (гептан, изооктан, абсолютный этиловый спирт) должен содержать меньше 0,001 % масс. серы, полностью смешиваться с анализируемым образцом и обеспечивать горение с умеренной скоростью и без копоти.

Определяют содержание серы с использованием лампы, ламповых стекол, абсорберов и брызгоуловителей (**рис. С-10**), к-рые входят в распределительную систему (**рис. С-11**) вместе с вакуумной системой с регулирующим устройством и вентилями.

При определении содержания серы методом непосредственного сжигания в колбу каждой лампы помещают образец, количество к-рого зависит от массовой доли серы (**табл. С-9**).

Закрывают колбы чистыми пронумерованными пробками. Взвешивают колбу вместе с соответствующей горелкой с точностью до 0,005 г.

Вставляют горелку в колбу. Как только образец в результате капиллярного подъема дойдет до верхнего конца фитиля, соединяют боковую трубку горелки с ее распределительной системой с помощью трубки из резины, не содержащей серы. Зажигают горелку свободным от серы пламенем, напр. пламенем спиртовки.

При определении серы по методу сжигания разбавленного нефтепродукта в каждую колбу помещают по 6 см³, не содержащего серы разбавителя. Закрывают колбы пронумерованными пробками и взвешивают с точностью до 0,005 г. Вводят в каждую колбу образец в количестве, указанном в **табл. С-10,** тщательно перемешивают содержимое и снова взвешивают.

Вставляют горелку и сжигают так же, как по методу непосредственного сжигания. Когда пла-

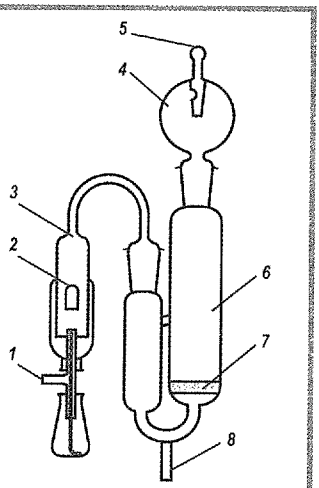


Рис. С-10. Схема лампового узла в собранном виде:

1 – подача к горелке смеси диоксида углерода и кислорода; *2* – подача в ламповое стекло смеси диоксида углерода и кислорода; *3* – ламповое стекло; *4* – брызгоуловитель; *5* – соединения с вакуумной системой; *6* – абсорбер; *7* – пористый стеклянный диск; *8* – опорный стеклянный стержень

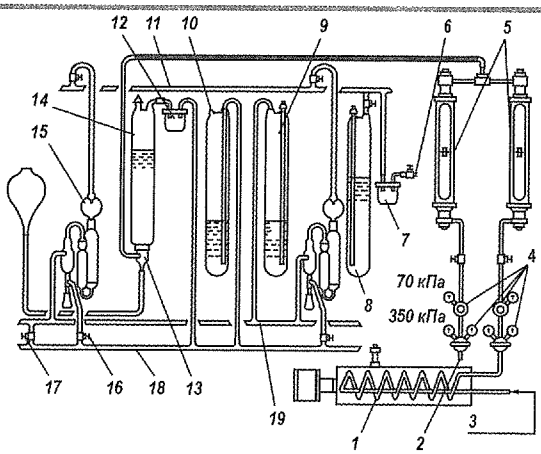


Рис. С-11. Схема линии ламп и линии подачи смеси диоксида углерода и кислорода:

1 – подогреватель; *2* – вентиль от баллона с кислородом; *3* – вентиль от баллона с диоксидом углерода; *4* – вентили для регулирования давления; *5* – расходомер; *6* – вентиль трубопровода к вакуумному насосу; *7, 12* – ловушки; *8* – регулятор вакуума; *9* – манометр; *10* – регулятор давления; *11* – вакуумная система; *13* – стеклянный пористый диск; *14* – газоочиститель; *15* – ламповый узел; *16* – вентиль для регулирования подачи в горелку смеси «диоксид углерода – кислорода»; *17* – вентиль для регулирования подачи в ламповое стекло смеси диоксид углерода и кислорода; *18* – линия подачи в горелку смеси диоксида углерода и кислорода; *19* – линия подачи в ламповое стекло смеси диоксида углерода и кислорода

С-9. Количество пробы для анализа по методу непосредственного сжигания образца

Массовая доля серы, %	Количество пробы для анализа	
	г	см³
Менее 0,05	10-15	20
0,05-0,3	5-10	10
0,3-1	3-5	5
Более 1	2-3	3

мя начнет гаснуть, каждую лампу удаляют из-под лампового стекла и гасят. Добавляют 2 см³ разбавителя, заливая его так, чтобы он стекал по стенкам лампы, обмывая их. Сжигают добавленный разбавитель, добавляют еще 2 см³ разбавителя и сжигают еще раз, чтобы сжечь весь разбавитель.

По окончании сжигания каждого образца гасят пламя, перекрывают подачу к горелке смеси диоксида углерода и кислорода и закрывают отверстие лампового стекла. Немедленно взвешивают колбу, горелку и пронумерованную пробку. По окончании сжигания всех образцов прекращают подачу смеси диоксида углерода и кислорода, закрывают регулирующий вентиль на линии, идущей от лампового стекла, и зажимают соединительную трубку, идущую к регулятору вакуума, в результате чего воздух направляется через манометр в линию, соединенную с ламповым стеклом.

С-10. Количество пробы для анализа по методу сжигания разбавленного нефтепродукта

Массовая доля серы, %	Количество пробы для анализа	
	г	см³
0,5 и менее	3-4	5
Более 0,5	2-3	3

В течение 5 мин пропускают через абсорберы воздух для удаления из абсорбента растворенного в нем диоксида углерода, после чего закрывают регулирующий вентиль вакуумной системы.

Трижды промывают ламповые стекла и брызгоуловители, используя каждый раз около 10 см³ воды. При наличии в анализируемом продукте свинцовой антидетонационной жидкости ламповые стекла следует промывать горячей водой. Промывную воду сливают в абсорберы и титруют раствор гидроксида натрия, предварительно добавив 3-4 капли раствора индикатора метилового оранжевого.

Массовую долю серы X, % масс., в пробе определяют по формуле:

$$X=1{,}603Vc/m,$$

где V – количество титрованного раствора гидроксида натрия, израсходованного на титрование кислоты в растворе абсорбента после сгора-

ния пробы, см³; c – нормальность раствора гидроксида натрия; m – масса сгоревшей пробы для анализа, г.

Повторяемость (сходимость), %, при 95%-ной доверительной вероятности не превышает 0,005%.

Воспроизводимость, %, при 95%-ной доверительной вероятности не превышает $0{,}010+0{,}025 \cdot X$ (% масс.).

ГОСТ Р 50442 «Нефть и нефтепродукты. Рентгенофлуоресцентный метод определения серы». Метод позволяет определять содержание серы в нефтях и нефтепродуктах в диапазоне 0,05-5,0% масс. Стандарт не распространяется на нефть и нефтепродукты, содержащие кремний, фосфор, кальций, калий и галоиды более 0,1% масс., а также на этилированные бензины. Содержание серы определяют на рентгенофлуоресцентном анализаторе АС-1 с использованием комплекта посуды, кювет, реактивов и образцов для контроля и построения калибровочных кривых по ГОСТ Р 50442.

Сущность метода заключается в измерении интенсивности флуоресцентного излучения серы, возбуждаемого при облучении исследуемой пробы рентгеновскими лучами.

Подготовка к испытанию включает прогрев анализатора в течение 30 мин, промывку кювет последовательно бензином-растворителем, а затем спиртом, калибровку анализатора с использованием не менее двух стандартных образцов с концентрацией серы, близкой к ней в испытуемых пробах, перемешивание пробы в течение 5 мин.

Для определения содержания серы на анализаторе АС-1 кювету заполняют испытуемой пробой и устанавливают ее в ячейку анализатора, измеряют массовую долю серы в пробе продукта (считывают с цифрового табло) согласно инструкции по эксплуатации анализатора.

За результат единичного испытания (определения) принимают среднее арифметическое четырех последовательных измерений, рассчитанное до второго десятичного знака. За результат испытания принимают среднее арифметическое двух последовательных определений, рассчитанное до второго десятичного знака при массовой доле серы менее 1,0% и до первого десятичного знака при массовой доле >1,0%.

ГОСТ Р 50442 по процедуре испытаний, обработке результатов измерений и точности метода существенно отличается от всех действующих зарубежных стандартов на энергодисперсионные рентгенофлуоресцентные методы определения серы в нефтях и нефтепродуктах.

ГОСТ Р 51947 (ASTM D 4294) «Нефть и нефтепродукты. Определение серы методом энергодисперсионной рентгенофлуоресцентной спектроскопии». Метод позволяет определять содержание серы от 0,015 до 5,0% масс. в дизельном топливе, нафте, керосине, нефтяных остатках, основах смазочных масел, гидравлических маслах, реактивных топливах, сырых нефтях, бензине (неэтилированном) и др. дистиллятных нефтепродуктах.

Сущность метода состоит в том, что испытуемый образец помещают в пучок рентгеновских лучей. Измеряют характеристики энергии возбуждения от рентгеновского излучения и сравнивают полученный сигнал счетчика импульсов с сигналами счетчика, полученными при испытании заранее подготовленных калибровочных образцов.

Определение проводят на энергодисперсионном рентгенофлуоресцентном анализаторе, конструкция к-рого удовлетворяет требованиям, указанном в ГОСТ Р 51947. Подготовка к анализу состоит из подготовки аппаратуры в соответствии с инструкцией изготовителя, подготовки кювет (при повторном использовании их очищают и сушат, а пленку заменяют новой), повторной калибровки, если это необходимо (при замене партии пленки стандартных образцов и т.д.), отбора и подготовки проб.

Прибор калибруют в соответствующем диапазоне (**табл. С-11**), следуя инструкциям его изготовителя, используя рекомендуемое время счета для прибора согласно **табл. С-12.**

С-11. Калибровочные стандартные растворы

Номер стандартного раствора	Массовая доля серы, %, в диапазоне, %	
	0,002-0,1	0,1-5,0
1	0,000	0,0
2	0,002	0,1
3	0,005	0,5
4	0,010	1,0
5	0,030	2,5
6	0,060	5,0
7	0,100	-

С-12. Время счета для определения содержания серы

Диапазон массовой доли серы, %	Время счета, с
0,0000-0,1000	200-300
0,1000-5,0	100

Проверяют построенную калибровочную кривую на образце известной концентрации. Измеренные значения должны находиться в пределах 3% относительно сертифицированных величин.

Для анализа пробы наполняют 3/4 объема кюветы испытуемым образцом, оставляя сверху свободное пространство, предусмотрев вентиляционное отверстие для предотвращения прогиба пленки окошечка кюветы во время испытания летучих образцов.

Массовая доля серы в образце рассчитывается автоматически по калибровочной кривой, построенной ранее. Результат записывают, округляя до трех значащих цифр.

Повторяемость (сходимость), %, может превысить следующие значения, определяемые по приведенной ниже формуле, только в одном случае из двадцати:

r=0,02894(X+0,1691),

где X – содержание серы, % масс.

Воспроизводимость, %, может превысить значения, определяемые по приведенной ниже формуле, только в одном случае из двадцати:

R=0,1215(X+0,05555).

EN ISO 8754 (ISO 8754) «Нефтепродукты. Определение содержания серы. Энергодисперсионный рентгенофлуоресцентный метод». Метод используется для измерения содержания серы в нафте, дистиллятах, жидких топливах, мазутах, смазочных базовых маслах с массовой долей серы 0,01%-5%.

Сущность метода заключается в том, что анализируемый образец устанавливают на пути потока лучей, испускаемых источником малой энергии – радиоактивным изотопом железо-55 (типичная активность 740 МБк). Возбуждаемое характеристическое рентгеновское излучение измеряется счетчиком импульсов и сравнивается со счетом предварительно измеренных смесей с известной массовой долей серы.

Прибор, позволяющий определять содержание серы данным методом, представляет энергодисперсионный рентгенофлуоресцентный анализатор с набором кювет, пленки и лабораторной посуды.

Для проведения анализа подготавливают кювету под образец, анализатор в соответствии с инструкцией изготовителя калибруют.

Определяют содержание серы следующим образом. Кювету наполняют на требуемую глубину (от 3 до 20 мм, приблизительно на половину кюветы). Проверяют, не выгнулась ли пленка на дне кюветы, и нет ли воздушных пузырьков между окном и жидкостью. Вязкие образцы перед заполнением кюветы необходимо нагреть, чтобы их можно было наливать в кювету. Проводят два последовательных измерения, используя рекомендуемое для прибора время счета. Рассчитывают средний результат для образца (типичное время счета 50-200 с).

Время с момента помещения образца в ячейку до момента анализа должно быть одинаково для испытуемого образца и образца, используемого для построения калибровочной кривой.

Содержание серы (% масс.) определяют по калибровочной кривой, используя усредненное значение двух последовательных измерений как результат единичного испытания. Результат испытания рассчитывают как среднее арифметическое результатов единичных испытаний (определений).

Повторяемость (сходимость), %, только в одном случае из двадцати превышает значение 0,017(X+0,8), где X – содержание серы, % масс.

Воспроизводимость, %, только в одном случае из двадцати превышает значение 0,055 (X+0,08).

В настоящее время стандарт ISO 8754 (а также EN ISO 8754) заменен стандартом ISO 20847.

ISO 14596-1998 «Нефтепродукты. Определение содержания серы методом волнодисперсионной рентгенофлуоресцентной спектроскопии». Метод применим к нефтепродуктам и присадкам с содержанием серы 0,001-2,5% масс.

Сущность метода состоит в первичном рентгеновском облучении образца, измерении интенсивности импульсов флуоресценции $K\alpha$ серы при 0,5373 нм, L_{21} циркония при 0,6070 нм, расчете соотношения скоростей счета импульсов по сере и цирконию и определении содержания серы в образце по калибровочной кривой, построенной на основе калибровочных стандартных образцов с известным содержанием серы.

Анализ проводят на рентгенофлуоресцентном волнодисперсионном спектрометре. В качестве калибровочных растворов используют или сертифицированные эталонные материалы, или первичные стандарты, приготовленные из серосодержащих соединений, растворенных в светлом масле (с содержанием серы не более 1 мг/кг).

Для проведения испытания взвешивают 20,00±0,01 г анализируемого образца, добавляют 5,00±0,01 г раствора циркония (в качестве внутреннего стандарта) при массовой доле серы в образце 0,1-2,5%, и 2,00±0,01 г – при массовой доле серы в образце 0,0010–0,1%. Предварительно строят калибровочные кривые, по к-рым определяют содержание серы.

Массовую долю серы, %, записывают с точностью до 0,0001% – для диапазона 0,001-0,0099% и до 0,001% – для диапазона 0,010-2,5%.

Точность (прецизионность) метода характеризуется повторяемостью и воспроизводимостью результатов испытаний.

Повторяемость (сходимость), %, могут превысить значения, указанные в **табл. С-13**, только в одном случае из двадцати.

В настоящее время метод, описываемый в ISO 14596 заменен методом по ISO 20884.

С-13. Повторяемость и воспроизводимость

Массовая доля серы, %	Повторяемость (сходимость),%	Воспроизводимость, %
0,0010-0,0029	0,0003	0,0005
0,0030-0,0049	0,0006	0,0010
0,0050-0,0099	0,0010	0,0020
0,010-0,029	0,002	0,005
0,030-0,049	0,003	0,005
0,050-0,099	0,005	0,010
0,10-0,99	0,01	0,02
1,00-2,50	0,02	0,04

ISO 20884-2004 (E) «Нефтепродукты. Определение содержания серы в моторных топливах методом длинноволновой рентгенофлуоресцентной спектрометрии». Метод предназначен для испытаний жидких однородных моторных топлив (бензинов, содержащих не более 2,7% кислорода, дизельных топлив, объемная доля метиловых эфиров жирных кислот (FAME) в к-рых не более 5,0%) с концентрацией серы 5-500 мг/кг.

Сущность метода состоит в облучении анализируемого образца в ячейке спектрометра первичным излучением рентгеновской трубки, измерении скоростей счета S-$K\alpha$–излучения при 0,5373 нм и IB–фона при 0,5450 нм и определении содержания серы по предварительно построенной калибровочной кривой в координатах скорость счета – концентрация серы в калибровочном растворе.

Для анализа можно использовать любой волнодисперсионный рентгенофлуоресцентный спектрометр с анализирующим кристаллом из германия (оптимально), пентаэритрита или графита; материал анода – родий, скандий, хром. Не реже одного раза в день следует проверять правильность работы спектрометра в соответствии с рекомендациями изготовителя прибора. В качестве исходных веществ применяют дибутилсульфид или дибутилдисульфид. Растворителем служит белое масло с содержанием серы менее 1 мг/кг.

Для работы анализатора в широком диапазоне строят две калибровочные кривые: первая отражает содержание серы 5-60 мг/кг, вторая – 60-500 мг/кг. Это позволяет получать точные результаты испытаний.

Повторяемость (сходимость) и воспроизводимость могут превысить значения, приведенные в **табл. С-14**, лишь в одном случае из двадцати.

С-14. Повторяемость и воспроизводимость

Содержание серы, мг/кг	Повторяемость (сходимость), мг/кг	Воспроизводимость, мг/кг
5-60	1,7+0,192X	1,9+0,120X
60-500	4,0	4,6+0,075X

ISO 20847-2004 «Нефтепродукты. Определение содержания серы в автомобильном топливе методом энергодисперсионного рентгенофлуоресцентного анализа». Разработан вместо метода, приведенного в ISO 8754, для испытаний автомобильного топлива с содержанием серы более 1000 ppm. Метод позволяет определять содержание серы в автомобильном бензине и дизельном топливе с содержанием серы 30-500 мг/кг. Метод не применим для анализа этилированных бензинов и др. нефтепродуктов, содержащих свинец, кремний, фосфор, кальций, калий или галогены в концентрациях больших, чем 0,1 концентрации серы.

Сущность метода заключается в том, что исследуемая проба, помещенная в кювету, подвергается воздействию рентгеновского излучения. Измеряется интенсивность характеристического K-излучения серы и число зарегистрированных импульсов сопоставляется с калибровочной кривой, построенной по стандартным образцам в соответствующем диапазоне содержания серы.

Испытания проводят на энергодисперсионном рентгенофлуоресцентном анализаторе. Для проведения испытания подготавливают аппаратуру в соответствии с инструкцией изготовителя, приготовляют калибровочные растворы и калибруют анализатор. Перед испытанием образец помещают в чистую кювету и проводят первое измерение. Повторное измерение проводят в новой кювете с новой порцией образца.

Содержание серы, % масс., определяют по калибровочной кривой с использованием среднего значения импульсов для анализируемого образца.

Повторяемость может превысить указанные ниже значения только в одном случае из двадцати:

- для автомобильных бензинов

r=0,0312X+9;

- для дизельных топлив

r=0,0188X+8,

где X – среднее значение двух измерений, мг/кг.

Воспроизводимость может превысить указанные ниже значения только в одном случае из двадцати:

- для автомобильных бензинов

R=0,1116X+11;

- для дизельных топлив

R=0,0169X+12,

где X – среднее значение двух измерений, мг/кг.

ASTM D 2622-03 «Определение содержания серы в нефтепродуктах методом волнодисперсионной рентгенофлуоресцентной спектрометрии». Метод применяется при определении содержания общей серы от 3 мг/кг до 5% масс. в нефти и нефтепродуктах, к-рые являются однофазными.

Сущность метода заключается в том, что образец подвергается воздействию рентгеновского излучения, и измеряется интенсивность пика линии серы $K\alpha$ при 0,5373 нм. Интенсивность фона, измеренная на рекомендуемой длине волны 0,5190 нм (0,5437 нм для родиевой трубки), вычитается из интенсивности пика линии серы. Результирующая чистая скорость счета сравнивается с ранее подготовленной калибровочной кривой или уравнением для получения концентрации серы в %.

Содержание серы определяют на волнодисперсионном рентгенофлуоресцентном спектрометре (WDXRF). Аппаратуру подготавливают согласно инструкции изготовителя. Кювету заполняют пробой минимум на 3/4 ее высоты, пробу подвергают воздействию рентгеновского излучения и достигают равновесия в рентгеновском оптическом контуре.

Определяют интенсивность излучения серы $K\alpha$ при 0,573 нм, измеряя скорость счета при точных угловых настройках для данной длины волны.

Определяют скорректированную чистую скорость счета:

$R_{сч}=[(C_K/S_1)-(C_B/S_2)]F$,

где C_K – сумма импульсов, зафиксированных на длине волны 0,5373 нм; S_1 и S_2 – время, с, требуемое для фиксирования C импульсов; C_B – сумма импульсов, зафиксированных для фона; F – поправочный коэффициент, учитывающий изменения в ежедневной чувствительности прибора [$F=A/B$ (A – скорость счета контрольного образца коррекции смещения, определенная в процессе калибровки; B – скорость счета контрольного образца коррекции смещения, определенная в процессе испытания)].

Вычисляют массовую долю серы в пробе, используя найденную чистую скорость счета по калибровочной кривой:

$X=(D+ER_{сч})(1+\alpha S)$ или $X=a+bR_{сч}+c$,

где D – коэффициент, определенный по калибровочной кривой; E – угол наклона калибровочной кривой; α – корректирующий коэффициент влияния содержания серы на значение определяемого содержания серы; коэффициенты a, b и c – постоянные величины для данного содержания серы.

Коэффициент α определяется экспериментально или рассчитывается.

Если проба была разбавлена, то содержание серы, % масс., в ней вычисляют с учетом разбавления:

$X=X_b(W_S+W_0)/W_S$,

где X_b – массовая доля серы в разбавленной смеси; W_S – масса исходной пробы, г; W_0 – масса разбавителя, г.

Повторяемость (сходимость) и воспроизводимость могут превышать приведенные в **табл. С-15** только в одном случае из двадцати.

С-15. Повторяемость и воспроизводимость результатов

Диапазон содержания серы, % масс.	Повторяемость	Воспроизводимость
0,0003-0,093	$0,00736(X+0,0002)^{0,4}$	$0,0195(X+0,0002)^{0,4}$
0,006-5,3	$0,02651X^{0,9}$	$0,0913X^{0,9}$

Примечание. X - массовая доля серы, %

ASTM D 1552-03 «Метод определения серы в нефтепродуктах (высокотемпературный метод)». Метод испытания охватывает три методики определения общей серы в нефтепродуктах, включая смазочные масла, содержащие присадки и концентраты присадок. Этот метод применим к образцам, выкипающим выше 177°C (350 F) с содержанием серы не менее 0,06% масс. В двух из трех методик используется титриметрическое детектирование раствором йодата калия, в одной – индукционная печь для пиролиза, в другой – печь сопротивления, в третьей – ИК-детектирование, пиролиз пробы выполняют в печи сопротивления.

Титриметрическое детектирование. Сущность метода заключается в сжигании пробы в потоке кислорода при достаточно высокой т-ре для превращения около 97% масс. в диоксид серы. Продукты сгорания поступают в абсорбер, содержащий кислый раствор йодида калия и индикатор (крахмал). Введение стандартного раствора йодата калия вызывает бледно-голубое окрашивание раствора. По мере сгорания, обесцвечивающего голубую окраску, добавляется еще йодат. Количество стандартного раствора йодата калия, израсходованного во время сгорания, соответствует содержанию серы в пробе.

Пробу нефтепродукта сжигают в печах двух основных видов: в индукционной печи (**рис. С-12**), обеспечивающий т-ру не менее 1482°C (2700 F) в зоне сжигания образца, и в печи сопротивления (**рис. С-13**), поддерживающей т-ру 1371°C (2500 F).

Анализ осуществляется с использованием реактивов и материалов согласно ASTM D 1552.

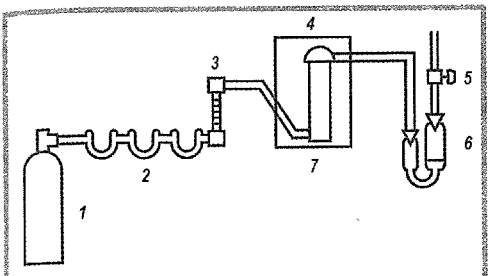


Рис. С-12. Схема индукциоиной печи:

1 – баллон с кислородом; *2* – трубки для очистки кислорода; *3* – ротаметр; *4* – индукционная печь; *5* – бюретка; *6* – абсорбер; *7* – трубка для сжигания

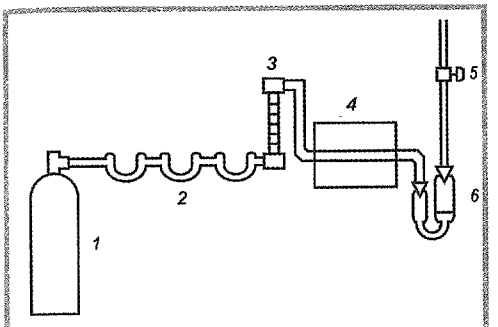


Рис. С-13. Схема печи сопротивления:

1 – баллон с кислородом; *2* – трубки для очистки кислорода; *3* – ротаметр; *4* – печь сопротивления; *5* – бюретка; *6* – абсорбер

Подготовительные операции включают подготовку аппаратуры, приготовление реактивов, взятие навески пробы (**табл. С-16**).

С-16. Масса пробы

Массовая доля серы, %	Масса отбираемой пробы, мг
Индукционная печь	
До 2	90
2-4	50-90
4-10	50-90
Печь сопротивления	
До 2	100-200
2-5	100-200
5-10	100-200

Титриметрическое детектирование с использованием индукционной печи. Закрывают заранее взвешенную в тигле для сжигания пробу разделительным диском, засыпают определенное количество железной стружки, необходимое для достижения требуемой т-ры. Закрывают тигель крышкой, ставят на подставку печи и сжигают пробу в соответствии с инструкцией изготовителя. Вводят в абсорбер соответствующий стандартный раствор KJO_3 для поддержания голубого цвета. Если раствор в абсорбере станет бесцветным, определение бракуют. По мере снижения скорости выделения SO_2 добавляют KJO_3 с таким расчетом, чтобы по завершении сгорания интенсивность голубого цвета оставалась такой же, как вначале. Сгорание завершается, когда этот цвет остается неизменным в течение не менее 1 мин и анодный ток значительно снизится. Записывают объем раствора KJO_3 для титрования выделившегося SO_2.

Проводят холостой опыт по описанному алгоритму.

Титриметрическое детектирование с использованием печи сопротивления. Добавляют во взвешенную пробу 100±5 мг V_2O_5 и полностью покрывают смесь алундом. Ставят лодочку с пробой в холодную часть трубки для сжигания недалеко от входа. Постепенно проталкивают лодочку в более горячую зону трубки для сжигания. Вводят в абсорбер соответствующий стандартный раствор KJO_3 для поддержания голубой окраски. Если раствор в абсорбере станет бесцветным, определение бракуют. По мере снижения скорости выделения SO_2 добавляют KJO_3 с таким расчетом, чтобы до конца сгорания интенсивность голубой окраски оставалась такой же, как вначале. Сгорание завершается, когда этот цвет остается неизменным в течение не менее 1 мин. Записывают объем раствора KJO_3 на титрование выделившегося SO_2.

Содержание серы, % масс., рассчитывают по формуле:

$$X=100(V-V_b)F_SC/W,$$

где V – количество стандартного раствора KJO_3, израсходованного при анализе, мл; V_b – количество стандартного раствора KJO_3, израсходованного в холостом опыте, мл; F_S – фактор стандартизации; C – эквивалент серы стандартного раствора KJO_3, израсходованного при анализе, мг/мл; W – масса анализируемой пробы, использованной при анализе, мг.

Коэффициент стандартизации:

$$F_S=(S_SW_S)/100(V_S-V_b)C,$$

где S_S – содержание серы в пробе, использованной для стандартизации, % масс.; W_S – масса пробы, использованной для стандартизации, мг; V_S – количество стандартного раствора, израсходованного при определении коэффициента стандартизации.

За результат испытания принимают среднее арифметическое двух единичных результатов испытаний.

ИК-детектирование. Сущность его заключается в сжигании при 1371°С навески анализируемой пробы и измерении содержания серы с помощью ИК-детектора массы образующегося SO_2. Микропроцессор рассчитывает массовую долю серы (%) в пробе по интегрированному сигналу детектора и заранее определенному поправоч-

ному коэффициенту. Определение проводят в системе сжигания и ИК-детектирования, состоящей из автоматических весов, регуляторов потока кислорода, осушительных трубок, печи для сжигания, ИК-детектора и микропроцессора.

Подготовка к определению содержания серы заключается в сборке аппарата и регулировкании его в соответствии с инструкцией изготовителя. Систему прогревают до рабочей т-ры; взвешивают пробы в лодочках (0,13 г – при анализе жидких проб, 0,4 г – при анализе твердых проб). Заполняют лодочку для сжигания до 1/3 объема равномерно распыленным порошком MgO, делают лопаткой небольшую канавку в порошке MgO. Ставят на весы лодочку для сжигания и отвешивают соответствующее количество пробы. Вводят значение массы в микропроцессор. Включают подачу O_2 и помещают лодочку в печь, по завершении анализа считывают результат с микропроцессора. Повторяют определения до тех пор, пока расхождение двух результатов не будет меньше повторяемости метода. За результат испытания принимают среднее арифметическое двух результатов единичных испытаний.

Повторяемость (сходимость) и воспроизводимость может превышать приведенные в **табл. С-17** значения только в одном случае из двадцати.

С-17. Повторяемость и воспроизводимость, %

Массовая доля серы, %	Титриметрия с йодатом калия	ИК-детектирование
Повторяемость		
До 0,5	0,05	0,04
0,5-1,0	0,07	0,07
1,0-2,0	0,10	0,09
2,0-3,0	0,16	0,12
3,0-4,0	0,22	0,13
4,0-5,0	0,24	0,16
Воспроизводимость		
До 0,5	0,08	0,13
0,5-1,0	0,11	0,21
1,0-2,0	0,17	0,27
2,0-3,0	0,26	0,38
3,0-4,0	0,40	0,44
4,0-5,0	0,54	0,49

ISO 20846-2004 «Нефтепродукты. Определение общего содержания серы в жидких нефтепродуктах. Метод ультрафиолетовой флуоресценции». Вместо ранее применяемого метода определения малых концентраций серы сжиганием пробы по Викбольду (EN 24260) разработан стандартный метод, отраженный в ISO 20846. Метод применим для определения содержания серы в диапазоне 3-500 мг/кг в автомобильных бензинах (в т.ч. в бензинах, содержащих до 2,7% кислорода), дизельных топливах (в т.ч. в дизельных топливах с содержанием метиловых эфиров жирных кислот до 5% об.).

Сущность метода состоит в сжигании образца нефтепродукта в кварцевой трубке при 1000-1100°С в атмосфере кислорода; продукты сжигания, в т.ч. диоксид серы SO_2, попадают в детектор с ультрафиолетовым источником облучения (**рис. С-14**). Молекула SO_2 поглощает энергию ультрафиолетовой флуоресценции света и превращается в возбужденный диоксид серы SO_2*. Флуоресценция, излучаемая возбужденной молекулой SO_2* при возвращении ее в стабильное состояние, определяется после прохождения фотоэлектронного умножителя; значение полученного аналитического сигнала зависит от содержания серы в анализируемом образце.

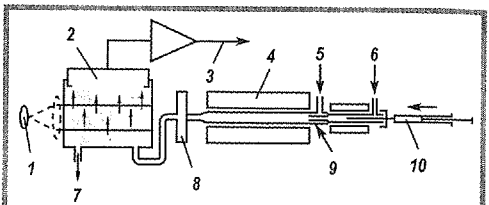


Рис. С-14. Схема оборудования для определения содержания серы:

1 – источник ультрафиолетовой флуоресценции; *2* – фотоэлектронный умножитель; *3* – выходящий сигнал; *4* – печь с т-рой 1000–1100°С; *5* – впуск кислорода; *6* – впуск инертного газа; *7* – выпуск газа; *8* – осушитель; *9* – кварцевая трубка для сгорания; *10* – микролитровый шприц

Метод обеспечивает высокую точность при определении низких (менее 10 мг/кг) концентраций серы. Он выбран в качестве арбитражного при анализе особо летучих и легких углеводородов, напр. сжиженных углеводородных газов.

Содержание серы X, мг/кг, рассчитывают по предварительно построенной калибровочной кривой по формуле:

$X=A/(mKF_g)$ или $W_S=A/(VKF_V)$,

где A – сигнал детектора при анализе испытуемого образца; K – калибровочный коэффициент [сигнал детектора, соответствующий 1 нг серы (по калибровочному графику)]; $m=VD$ – масса анализируемого образца, мг (V – объем введенного испытуемого раствора, мкл; D – плотность введенного испытуемого раствора, г/см³); F_g – весовой коэффициент разбавления (масса испытуемого образца, деленная на массу испытуемого образца и массу растворителя, г/г); F_V – объемный коэффициент разбавления (масса испытуемого образца, деленная на объем испытуемого образца и растворителя, г/мл).

Использована калибровка по одной точке.

За результат испытания принимают среднее арифметическое трех единичных результатов измерений.

Повторяемость (сходимость) и воспроизводимость могут превышать значения, приведенные **в табл. С-18**, только в одном случае из двадцати.

С-18. Повторяемость и воспроизводимость (%) результатов

Содержаиие серы, мг/кг	Автомобильные бензины	Дизельные топлива
Повторяемость		
От 3 до 60	0,0631*X*+0,35	0,0553*X*+0,55
От 60 до 500	0,0417*X*+1	0,0285*X*+2
Воспроизводимость		
От 3 до 60	0,1749*X*+0,96	0,1120*X*+1,12
От 60 до 500	0,15737*X*+2	0,1080*X*+2

Примечание. X является средним из двух сравниваемых результатов, мг/кг

СЕРНИСТЫЙ НЕФТЯНОЙ КОКС – кокс с содержанием серы 1,5-3,0%. Производят из сернистых нефтяных остатков промышленными способами на установках замедленного коксования, кубовых установках и на установках термоконтактного коксования в псевдоожиженном слое (см. *Нефтяной кокс*). Технологии и режимы коксования практически не отличаются от условий получения *малосернистого нефтяного кокса* за исключением необходимости усиления защиты оборудования от сернистых соединений. Продукты, полученные при производстве С.н.к. замедленным коксованием, используют типичные потребители. Использование С.н.к. в алюминиевой промышленности является вынужденным из-за дефицита малосернистого нефтяного кокса. Сернистые соединения, выделяющиеся из С.н.к. в процессе его расходования в анодах на алюминиевых электролизерах, создают экологические проблемы и усиливают коррозию металлических штырей (их используют для подвода электрического тока к анодам). Кроме повышенного содержания серы С.н.к. отличаются от малосернистых нефтяных коксов повышенным содержанием металлов, особенно ванадия, что является их недостатком при применении в алюминиевой промышленности. Повышенное содержание вредных примесей – ванадия, железа и др. ухудшает качество алюминия. По другим характеристикам, включая плотность, прочность, С.н.к. не отличается от малосернистых нефтяных коксов. Остальная часть С.н.к. используется как топливо в цементной промышленности и в небольших объемах в химической промышленности и энергетике. С.н.к. производят по техническим условиям, согласованным производителями и потребителями (**табл. С-19**).

С-19. Показатели кокса электродиого суммарного для алюминиевой промышленности (ТУ 0258-098-00151807-98)

Показатели	Норма для марок			Метод испытания
	А	Б	В	
Массовая доля общей влаги, %, не более	3,0	0,5	0,5	ГОСТ 27588
Массовая доля летучих веществ, %, не более	8,0	9,0	9,0	ГОСТ 22898, п.4.9
Зольность, %, не более	0,50	0,50	0,50	ГОСТ 22692
Массовая доля серы, %, не более	1,50	1,80	2,50	ГОСТ 1437 или ГОСТ 8606
Массовая доля мелочи, куски размером менее 8 мм, %, не более	45,0	45,0	45,0	ГОСТ 22898, п.4.3
Массовая доля кремния, железа, ванадия, %	Не нормируется, определение обязательно			ГОСТ 22898, п.4.6

Примечания. 1. Показатель "массовая доля общей влаги" нв является браковочным и служит для расчета с потребителвм. 2. Показатель "массовая доля кремния, железа, ванадия" определяется периодически, нв реже одного раза в месяц

Газы и дистиллятные продукты используют аналогично продуктам, полученным при производстве малосернистого нефтяного кокса. При необходимости дистиллятные продукты подвергают гидрогенизационному облагораживанию. За рубежом С.н.к. с содержанием серы до 3,0-4,0% применяют в аналогичных отраслях промышленности.

Кубовый и порошкообразный С.н.к. в России в настоящее время не производятся. За рубежом порошкообразный С.н.к. производится в больших объемах на установках термоконтактного коксования в псевдоожиженном слое и используется в основном в качестве топлива в цементной промышленности и энергетике.

Качество С.н.к. определяется по методам испытаний нефтяных коксов (см. *Нефтяной кокс*) кроме показателя «массовая доля обмасливающего агента».

СЕРНОКИСЛОТНОЕ АЛКИЛИРОВАНИЕ ИЗОБУТАНА ОЛЕФИНАМИ – наиболее распространенный процесс производства высокооктанового компонента автомобильных бензинов. Качество получаемого *алкилата* снижается в зависимости от используемого олефина в такой последовательности: бутен-2 – бутен-1 – изобутилен – 2-метилбутен-1 – 2-метилбутен-2 – пентен-2 – пропилен. Примерно в такой же последовательности увеличивается расход на реакцию изобутана и серной кислоты. В связи с этим в промышленных условиях предпочитают сернокислотное алкилирование изобутана смесью бутиленов. Обычно сырьем для алкилирования является бутан-бутиленовая фракция (ББФ), на 80-85% состоящая из углеводородов C_4, остальное составляют примеси C_3 и C_5. ББФ получают с *газофракционирующих установок*

НПЗ, на к-рых имеются термокаталитические процессы, в т.ч. каталитический крекинг (основной источник получения изобутана). Для улучшения качества алкилата иногда из сырьевой смеси предварительно удаляют изобутилен (напр. подвергают его полимеризации перед подачей на алкилирование). Желательно, чтобы на производстве на каждый 1% бутилена приходилось 1,2% изобутана. Пропан, бутан и др. соединения, содержащиеся в сырье, поступающем в реактор С.а.и.о., хотя и не вступают в реакцию, но влияют на процесс; они занимают объем в реакционной зоне и снижают содержание изобутана. Для улучшения условий С.а.и.о. необходимо удалять из сырья как можно полнее нормальные парафины.

На установках С.а.и.о. предусмотрена специальная ректификационная колонна (бутановая), в к-рой *н*-бутан частично отделяется от изобутана, циркулирующего в системе. Аналогичная колонна (пропановая) предусмотрена и для частичного удаления пропана. Сырье должно содержать несколько больше изопарафинов, чем олефинов с учетом потерь изобутана при циркуляции. Для получения высококачественного алкилата концентрацию изобутана в углеводородном потоке, выходящем из реактора, следует поддерживать не ниже 55-60%. Сырье С.а.и.о. не должно содержать этилена и бутадиена, так как при контакте с серной кислотой они образуют этил- и бутилсульфаты и полимеры олефинов, к-рые, растворяясь в кислоте, разбавляют ее. Нежелательно и присутствие в сырье сернистых, азотистых соединений и воды. Достаточно привести такие примеры: 1 кг бутадиена делает непригодным для С.а.и.о 58 кг серной кислоты; 1 кг меркаптанов – 65 кг кислоты, а 1 кг воды – 11 кг кислоты. В случае присутствия сернистых и азотистых соединений сырье защелачивают и до контакта с серной кислотой удаляют из него воду. Это способствует снижению расхода серной кислоты. В последнее время ресурсы олефинового сырья расширяются за счет вовлечения в переработку пропилена и в нек-рой степени амиленов. При этом на действующих отечественных установках алкилирование изобутана обычно осуществляют смесью пропан-пропиленовой фракции и ББФ, содержащей до 30% пропилена в расчете на сумму олефинов. Добавлять амилены рекомендуется до 5-10%.

Параметры процесса. ***Давление*** не оказывает существенного влияния на процесс и его выбирают по технологическим соображениям (для обеспечения жидкой фазы) немного большее, чем давление перерабатываемых углеводородов при т-ре в реакторе и обычно в реакторах с внутренней системой охлаждения поддерживают 0,35–0,42 МПа.

Температура оказывает сложное влияние на реакцию алкилирования. При ее повышении понижается вязкость кислоты и углеводородов, и создаются более благоприятные условия для их перемешивания и тесного контакта. Это обусловливает большую скорость сорбции углеводородов кислотой и потому большую скорость протекания всех реакций. При этом интенсифицируются и побочные реакции полимеризации и окисления (сульфирования) углеводородов в большей мере, чем реакция алкилирования. Снижение т-ры в определенных пределах благоприятно сказывается на реакции алкилирования: избирательность ее резко возрастает, расход катализатора снижается, выход продуктов увеличиваются. Лимитирующим фактором при снижении т-ры реакции является повышение вязкости кислоты, что вызывает увеличение энергии на перемешивание и препятствует образованию эмульсии необходимого качества, а, следовательно, и обеспечению оптимальных условий реакции. Наиболее оптимальный диапазон т-тур реакции: при алкилировании изобутана бутиленами 5-13°С, а пропиленом 10-22°С.

Соотношение «изобутан:олефин» – один из важнейших параметров процесса. Избыток изобутана интенсифицирует целевую и подавляет побочные реакции. Чрезмерное повышение этого соотношения увеличивает капитальные и эксплуатационные затраты, поэтому поддерживать его выше 10:1 нерентабельно.

Концентрация кислоты. Для алкилирования бутан-бутиленовых углеводородов обычно используют серную кислоту, содержащую 88-98% моногидрата. В процессе работы ее концентрация снижается из-за накопления высокомолекулярных полимерных соединений и воды, попадающей в систему вместе с сырьем. При концентрации кислоты ниже 88% усиливаются побочные реакции, приводящие к ухудшению качества алкилата.

Соотношение «серная кислота:углеводороды» характеризует концентрации катализатора и сырья в реакционной смеси. Оптимальное значение этого отношения (объемного) 1:1–2:1. Произведение соотношения «кислота:сырье» на время пребывания углеводородов в реакторе определяет истинную продолжительность реакции. Если она выдерживается в оптимальных пределах, то объемное соотношение не влияет на процесс. Этот параметр определяет свойства образующейся эмульсии, и при выборе его оптимального значения следует учитывать углеводородный состав перерабатываемого сырья, а также экономичность процесса эмульгирования.

Объемная скорость подачи сырья выражается отношением объема сырья, подаваемого в единицу времени, к объему катализатора в реакторе. Влияние этого параметра во многом зависит от конструкции реактора и, поскольку процесс диффузионный, от эффективности его перемешивающего устройства. Обычно продолжительность пребывания сырья в реакторе 200-1200 с, что соответствует объемной скорости подачи олефинов 0,3-0,5 $ч^{-1}$.

Промышленные установки С.а.и.о. состоят из следующих основных отделений: подготовки сырья; реакторного; обработки углеводородной смеси, выходящей из реакторов; фракционирования продуктов; регенерации отработанной серной кислоты. Отделения подготовки сырья, обработки, фракционирования и регенерации серной кислоты на различных установках аналогичны; реакторные же значительно отличаются, в первую очередь конструктивными особенностями реакторных устройств. По этому признаку реакторы разделяют на три типа:

- емкостные с выносными циркуляционными насосами для перемешивания реакционной смеси;
- контакторные с внутренними циркуляционными устройствами и охлаждающими элементами;
- каскадные с внутренним охлаждением и внутренними циркуляционными устройствами без охлаждающих элементов.

В зависимости от применяемой системы охлаждения реакторы разделяют на три типа:

- с замкнутым холодильным циклом и использованием хладагентов – аммиака, пропана, бутана (емкостные и контакторные реакторы);
- с охлаждением отходящим потоком за счет его испарения при снижении давления в аппаратах, следующих за реактором, и дальнейшей конденсацией паров потока перед возвращением в реактор (контакторные реакторы);
- с внутренним охлаждением путем испарения содержащихся в реакционной смеси пропана и изобутана при пониженном давлении внутри реактора (каскадные реакторы).

В отечественной практике в процессах С.а.и.о. распространение получили горизонтальные контакторные и каскадные реакторы.

Каскадный реактор более современный (**рис. С-15**). Это полый горизонтальный цилиндр, разделенный перегородками на реакционную и отстойные зоны. Обычно реакционная зона состоит из пяти секций (каскадов), снабженных пропеллерными мешалками для обеспечения интенсивного контакта кислоты с сырьем. Олефинсодержащее сырье (бутилен) подводится отдельно в каждую секцию, вследствие чего концентрация олефина в секциях очень мала, это позволяет подавить побочные реакции. Циркулирующий изобутан и серная кислота поступают в первый каскад, последовательно перетекают во второй и т.д. Теплота реакции снимается частичным испарением циркулирующего изобутана и полным испарением пропана, содержащегося в сырье, подаваемым в каждый каскад. Испарившийся газ отсасывается компрессором и после охлаждения и конденсации жидкий хладагент возвращается в реакционную зону. Смесь продуктов реакции, серной кислоты и циркулирующего изобутана, оставшегося в жидкости при разделении фаз в реакционной секции, перетекает в отстойную зону. В реакторе предусмотрены две отстойные зоны: в первой от углеводородов отделяется основная масса кислоты, во второй – небольшое остаточное ее количество; вторая отстойная зона служит также сборником углеводородов, к-рые далее поступают на фракционирование.

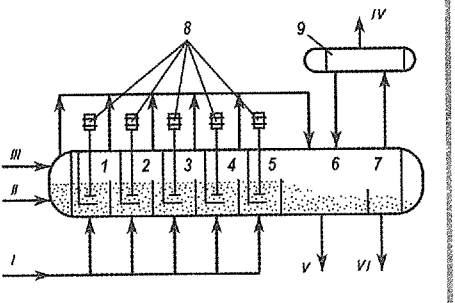


Рис. С-15. Схема горизонтального каскадного реактора:

1–5 – секции реактора; *6, 7* – отстойные зоны; *8* – мешалки; *9* – сепаратор.

Потоки: *I* – ввод олефинового сырья; *II* – ввод циркулирующей кислоты; *III* – ввод рециркулирующего изобутана и хладагента; *IV* – вывод паров изобутана-хладагента к компрессорам; *V* – отвод кислоты; *VI* – отвод углеводородного потока

В России эксплуатируются установки сернокислотного алкилирования мощностью 90-100 тыс. т/год по сырью.

Существуют установки с каскадными реакторами и горизонтальными контакторными реакторами (**рис. С-16**). Исходная смесь углеводородов (после очистки от сернистых соединений и обезвоживания) охлаждается испаряющимся бутаном в холодильнике и поступает пятью параллельными потоками в смесительные секции реактора *1*; в первую секцию вводятся циркулирующая и свежая серная кислота

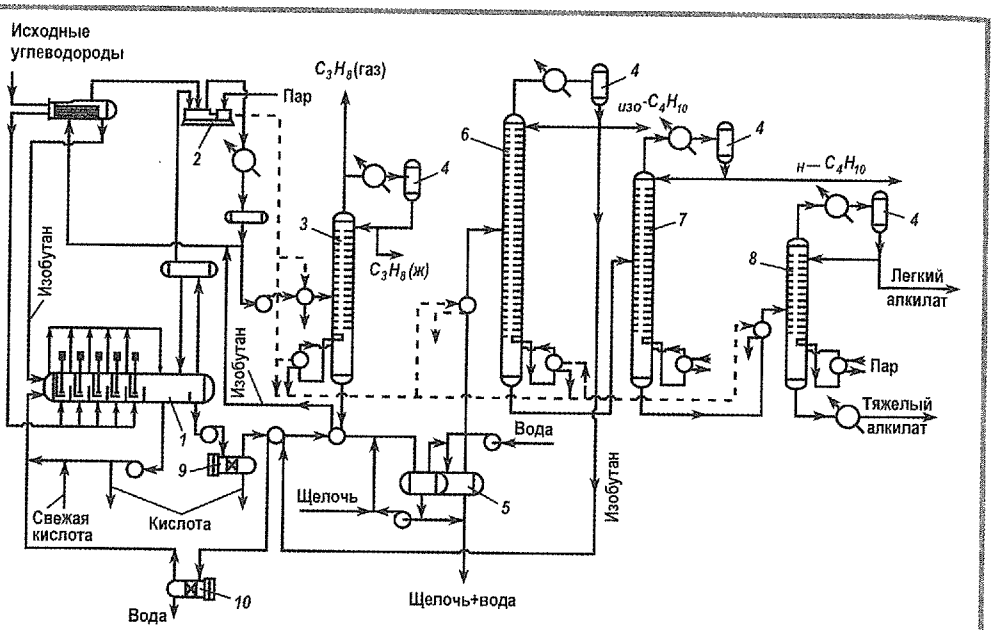


Рис. С-16. Типичная схема каскадного реакторного и фракционирующего блоков установки сернокислотного алкилирования:

1 – реактор; *2* – компрессор; *3* – пропановая колонна; *4* – емкость; *5* – отстойник; *6–8* – ректификационные колонны; *9* – коалесцирующий аппарат; *10* – сепаратор

и жидкий изобутан. Из отстойной секции реактора выводятся продукты алкилирования, к-рые после нейтрализации щелочью и промывки водой через отстойник *5* направляются в изобутановую колонну *6* для отделения циркулирующего изобутана. При некотором избытке свежего изобутана в исходном сырье предусмотрен его вывод с установки. Испарившиеся в реакторе изобутан и пропан компрессором *2* подаются в колонну-депропанизатор *3*, где снизу колонны выделяется изобутан, к-рый далее присоединяется к циркулирующему изобутану. Основной углеводородный поток – остаток из изобутановой колонны *6* поступает в бутановую колонну *7*, а остаток из бутановой колонны – в ректификационную колонну *8* для перегонки алкилата. С верха этой колонны отбирается целевой продукт – легкий алкилат, а с низа – тяжелый алкилат, выкипающий выше 150-170°С и используемый обычно как компонент дизельного топлива.

На установках С.а.и.о. углеводородный поток, выходящий из реактора, обычно очищают бокситом и лишь затем нейтрализуют щелочью и промывают водой. Такая очистка нужна для отделения сложных эфиров, образующихся под действием катализатора. Для удаления указанных вредных примесей углеводородный поток после реактора направляют последовательно в коалесцирующий аппарат, заполненный стеклянной ватой, и в одну–две колонны, заполненные бокситом. Назначение коалесцирующего аппарата – удаление мельчайших капелек кислоты, содержащихся в углеводородном потоке. Бокситовые колонны работают попеременно: через 1 кг боксита можно пропустить от 500 до 1500 м³ (в зависимости от степени его загрязненности эфирами), после этого углеводородный поток переключают на вторую колонну. Загрязненный боксит продувают водяным паром, промывают водой и осушают, пропуская через него углеводородный газ. Благодаря тому, что в схему С.а.и.о. вводят бокситную очистку, продолжительность непрерывного пробега установки увеличивается и превышает 8 мес.

В оптимальных условиях выход алкилата составляет 200-220% от содержания олефинов C_3 и C_4 в сырье (**табл. С-20**).

В 2001 г. в ОАО «Сибнефть-Омский НПЗ» введен в эксплуатацию новый комплекс С.а.и.о. производительностью 300 тыс.т алкилбензина в год.

С-20. Материальный баланс переработки бутан-бутиленовой (ББФ) и пропан-пропиленовой (ППФ) фракций

Фракция	Поступило, %		Получено, %	
	ББФ	ББФ+ППФ	ББФ	ББФ+ППФ
Пропан	4,6	6,8	4,1	6,3
Пропилен	2,1	19,7	-	-
Изобутан	38,8	49,5	11,7	2,1
Бутилены	25,3	19,8	-	-
н-Бутан	25,6	4,2	26,9	4,5
ΣC_5	3,6	-	-	-
Легкий алкилат (C_5-195°C)	-	-	53,3	83,1
Тяжелый алкилат (выше 195°C)	-	-	3,0	3,0
Потери	-	-	1,0	1,0
Всего	100	100	100	100

Фирмой CDTECH (США) разработан усовершенствованный процесс С.а.и.о. – **CDALKY.** Базовая технологическая схема процесса рассчитана на переработку смешанного бутенового сырья с получением прозрачного высококачественного алкилата – компонента моторных топлив, не нуждающегося в промывке водой/щелочью или в очистке бокситом. Создан новый контактор С.а.и.о., работающий при более низкой т-ре и с уменьшенным (на 50% и более) расходом кислоты. В процессе CDALKY применяется обычное фракционирование продукта в одной или двух колоннах. Технологическая схема проще, благодаря чему снижены капиталовложения и эксплуатационные расходы.

СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ – документ, выданный органом по сертификации, к-рый удостоверяет соответствие продукции требованиям технических регламентов (при обязательной сертификации), положениям стандартов, технических условий или условиям договоров.

СЕРТИФИКАЦИЯ – форма осуществляемого органом по сертификации подтверждения соответствия продукции требованиям технических регламентов, положениям стандартов, технических условий или условиям договоров. Сертификация может быть обязательная или добровольная. Необходимость обязательной сертификации устанавливается в технических регламентах на продукцию. Добровольная сертификация проводится по желанию производителя или продавца продукции с целью дополнительного подтверждения качества продукции и в рекламных целях. Результатом сертификации является выдача сертификата соответствия или мотивированного решения об отказе в выдаче сертификата.

СЖАТЫЙ ПРИРОДНЫЙ ГАЗ – см. *Природный газ.*

СЖИЖЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ГАЗ (СНГ) – разновидность *альтернативного топлива* для транспорта. Основные компоненты – пропан и бутан, содержание к-рых варьируется в зависимости от марки. В России по ГОСТ 27578 вырабатываются две марки СНГ (**табл. С-21**).

С-21. Качество СНГ для автомобильного транспорта согласно ГОСТ 27578

Показатель	Пропан автомобильный (ПА)	Пропан-бутан автомобильный (ПБА)
Содержание компонентов, % масс.:		
Σ метана и этана	Не нормируется	
пропана	90±10	50±10
Σ углеводородов C_{4+}	Не нормируется	
Σ непредельных углеводородов, не более	6	6
Количество жидкого остатка при 40°C, % об., не более	Отсутствие	
$ДНП_{изб.}$, МПа, при т-ре:		
45°C, не более		16
-20°C, не менее		0,07
-35°C, не менее	0,07	
Содержание серы, % масс., не более	0,01	0,03
в том числе сероводорода, %, не более	0,003	0,003
Содержание свободной воды и щелочи	Отсутствие	

Марка ПА предназначена для использования в качестве моторного топлива преимущественно в зимнее время от –20 до –30°C, ПБА – до –20°C. Европейские требования на сжиженный нефтяной газ регламентируются стандартом EN–589

СЖИЖЕННЫЙ ПРИРОДНЫЙ ГАЗ – см. *Природный газ.*

СИЛА ТРЕНИЯ – сила сопротивления при относительном перемещении одного тела по поверхности другого под действием внешней силы, тангенциально направленная к общей границе между двумя телами (ISO 4378/2–1983).

СИЛИКАГЕЛЕВЫЕ СМАЗКИ – неорганические смазки, загустителем к-рых является тонкодисперсный силикагель (удельная поверхность силикагеля около 100-400 м²/кг). Имеют высокую химическую стабильность. Применяют в качестве специальных смазок (высокотемпературных, стойких к агрессивным средам и радиации).

СИЛИКАГЕЛИ – ксерогели кремниевой кислоты с хорошо развитой пористой структурой. Используются для осушки воздуха, промышленных газов и различных жидкостей, рекуперации паров органических веществ, очистки масел, осветления нефтепродуктов за счет удаления из них смолистых веществ и т.д. Применяются в хроматографии, а также как носители катализаторов для реакций полимеризации, конденсации, окисления и восстановления органических веществ, для разделения радиоактивных изотопов, при очистке промышленных сточных вод от ионов различных металлов.

В отличие от углей С. гидрофильны и поэтому являются хорошими осушителями в процессах осушки газов и жидкостей.

Промышленные С., выпускаемые по ГОСТ 3956, представляют собой твердые стекловидные прозрачные или матовые зерна насыпной плотности 0,4-0,9 г/см^3.

В зависимости от формы зерна С. бывают двух модификаций: **кусковой** (зерна неправильной формы) и **гранулированный** (зерна сферической или овальной формы).

В зависимости от структуры пор (радиуса, удельной поверхности и удельного объема) кусковые и гранулированные С. делятся на **крупно-** и **мелкопористые.**

Маркировка С. С. обозначают четырьмя буквами: первая характеризует размер гранул, вторая (всегда «С») означает «силикагель», третья – размер пор и последняя – форму частиц.

Гранулированный мелкопористый С. выпускают двух марок: КСМГ – крупный и ШСМГ – шихта (средние фракции силикагелей называют «шихтой»). Гранулированный крупнопористый С. выпускают четырех марок: КСКГ – крупный, ШСКГ – шихта, МСКГ – мелкий, АСКГ – активированный.

Кусковой мелкопористый С. выпускают четырех марок: КСМК – крупный, ШСМК – шихта, МСМК – мелкий и АСКГ – активированный. В промышленности также выпускается силикагель-индикатор (ГОСТ 8984), предназначенный для определения проскока воды при осушке газов. Этот тип С. получают пропиткой гидрогеля солями кобальта. Адсорбент-индикатор имеет синий цвет, при увлажнении он меняет цвет на оранжевый, поэтому цвет – индикатор проскока воды.

Согласно ГОСТ 3956 структурные характеристики С. обычно изменяются в следующих пределах: суммарный объем пор – 0,3-1,2 см^3/г, удельная поверхность – 300-750 м^2/г, средний радиус пор – 1,0-7,0 нм, насыпная плотность – 0,4-0,8 г/см^3. В связи с корпускулярным строением, косвенной характеристикой структуры С. является насыпная плотность: у крупнопористых она равна 0,4-0,5 г/см^3, у мелкопористых – 0,7-0,8 г/см^3. Для мелкопористых С. кажущаяся плотность составляет 1,1 г/см^3, а истинная – 2,25 г/см^3.

Для усиления прочности в гранулированные мелкопористые С. на стадиях грануляции и активации вводят гидроокись алюминия.

Получение и технология производства С. Существуют различные методы получения С.:

- осаждение аморфного кремнезема из силикатов щелочных металлов минеральными кислотами;
- смешение силикатов щелочных металлов с легко гидролизующимися солями;
- гидролиз галогеновых соединений кремния;
- термическое разложение кремнийорганических соединений или четыреххлористого кремния.

Однако практически все промышленное производство основано на первом из этих методов, сущность к-рого заключается во взаимодействии твердого силиката натрия (силикат-глыбы) с минеральной кислотой (как правило, серной – наиболее дешевой) или подкисленным раствором сернокислого алюминия.

Технологии промышленного производства кускового и гранулированного (шарикового) С. принципиально различны.

В производстве кускового С. гелеобразующие компоненты сравнительно низких концентраций сливают в таких соотношениях, чтобы полученный золь имел кислую реакцию и не застывал в короткое время. Такой золь тщательно гомогенизируют и оставляют в покое до образования геля. Гель разрезают на куски, промывают, сушат, размалывают и рассеивают на нужные фракции.

Наиболее широко распространены гранулированные С. Технологический процесс их получения состоит из следующих операций: приготовление растворов силиката натрия, сернокислого алюминия и рабочих растворов: силиката натрия, кислого раствора сульфата алюминия, серной кислоты → формовка гидрогеля → активация и промывка гидрогеля → сушка гидрогеля → классификация силикагелей → упаковка готового продукта.

Процесс получения гидрогеля происходит в две стадии: на первой получают золь кремневой кислоты (образуется истинный раствор SiO_2):

$$Na_2SiO_3+H_2SO_4 \leftrightarrow Na_2SO_4+H_2SiO_3,$$

на второй – образуются поликремневые кислоты:

$$nSi(OH)_4 \rightarrow (SiO_2)_n+2H_2O.$$

Процесс поликонденсации приводит к образованию коллоидного раствора – силиказоля, к-рый стремится к уменьшению свободной энергии, что выражается в самопроизвольном переходе золя в студнеобразное состояние – гидрогель. Последний во времени претерпевает изменения, происходит процесс старения (синерезис), в результате чего укрупняются (срастаются) частицы с выделением интермицеллярной жидкости и некоторым сжатием геля.

Такой процесс получения гранулированных С. позволяет в довольно широких пределах регулировать их пористость. На практике увеличение общего объема и размера пор достигается двумя основными методами: изменением условий созревания гидрогеля (повышение т-ры, pH среды и длительности синерезиса) и изменением условий

промывки (повышение т-ры промывочной воды и увеличение ее жесткости, т.е. содержания в ней солей щелочноземельных металлов).

Для получения мелкопористого силикагеля на стадии формовки вводят раствор сульфата алюминия вместо раствора серной кислоты и дополнительно добавляют стадию активации, на к-рой гидрогель обрабатывают раствором сульфата алюминия. Далее гидрогель отмывают от сульфата натрия и сушат при т-ре 180–200°С. Просушенный силикагель (ксерогель) классифицируют по размерам частиц и затаривают. Следует отметить, что на стадии формовки можно регулировать размер гранул.

В ОАО «ВНИИ НП» разработан высокоэффективный при очистке масляных дистиллятов алюмосиликатный адсорбент **АС-230Ш,** обладающий не только высокими адсорбционными показателями, но и высокой механической прочностью по отношению к истиранию и раздавливанию, что позволяет длительно использовать его в многоцикловой работе (адсорбция-десорбция). Насыпная плотность адсорбента 0,48-0,5 г/см^3, удельный объем пор 0,85-0,75 см^3/г. Синтез адсорбента проводится по технологии получения С. изменением концентраций рабочих растворов и добавлением нескольких стадий с введением нового компонента. Для АС-230Ш дополнительно вводят стадию прокалки при 650°С, после к-рой его дробят с выделением фракции 0,2-0,8 мм.

Дополнительные возможности регулирования структуры пор – замена воды в отмытом гидрогеле различными органическими веществами и гидротермальная обработка в автоклавах при избыточном давлении водяного пара до 30 МПа. Обработке могут подвергаться как гидрогели, так и сухие С. Она позволяет получить С. с удельной поверхностью до 5 м^2/г и средним радиусом пор несколько тысяч ангстрем, к-рые могут эффективно использоваться в качестве адсорбентов для хроматографического разделения и носителей катализаторов.

СИЛИКОНЫ – см. *Кремнийорганические жидкости.*

СИЛОКСАНЫ – см. *Кремнийорганические жидкости.*

СИНГОНИЯ – классификационное разделение кристаллов по признаку симметрии элементарной ячейки кристалла, характеризуется соотношениями между ее ребрами и углами. Существует семь С. кристаллов: кубическая, гексагональная, тетрагональная, тригональная, ромбическая, моноклинная, триклинная. В зависимости от химического состава, чистоты и условий кристаллизации парафины, церезины и их композиции образуют при кристаллизации кристаллы триклинной, моноклинной, ромбической и гексагональной С.

СИНЕРГИЗМ И АНТАГОНИЗМ ПРИСАДОК К МОТОРНОМУ МАСЛУ. Синергизм двух или нескольких присадок – это такое их суммарное позитивное действие на свойство или свойства масла, к-рое превышает сумму эффектов каждой присадки в отдельности. Синергизм чаще проявляют присадки, имеющие разные механизмы действия или взаимодействующие так, что срабатываемость присадок-синергистов замедляется.

Антагонизм двух или нескольких присадок – их взаимодействие при одновременном введении в состав масла, когда позитивное действие одной или нескольких присадок существенно подавляется. При разработке композиций присадок к моторным маслам синергизм максимально используется для уменьшения суммарного содержания присадок в масле. Допустимо и нейтральное взаимодействие присадок, при к-ром отсутствуют и синергизм, и антагонизм. Сочетания в композиции присадок-антагонистов стремятся избегать.

СИНЕРЕЗИС НЕФТЕПРОДУКТА – физико-химическое свойство нефтепродукта, определяющее отделение масла при хранении под действием одностороннего давления или при нагревании.

СИНЕРЕЗИС ПЛАСТИЧНОЙ СМАЗКИ – самопроизвольное уменьшение размеров геля с одновременным выделением из него дисперсионной среды. Причина синерезиса заключается в том, что при гелеобразовании между элементами структуры образуется сравнительно малое число контактов, не отвечающее предельно уплотненному состоянию структуры. Затем в результате перегруппировки частиц, обусловленной их тепловым движением, число этих контактов увеличивается, что неизбежно приводит к сжатию геля и к выпрессовыванию из него части дисперсионной среды. См. также *Коллоидная стабильность пластичных смазок.*

СИНТЕЗ-ГАЗ – смесь CO и H_2, полученная из различного углеродсодержащего сырья (уголь, торф, природный и попутный газы, нефтяные фракции и остатки и др.). Наиболее широко для получения синтез-газа используется уголь и природный газ. Процесс получения синтез-газа – основная стадия процесса Фишера-Тропша и производства метанола, поэтому его совершенствованию уделяется особое внимание при реализации GTL-технологии (газ в жидкость). H_2 может быть выделен из синтез-газа и использован в качестве моторного топлива (в т.ч. для топливных элементов). Полученные из синтез-газа метанол и смесь углеводородов далее перерабатываются в моторные топлива и их компоненты. На основе метанола вырабатывают различные кислородсодержащие компоненты – *простые эфиры*: МТБЭ, МТАЭ, ДМЭ.

СИНТЕТИЧЕСКАЯ НЕФТЬ – жидкая смесь углеводородов, получаемая из синтез-газа процессом Фишера-Тропша. Достоинство С.н. – практически полное отсутствие серо- и азотсодержащих соединений и незначительное содержание ароматических углеводородов.

СИНТЕТИЧЕСКИЕ АВИАЦИОННЫЕ МАСЛА. С ростом теплонапряженности авиационных двигателей возникла необходимость применения в них более термостабильных масел. Минеральные масла уже не могли удовлетворять требованиям применения, и в конце 50-х – начале 60-х годов прошлого века были начаты исследования по созданию термостабильных масел на основе синтетических продуктов. Из большого класса химических соединений предпочтение было отдано сложным эфирам моноспиртов и двухосновных кислот, а также эфирам многоатомных спиртов и синтетических жирных кислот (СЖК). Эти эфиры обладают наиболее приемлемыми физико-химическими свойствами и хорошей приемистостью к различным функциональным присадкам.

На основе смеси эфиров диэтиленгликоля и пентаэритрита и СЖК фракции C_5-C_9 было разработано масло 36/1, содержавшее в качестве антиокислительной присадки 0,5% параоксидифениламина. Позже на основе этого масла был создан ряд масел – 36/1К, 36/1Ку и 36/1Ку-А, содержащих активную противозадирную присадку 2-меркаптобензтиазол («каптакс») для улучшения смазывающей способности масла 36/1. Недостатком этих масел являлась высокая коррозионная агрессивность по отношению к цветным металлам и магниевым сплавам. Наличие в составе масел 36/1К, 36/1Ку, 36/1Ку-А присадки «каптакс» обусловливало потенциальную возможность образования осадков в смазочной системе двигателей из-за окисления присадки кислородом воздуха при повышенных т-рах. Образующийся при этом продукт окисления – дитиобисбензтиазол («альтакс») – обладает значительно худшей растворимостью в основе масла, особенно при низких т-рах, и в определенных условиях может выпадать в осадок. В настоящее время эти масла не производятся.

На основе сложных эфиров диизооктилового спирта и себациновой кислоты в 60-х годах прошлого века было разработано и допущено к применению масло ВНИИНП 50-1-4ф (ГОСТ 13076), обладающее хорошими низкотемпературными свойствами и термостабильное до 175-180°С. В конце 70-х годов прошлого века термоокислительная стабильность масла ВНИИНП 50-1-4ф была улучшена за счет дополнительного введения в его состав новой антиокислительной присадки, а введение антикоррозионной присадки способствовало снижению его коррозионной агрессивности. Обновленной улучшенной композиции была присвоена марка ВНИИНП 50-1-4у.

В конце 60-х годов было разработано и испытано с положительными результатами не имевшее к тому времени зарубежных аналогов синтетическое углеводородное масло ИПМ-10 (ТУ 38.1011299–90), к-рое успешно применялось в качестве рабочего масла в теплонапряженных ТРД и во вспомогательных агрегатах летательных аппаратов. Масло ИПМ-10 вырабатывалось на основе изопарафиновых углеводородов (масло ИПМА-10) – смесь продукта гидрокрекинга и гидроизомеризации парафина со сложным эфиром себациновой кислоты и диизооктилового спирта (ДОС) с добавками комплекса функциональных присадок. В 1993 г. производство масла ИПМ-10 было прекращено из-за отсутствия сырья требуемого качества. С 1999 г. масло ИПМ-10 вырабатывается на основе изопарафиновых углеводородов, но полученных с помощью др. технологических процессов – олигомеризацией альфаолефинов.

Для работы в авиационных ТРД высокой тепловой напряженности создано масло ВТ-301 на основе фторорганосилоксанов. Оно обладает высокой термоокислительной стабильностью (до 250-280°С), уникальными низкотемпературными свойствами, не агрессивно к большинству авиационных конструкционных материалов. К недостаткам масла ВТ-301 следует отнести сравнительно невысокие противоизносные свойства, сложность технологии изготовления и, как следствие этого, высокую стоимость.

СИНТЕТИЧЕСКИЕ БАЗОВЫЕ МАСЛА – базовые масла, полученные синтетическим путем из жидких или газовых химических соединений. В качестве С.б.м. применяют:

- *поли-α-олефиновые масла;*
- *поли-интра-олефиновые масла;*
- *олигобутены;*
- *алкилбензольные масла;*
- *сложные эфиры;*
- *полиалкиленгликоли;*
- *олигоорганосилоксаны;*
- *фторсодержащие жидкости* (перфторуглероды и перфторполиэфиры).

СИНТЕТИЧЕСКИЕ МАСЛА – органические (в т.ч. элементоорганические) соединения, применяемые в качестве смазочных масел в поршневых и газотурбинных двигателях, компрессорах и холодильных машинах, шестеренчатых редукторах (в первую очередь, в червячных), точных приборах, циркуляционных гидравлических системах и др. механизмах, а также как основа для получения электроизоляционных и консервационных масел,

высококачественных пластичных и технологических смазок и в качестве теплоносителей.

Различают **синтетические углеводородные масла** – на основе изопарафиновых углеводородов, полиолефинов и алкилбензола, а также галогензамещенные; **синтетические эфирные масла** – на основе эфиров двухосновных кислот и первичных спиртов (напр., изооктиловый эфир себациновой кислоты), эфиров полиолов (напр., эфир жирной кислоты с прямой цепью и пентаэритрита), полифениловых эфиров, полигликолевых эфиров, эфиров фосфорной кислоты, эфиров ортокремниевой кислоты; на основе полиорганосилоксанов, фторсодержащих эфиров.

Синтетические углеводородные масла применяют в качестве базовых компонентов моторных, трансмиссионных и индустриальных масел, пригодных для эксплуатации в условиях крайне низких температур.

С.м. характеризуются пологой вязкостно-температурной зависимостью, малой испаряемостью, хорошими низкотемпературными свойствами, высокой огнестойкостью, хорошими смазывающими свойствами, высокой термической и термоокислительной стабильностью, химической инертностью, радиационной стойкостью.

С.м. особенно эффективны в условиях, когда нефтяные масла практически неприменимы: в смазочных системах двигателей летательных аппаратов, в контакте с химически активными компонентами ракетных топлив и окислителей, в высоковольтной электроаппаратуре.

СИНТЕТИЧЕСКИЕ МОТОРНЫЕ МАСЛА – масла, изготовленные на основе синтетических базовых масел – полиальфаолефинов, эфиров и диалкилбензолов или их смесей. Композиции присадок к синтетическим маслам создаются с учетом специфики их приемистости к присадкам, а также растворимости последних в синтетических маслах.

СИНТЕТИЧЕСКИЕ СОТС – см. *Водосмешиваемые СОТС*.

СИНТЕТИЧЕСКИЕ СУЛЬФОНАТЫ – соли сульфокислот, полученные сульфированием *алкилбензолов*, *олефинов* или других органических соединений.

СИНТЕТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДНЫЕ МАСЛА – см. *Синтетические масла*.

СИНТЕТИЧЕСКИЕ ЦЕРЕЗИНЫ ДЛЯ ТЕРМОРЕГУЛЯТОРОВ (ТУ 38.101261–79) выпускают трех марок. Применяют для терморегуляторов, автоматически регулирующих тепловое состояние двигателей внутреннего сгорания в интервале температур 70-93°С. Получают путем глубокой вакуумной перегонки высокоплавкого *церезина синтетического*.

СИНТЕТИЧЕСКИЕ ЭФИРНЫЕ МАСЛА – см. *Синтетические масла*.

СИНТЕТИЧЕСКИЙ СМАЗОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ (ГОСТ 27674) – смазочный материал, жидкая основа к-рого получена синтетическим путем.

СИНТЕТИЧЕСКИЙ СОЛИДОЛ – солидол, в к-ром в качестве омыляемого компонента использованы синтетические жирные кислоты.

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ЭМИССИИ – обеспечивает физико-химическую обработку отработавших газов ДВС для снижения содержания в них основных вредных компонентов (CO, CH, NO_x) без значительных изменений конструкции двигателя. Различают системы каталитической, термической и жидкостной нейтрализации.

СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ – государственная система управления субъектами, нормами, средствами и видами деятельности по обеспечению заданного уровня единства измерений в России (РМГ 29).

СИСТЕМА ПРИМЕНЕНИЯ ЖИДКИХ СОТС (СОЖ) – комплекс функционально связанных оборудований, механизмов, устройств и приборов, реализующих технологические процессы применения СОТС при механической обработке заготовок. Различают следующие С.п.ж. СОТС:

- индивидуальная – обслуживает одну единицу технологического оборудования (станок);
- групповая – обслуживает несколько (группу) станков;
- централизованная – обслуживает участок, цех или корпус.

С.п.ж. СОТС полного состава включает следующие основные подсистемы:

- приготовление и аккумуляцию СОТС;
- транспортирование СОТС к технологическому оборудования (станкам);
- активацию СОТС;
- подачу СОТС в зону обработки;
- сбор загрязненной СОТС со станков;
- очистку СОТС от твердого и жидкого загрязнителя;
- диагностирование состояния жидкости и корректировка ее состава;
- аккумуляцию, обеззараживание, регенерацию, разложение и утилизацию отработанной СОТС (ГОСТ Р 51779).

СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ – совокупность правил выполнения работ по сертификации, действий ее участников и правил функционирования системы сертификации в целом. Системы сертификации в России разрабатываются и функционируют в соответствии с требованиями закона «О техническом регулировании».

СИСТЕМНЫЕ МАСЛА ДЛЯ КРЕЙЦКОПФНЫХ ДИЗЕЛЕЙ – см. *Циркуляционные масла для крейцкопфных дизелей.*

СИСТЕМАТИЧЕСКАЯ ПОГРЕШНОСТЬ ЛАБОРАТОРИИ – разность между математическим ожиданием результатов испытаний, полученных в условиях внутрилабораторной прецизионности, и *принятым опорным значением* (ГОСТ Р ИСО 5725-1–2002).

СКВОЗНАЯ КОРРОЗИЯ – см. *Местная коррозия.*

СКЛОННОСТЬ БЕНЗИНА К ОБРАЗОВАНИЮ ОТЛОЖЕНИЙ (см. *Склонность топлива к образованию отложений*) – эксплуатационное свойство, входящее в КМКО автобензинов. Последние должны обладать минимальной склонностью, к-рая в основном зависит от их химического состава и наличия различных присадок. Большой склонностью к нагарообразованию характеризуются бензины с повышенным содержанием ароматических углеводородов и содержащие металлорганические антидетонаторы. Отложения в системе питания и впускном трубопроводе двигателя образуются при относительно невысоких т-рах. Так называемые низкотемпературные отложения по составу и свойствам значительно отличаются от высокотемпературных отложений в камере сгорания (*нагара*). Результат образования отложений – повышение требований двигателя к детонационной стойкости бензина (по достижении равновесной величины через 10-30 тыс.км пробега необходимое повышение ОЧ бензина может составлять от 3 до 10 ед.), вероятность *поверхностного воспламенения* от нагара, нарушение работы свечей зажигания, изменение состава топливовоздушной смеси, снижение эффективности системы каталитической нейтрализации отработавших газов (см. *Система контроля эмиссии*).

К показателям, характеризующим С.б.о.о. относятся следующие.

Отложения во впускной системе – оцениваются по изменению массы (мг) металлической контрольной пластины, установленной во впускной системе одноцилиндровой установки ИТ9–2, за 1 ч работы в условиях, регламентированных межведомственным методом для приемочных испытаний бензинов.

Отложения на впускном клапане – оцениваются по массе отложений (мг/клапан) или уровню загрязнения тюльпанов клапанов (по балльной шкале) после испытаний бензина в двигателе по моторному методу: в России – АНН 404884660–001–2004, ААИ 006–2004; за рубежом – CEC F-04-A, CEC F-05-A-93, ASTM D 5500 или ASTM D 6201.

Зависание впускного клапана – характеризует образование отложений на стержне впускного клапана в условиях высокой влажности и низких температур. Оценивается по наличию или отсутствию зависания – метод CEC F-16-T.

Нагар в камере сгорания – оценивается различными методами: ASTM D 6201 – процентное соотношение масс нагара при испытании топлив с присадками и без них; CEC-F-20-A-98 – абсолютная масса нагара (мг/двигатель).

Чистота карбюратора (отложения в карбюраторе) – зависит от характера и количества отложений на контрольных поверхностях карбюратора после работы двигателя на испытуемом топливе; оценивают и расчитывают (баллы) показатель по методу CEC F-03-T;

Чистота топливного инжектора (отложения в топливном инжекторе) – оценивается по снижению пропускной способности инжектора за счет отложений (% к исходному чистому) после испытаний по методу ASTM D 5598.

Нарушение работы свечи зажигания. При работе на бензинах и маслах без зольных присадок правильно выбранные по тепловой характеристике свечи зажигания самоочищаются от углеродистых отложений. В противном случае на поверхности изолятора и электродах свечей осаждается нагар, содержащий соли и окислы металлов. Работоспособность свечей зажигания снижается, могут отмечаться пропуски зажигания горючей смеси. Среди наиболее характерных последствий нагарообразования на элементах свечей зажигания отмечают уменьшение межэлектродного промежутка «мостикообразование» и шунтирование по тепловому конусу изолятора.

Ухудшение работы системы контроля эмиссии – показатель экологических свойств бензинов и их склонности к образованию отложений на каталитическом нейтрализаторе и кислородном датчике. Определяют по результатам длительных испытаний в стендовых или эксплуатационных условиях. Если какой-либо химический элемент топлива или масла постепенно снижает эффективность работы системы контроля эмиссии, то его концентрацию ограничивают. К таким элементам для автомобильных бензинов относят соединения свинца, марганца, железа, кремния, фосфора, серы.

Склонность *авиационного бензина* к образованию отложений оценивают по результатам сравнительных 100-часовых испытаний опытного и эталонного бензинов в одноцилиндровом отсеке авиационного двигателя в регламентированных методикой ГосНИИГА (для межведомственных испытаний) условиях. Критерии оценки – отказы в работе свечей зажигания, масса нагара на контрольных поверхностях, износ цилиндропоршневой группы, изменение физико-химических показателей моторного масла.

СКЛОННОСТЬ БЕНЗИНА К ОБРАЗОВАНИЮ ПАРОВЫХ ПРОБОК – показатель *летучести бензина*, соответствующий т-ре, при к-рой в регламентированных ГОСТ 22055 (аналогичном методу ASTM D 2633) условиях соотношение объемов пара и жидкости достигает 20. Характеризует граничные т-рные условия, при превышении к-рых возможно нарушение работы системы подачи топлива из-за образования паровых пробок.

СКЛОННОСТЬ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА К ЗАКОКСОВЫВАНИЮ РАСПЫЛИТЕЛЕЙ ФОРСУНОК. Методы определения «Склонность дизельных топлив с присадками к закоксовыванию распылителей форсунок (на двигателях Д21А воздушного охлаждения или ОЦУ КамАЗ 236)» и «Склонность дизельных топлив к закоксовыванию распылителей форсунок на установке НАМИ–2ДК» введены в КМКО топлив для быстроходных дизелей. Сущность первого метода заключается в проведении 6-часовых испытаний образца топлива в режиме максимального крутящего момента. Коэффициент закоксовывания распылителей в сборе с иглой и без иглы определяется до и после испытаний по результатам их промывки на специальном гидростенде.

Сущность второго метода заключается в проведении краткосрочных 4-часовых испытаний на двигателе, работающем по циклической нагрузке со сменой двух режимов каждые 4 мин (один цикл). Режимы подобраны из числа возможных в эксплуатации условий накопления в распылителе наибольшего количества отложений. Степень закоксовывания распылителя форсунки определяется путем промывки распылителя форсунки в сборе с иглой на специальном гидростенде и определения эффективного проходного сечения распылителя.

Другие оценочные показатели – относительное изменение удельного расхода топлива и дымности. Испытуемый образец топлива оценивают на основании сопоставления с результатами аналогичного испытания стандартного дизельного топлива, принятого за эталон.

СКЛОННОСТЬ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА К ОБРАЗОВАНИЮ ОТЛОЖЕНИЙ – эксплуатационное свойство, характеризующее ресурс работы двигателя и его экономичность. При сгорании топлив на стенках камеры сгорания, выпускных клапанах, распылителях форсунок образуется нагар, приводящий к потере герметичности системы впрыска, искривленности факела, ухудшению качества распыливания, увеличению дымности отработавших газов и снижению экономичности двигателя. С.д.т.о.о. зависит от фракционного состава, содержания общей и меркаптановой серы, олефинов, ароматических углеводородов, состава смолистых соединений (см. также *Склонность топлива к образованию отложений*).

СКЛОННОСТЬ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА К ОБРАЗОВАНИЮ ОТЛОЖЕНИЙ НА НАГРЕТЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ. Определение введено в КМКО топлив для быстроходных дизелей. Суть метода заключается в измерении количества отложений и т-ры начала их образования при контакте с нагретой металлической поверхностью в условиях однократного прокачивания топлива. Характеризует окислительную стабильность топлива при высоких т-рах.

СКЛОННОСТЬ К СПОЛЗАНИЮ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК – способность слоя смазки сползать с вертикальных или наклонных металлических поверхностей под действием собственной силы тяжести. Характеризует способность консервационных и канатных смазок сохранять сплошность слоя и, следовательно, предохранять металл от коррозии в условиях повышенной т-ры. Сползание смазки при повышении т-ры обусловлено плавлением загустителя, снижением ее вязкости или адгезии, например, в результате пристенного синерезиса.

Сползание, в отличие от стекания жидких или расплавленных консистентных смазок, происходит обычно при т-рах, значительно более низких, чем т-ра их плавления (каплепадения). На больших вертикальных поверхностях слой смазки сползает при достижении определенной т-ры; при этом в нем появляются трещины (разрывы), к-рые быстро расширяются, и весь слой (или большая его часть) смещается и ползет вниз («шубкой»), оголяя поверхность металла, на к-рой остается тонкий слой жидкой (при этой т-ре) масляной основы смазки. Поэтому **т-ра сползания – одна из важнейших характеристик защитных смазок.** Определяется по ГОСТ 6037.

Сущность метода заключается в установлении способности слоя смазки не сползать (не смещаться и не выделять капли масла) с гладкой вертикальной или наклонной металлической поверхности в течение определенного в НТД времени. Определяют также т-ру, при к-рой не сползает (или начинает сползать) слой смазки толщиной 2 мм.

На три металлические отшлифованные, промытые растворителем и просушенные пластинки при помощи шаблона и шпателя наносят смазку. Пластинки со смазкой подвешивают с помощью крючков на стойку и помещают в термостат, нагретый до т-ры на 8°С ниже т-ры испытания, установленной НТД на смазку. Затем, повышая т-ру со скоростью 4°С в час, нагревают термостат до заданной т-ры и выдерживают при ней пластинки со смазкой в течение 30 мин.

Если требуется установить т-ру сползания смазки, то повышают т-ру на 2°С каждые 30 мин до тех пор, пока хотя бы на одной из трех пластинок не будет обнаружено сползание смазки. Смазки считаются выдержавшими испытание, если при заданной т-ре в течение 30 мин слой смазки на всех трех пластинках сохранится без изменения (не сползает), при этом допускается оплавление граней слоя смазки без смещения или повреждения самого слоя, а также появление ниже слоя смазки расплавленной капли, застывающей после охлаждения.

СКЛОННОСТЬ НЕФТЕПРОДУКТА К ОБРАЗОВАНИЮ ОТЛОЖЕНИЙ – эксплуатационное свойство, характеризующее способность нефтепродукта образовывать жидкие и твердые отложения в условиях эксплуатации. Определяется концентрацией фактических смол, йодным и бромным числами, коксуемостью нефтепродукта, индукционным периодом и др.

СКЛОННОСТЬ ОСТАТОЧНЫХ ТОПЛИВ К ОБРАЗОВАНИЮ ОТЛОЖЕНИЙ (см. *Склонность топлива к образованию отложений*) – эксплуатационное свойство, отвечающее за поведение топлив при сжигании в энергетических установках и хранении топлив в резервуарах.

СКЛОННОСТЬ РЕАКТИВНОГО ТОПЛИВА К НАГАРООБРАЗОВАНИЮ И ДЫМЛЕНИЮ. При сжигании топлива может образовываться нагар, к-рый отлагается на форсунках, стенках камеры сгорания, на лопатках турбины. ***Отложения нагара*** на форсунках ухудшают распыливание топлива и поле т-тур газа перед турбиной, отложения на стенках жаровой трубы камеры сгорания вызывают местный перегрев стенок, их коробление и прогар, отложения на сопловых лопатках турбины – запирание канала турбины и, как следствие, нарушение работы компрессора (помпаж).

Дымление двигателя возникает из-за неполного сгорания топлива с образованием сажистых частиц. Наличие в пламени сажистых частиц вызывает повышенное излучение пламени в стенки жаровой трубы камеры сгорания и ухудшает эмиссионные характеристики двигателя.

Склонность топлива к нагарообразованию и дымлению при горении оценивается по *высоте некоптящего пламени* (ГОСТ 4338), *люминометрическому числу* (ГОСТ 17750), *массовой доле ароматических углеводородов* (ГОСТ 6994), *массовой доле нафталиновых углеводородов* (ГОСТ 17749). КМКО предусмотрено определение склонности реактивных топлив к нагарообразованию и дымлению на установках с малоразмерными камерами сгорания: на однокамерной установке У-314И с испарительной форсункой (метод ЦИАМ), на однокамерной установке с центробежной форсункой (метод ВНИИНП), на установке УНТ-1 (метод 25 ГосНИИ МО РФ).

Оценка характеристик сгорания реактивного топлива на однокамерной установке У-314И с испарительной форсункой (метод ЦИАМ). Камеры сгорания испарительного типа (с испарительными форсунками) применяют в авиационных газотурбинных двигателях наряду с другими разновидностями камер сгорания (центробежными форсунками, форсунками с аэрацией топливного факела и др.). В испарительной камере сгорания топливо вводится в зону горения через Г- или Т-образные испарительные трубки. В эти трубки, расположенные в зоне горения, топливо подается вместе с частью первичного воздуха. Проходя по трубке, топливо подогревается, испаряется и перемешивается с воздухом, одновременно охлаждая испарительную трубку. Богатая топливовоздушная смесь (коэффициент избытка воздуха в испарительной трубке на расчетном режиме равен 0,1-0,3) вытекает из загнутых концов трубок навстречу струям воздуха, поступающим через головную часть жаровой трубы. Вторичный воздух подается в жаровую трубу через отверстия в ее смесительной части.

В испарительной камере сгорания реализуются основные особенности, характерные для рабочего процесса камер сгорания современных авиационных ГТД:

- предварительное перемешивание с воздухом топлива, вводимого в зону горения;
- увеличение коэффициента избытка воздуха первичной зоны жаровой трубы до значений, близких к единице (обеднение до стехиометрического состава);
- увеличение числа точек ввода топлива в зону горения (равномерность).

В пользу выбора испарительной камеры сгорания для метода оценки характеристик сгорания реактивных топлив свидетельствует также независимость рабочего процесса этой камеры от давления подачи топлива. Топливная система испарительной камеры сгорания должна обеспечить лишь дозировку подачи топлива в испарительные трубки, а не его распыливание. Это качество испарительной камеры сгорания позволяет обеспечить практически одинаковые условия ввода топлив в зону горения независимо от их отличий по физическим свойствам. Камера сгорания установки У-314И – индивидуальная трубчатая с равномерно размещенными по окружности на головке жаровой трубы четырьмя Г-образными испарительными трубками. Модельная испарительная камера сгорания запускается от электрической искры при подаче в камеру пропана. Пропан обеспечивает быстрый и надежный запуск камеры сгорания не-

зависимо от марки испытуемого топлива (без типичного при использовании для запуска пусковых центробежных форсунок повышения дымления и нагарообразования, к-рые могут помешать правильной оценке характеристик камеры сгорания на расчетном режиме работы).

После запуска камера сгорания выводится на расчетный режим работы на испытуемом топливе с коэффициентом избытка воздуха 4,0 и расходом воздуха 0,1 кг/с. Подогрев воздуха перед камерой сгорания не производится. Давление в жаровой трубе – близкое к атмосферному. На расчетном режиме камера работает 1 ч.

Нормированным показателем склонности топлива к нагарообразованию является масса нагара, образующегося за время испытания на съемном стакане-нагарнике, размещенном на головке жаровой трубы в зоне горения камеры.

Оценка характеристик сгорания реактивного топлива на однокамерной установке с центробежной форсункой (метод ВНИИНП). Метод предназначен для оценки склонности реактивного топлива к нагарообразованию при сжигании его в модельной трубчатой камере сгорания с центробежной форсункой в течение 1 ч на режиме с постоянными коэффициентом избытка воздуха (4,0), т-рой (60°С), давлением (≈1 ата) и расходом воздуха на входе в камеру сгорания (0,25 кг/с). Запуск камеры сгорания производится на испытуемом топливе от вмонтированного в жаровую трубу факельного воспламенителя, оборудованного свечей зажигания и собственной центробежной форсункой.

Оценочный показатель – количество нагара, образовавшегося на съемном элементе жаровой трубы (оценочном элементе) за время испытания.

Оценка характеристик сгорания реактивного топлива на установке УНТ-1 (метод 25 ГосНИИ МО РФ). Установка УНТ-1 состоит из малоразмерного турбореактивного двигателя с тягой на максимальном режиме 50 кгс (500 Н), двух независимых топливных систем, программного механизма запуска двигателя, агрегатов для питания постоянным током и пульта управления с контрольно-измерительной аппаратурой. Двигатель имеет кольцевую камеру сгорания с четырьмя головками (форкамерами), одна из к-рых – съемная. В каждой форкамере установлена центробежная форсунка. Запуск двигателя и выход на режим с заданной частотой вращения производится от подаваемого во все форкамеры рабочего топлива. Затем в съемную форкамеру вместо рабочего топлива вводится испытуемое.

Нормируемые показатели – массовое нагарное число, дымное число и световое число, к-рые характеризуют соответственно нагарообразование, дымление и плотность лучистого теплового потока от пламени.

СКЛОННОСТЬ РЕАКТИВНОГО ТОПЛИВА К ОБРАЗОВАНИЮ ОТЛОЖЕНИЙ (см. *Склонность топлива к образованию отложений*). Отложения – это продукты, образующиеся в топливе в результате окислительных процессов. Склонность топлива к образованию отложений, прежде всего осадков, характеризуется *термоокислительной стабильностью топлива (ТОС)*.

ТОС реактивных топлив зависит главным образом от содержащихся в них гетероатомных примесей и, прежде всего, серусодержащих соединений (особенно *меркаптановой серы*).

ТОС прямогонных реактивных топлив улучшается при удалении из них гетероатомных соединений в результате гидрогенизационной обработки (гидроочистки, гидрокрекинга, глубокого гидрирования). Однако при этом из топлива удаляется не только основная масса соединений серы (меркаптаны практически полностью), но и природные антиоксиданты, в результате чего химическая стабильность топлива ухудшается.

Несмотря на то, что при окислении реактивных топлив, полученных гидрогенизационными процессами, твердые осадки практически не образуются, длительному хранению и применению такие топлива не подлежат. Это связано с тем, что образующиеся при окислении гидропероксиды разрушают резинотехнические изделия и герметики, используемые в топливной системе самолетов, а кислотные продукты корродируют конструкционные материалы. Для повышения химической стабильности гидрогенизационных реактивных топлив (РТ, Т-8В, Т-6) в них на местах производства вводят антиокислительную присадку – 2,6-ди-*трет*-бутил-4-метилфенол (товарные названия: ионол, агидол-1) в концентрации 0,003-0,004% масс.

СКЛОННОСТЬ СОТС К ПЕНООБРАЗОВАНИЮ. Пенообразование СОТС – насыщение воздухом жидких СОТС вследствие их интенсивного перемешивания или интенсивной циркуляции в системе охлаждения станка.

Процесс насыщения воздухом называется аэрацией. Воздух в жидкости может находиться в растворенном виде, в виде воздушно-масляной дисперсии и пены. В случае образования пены на поверхности СОТС накапливается большое количество воздуха, заключенного в тончайшую масляную оболочку. Пена приводит к нарушению подачи жидкости в зону резания и может вызвать ее выброс из емкости системы охлаждения. Аэрорированная СОТС обладает худшими охлаждающими и смазывающими свойствами, меньшей химической стабильностью.

Скорость образования пены и ее стабильность зависят от т-ры, вязкости, поверхностного натяжения и скорости подачи СОТС. Более вязкие жидкости лучше удерживают пузырьки воздуха в своем объеме и таким образом увеличивают стабильность пены. Стабильность пены зависит также от прочности пленок, к-рые образуют СОТС вокруг пузырьков воздуха. Поэтому СОТС, содержащие ПАВ, обладают большей вспениваемостью. На пенообразование масляных СОТС влияет глубина очистки нефтяных масел, используемых в качестве их основы.

Эффективным способом снижения пенообразования СОТС является введение в их состав противопенных присадок – алкилсульфатов, кальциевых мыл ланолина, олеата кальция и полисилоксанов. Наиболее распространены полисилилоксаны, одним из важных свойств к-рых является способность не только предупреждать пенообразование, но и разрушать уже образовавшуюся пену за счет снижения прочности пленок, образуемых СОТС вокруг пузырьков воздуха.

Склонность СОТС к пенообразованию оценивают по методу ASTM D 892, DIN 51566 E или IP 312. Сущность методов заключается в продувании определенного объема воздуха с постоянной скоростью через испытуемую жидкость заданного объема и в последующем определении объема и времени деаэрации.

Данные, характеризующие склонность некоторых СОТС к пенообразованию и деаэрации, приведены в **табл. С-22.**

С-22. Склонность к пенообразованию некоторых масляных СОТС для обработки металлов резанием

СОТС	Объем пены, см³	Устойчивость пены в течение 10 мин, см³
МР-1у	30	0
МР-2у	30	0
МР-3	30	0
МР-7	270	0
МР-10	360	0
МР-12	100	20
Масло И-20А	10	0

Масляные СОТС не обладают высокой вспениваемостью и имеют весьма низкую устойчивость пены.

Водосмешиваемые СОТС обладают более высокими пенообразующими свойствами, к-рые могут проявляться как в процессе производства СОТС, так и в процессе применения. При производстве СОТС, учитывая возможное обильное пенообразование, необходимо иметь определенный запас при заполнении реактора-смесителя (коэффициент заполнения не более 0,7). При применении пенообразование рабочих растворов (эмульсий) зависит от жесткости воды, на к-рой они готовятся, способа приготовления и скорости подачи в зону обработки и др. факторов.

Кроме вышеуказанного метода оценки склонности СОТС к пенообразованию (метод продувания воздухом) для водосмешиваемых СОТС используется ручной метод по ГСТУ 320.00149943.004, к-рый основан на встряхивании мерного цилиндра с рабочей жидкостью СОТС и определении высоты столба полученной пены.

СКЛОННОСТЬ ТОПЛИВА К ОБРАЗОВАНИЮ ОТЛОЖЕНИЙ – эксплуатационное свойство, определяющее вероятность образования отложений продуктов превращения топлив в камерах сгорания, топливных, впускных и выпускных системах (ГОСТ 4.25).

СКОРОСТНОЙ ФАКТОР – произведение среднего диаметра подшипника (мм) на частоту вращения (мин$^{-1}$). Наряду с нагрузкой является важнейшим параметром трения. Знание скоростного фактора необходимо при подборе смазочного материала, выборе типа подшипника, оценке режима трения и долговечности подшипника. Для подшипника, работающего при скоростном факторе 500000 мм·мин$^{-1}$ или выше, необходимы специальные высококачественные смазки.

СКОРОСТЬ КОРРОЗИИ – *коррозионные потери* единицы поверхности металла в единицу времени (ГОСТ 5272). С.к. [г/(м²·сут.) или г/(см²·сут.)] вычисляют по формуле:

$$V_к=(m_0-m_1)/(St),$$

где m_0 – первоначальная масса образца, г; m_1 – масса образца после удаления продуктов коррозии, г; S – площадь поверхности образца до испытаний, м² или см²; t – продолжительность испытаний, сут.

На С.к. существенно влияют внутренние и внешние факторы коррозии. Внутренние факторы связаны с природой металла: состав, структура, внутренние напряжения, состояние поверхности. Внешние факторы – вид коррозии и характер коррозионного разрушения – связаны с составом *коррозионной среды* и условиями протекания *коррозионного процесса*: т-ра, давление, скорость движения металла относительно среды, наличие и количество коррозионно-агрессивных агентов.

СЛОЖНЫЕ ЭФИРЫ – формально являются продуктами замещения атомов водорода гидроксидных групп ОН в минеральных или карбоновых кислотах на углеводородные радикалы. С.э. – главная составляющая жиров, восков, спермацета; входят в состав многих природных эфирных масел.

С.э. низших карбоновых кислот и простейших спиртов – бесцветные летучие жидкости, часто с приятным фруктовым запахом, а высших карбоновых кислот – твердые бесцветные вещества, почти лишенные запаха. Низшие С.э. минеральных кислот (алкилсульфиты, алкилсульфаты, алкилбораты) – маслянистые жидкости с приятным запахом; алкилсульфаты, начиная с C_9H_{17}, – твердые соединения. Т-ры кипения С.э. низших спиртов ниже, чем сульфатов. С.э. плохо растворяются в воде, хорошо – в органических растворителях, обладают значительным дипольным моментом.

СЛОЖНЫЕ ЭФИРЫ ДИКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ (двухосновных кислот), диэфиры. Получают реакцией двухосновных кислот с прямой цепью, напр. себациновой, с первичными спиртами разветвленного строения, напр. с 2-этилгексиловым. Сложные алифатические диэфиры обладают прекрасными вязкостными свойствами в широком диапазоне т-тур. Диэфиры имеют более высокие индексы вязкости (140-150), более низкие т-ры застывания (–45…–69°С), меньшую испаряемость и меньшую огнеопасность, чем нефтяные масла. По смазочным свойствам, стойкости к действию кислорода и высокой т-ры диэфиры близки к нефтяным маслам. В ряде случаев свойства диэфиров улучшают введением присадок – антиокислительных, антикоррозионных, противоизносных и др. По действию на резинотехнические изделия диэфиры уступают нефтяным маслам. Диэфиры применяются в качестве основ авиационных масел, приборных масел специального назначения и смазок. Особенно пригодны масла на диэфирах для смазывания узлов трения, работающих при малых нагрузках, но в широком диапазоне т-тур (–60…+120°С).

СЛОЖНЫЕ ЭФИРЫ МНОГОАТОМНЫХ СПИРТОВ – соединения, содержащие в своем составе фрагменты многоатомных спиртов и монокарбоновых кислот. Среди С.э.м.с. в качестве базовых масел наиболее часто применяют пентаэритритовый эфир смеси жирных кислот C_5-C_9 (ПЭТ), тригептаноат триметилолпропана (ТГТМП) и др.

Исходными веществами для синтеза ПЭТ являются пентаэритритовый спирт и смеси жирных кислот C_5-C_9; для ТГТМП – триметилолпропан и гептановая кислота – продукт карбоксилирования гексена-1 или переработки растительных масел. Многоатомные спирты пентаэритрит и триметилолпропан получают конденсацией соответственно ацетальдегида и нормального масляного альдегида с формальдегидом. (См. также *Получение эфиров дикарбоновых кислот и сложных эфиров многоатомных спиртов* и *Свойства и применение эфиров дикарбоновых кислот и сложных эфиров многоатомных спиртов*).

СЛОЖНЫЕ ЭФИРЫ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ – соединения, содержащие в своем составе фосфорнокислый и спиртовой фрагменты. Среди С.э.ф.к. в практике смазочных материалов используются трибутилфосфат, трикрезилфосфат, дибутилфенилфосфат, дифенил-п-бутил-фенилфосфат, триксиленилфосфат. Они получаются путем каталитического взаимодействия хлорокиси фосфора с соответствующим гидроксилсодержащим соединением:

$$POCl_3+3ROH \rightarrow PO(OR)_3+3HCl,$$

где $R=C_4H_{17}$, C_6H_5, $C_6H_5CH_3$ или $C_6H_5(CH_3)_2$.

Эти эфиры характеризуются высокой огнестойкостью, они медленно горят в пламени, не поддерживая горения и не распространяя пламя, т-ра самовоспламенения трибутилфосфата 369°С, а остальных – от 569 до 700°С. С.э.ф.к. обладают достаточной термической и термоокислительной стабильностью, высокой смазочной способностью, хорошими вязкостно-температурными свойствами. Для трибутилфосфата и дифенил-*п*-бутилфенилфосфата свойственны низкие вязкости при –60°С: 220 и 2000 мм²/с соответственно. Вместе с тем, данные соединения обладают хорошей растворяющей способностью по отношению к лакам, краскам и резинотехническим изделиям. Все упомянутые жидкости токсичны: только триксиленилфосфат имеет третий класс опасности, остальные – второй класс опасности, т.е. представляют серьезную опасность для здоровья и требуют особых мер безопасности при работе с ними (все углеводородные и сложноэфирные масла имеют четвертый класс опасности, т.е. практически нетоксичны).

С.э.ф.к. широко применяют как основы и компоненты огнестойких гидравлических авиационных жидкостей, промышленных и турбинных масел. Трикрезилфосфат применяют также в качестве противоизносной беззольной присадки в смазочных маслах различного назначения.

СЛОП-ВОКС – см. *Фильтрат обезмасливания*.

СМАЗКА – действие смазочного материала между двумя поверхностями, в результате к-рого уменьшаются износ, повреждения поверхности и/или сила трения (ГОСТ 27674).

Согласно ГОСТ 27674 смазки разделяют на следующие виды:

• в зависимости от состояния смазочного материала – *газовая смазка*, *жидкостная смазка*, *твердая смазка*;

• в зависимости от типа разделения поверхностей трения смазочным слоем – *гидродинамическая смазка*, *гидростатическая смазка*, *газодинамическая смазка*, *газостатическая смазка*, *эласто-гидродинамическая смазка*, *граничная смазка*, *полужидкостная (смешанная) смазка*.

СМАЗОЧНАЯ СИСТЕМА (ГОСТ 20765) – совокупность технических устройств для смазывания объекта. Под объектом понимается трибосопряжение, машина, механизм, комплекс машин и/или механизмов.

СМАЗОЧНАЯ СИСТЕМА ДВИГАТЕЛЯ – см. *Поршневой двигатель внутреннего сгорания.*

СМАЗОЧНАЯ СПОСОБНОСТЬ (ГОСТ 27674, ISO 1998/2) – свойство смазочного материала снижать износ и силу трения, независимо от его вязкости.

СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИЕ ЖИДКОСТИ – см. *Жидкие СОТС*. Технические жидкости, вводимые в зону обработки заготовки резанием или давлением. В отечественной научно-технической литературе и нормативной документации используют аббревиатуру «СОЖ», в англоязычных странах смазочно-охлаждающие жидкости называют «Cuttinfluide» – в дословном переводе «Режущие жидкости». Современные СОЖ являются сложными системами, содержащими основу и противоизносные, антифрикционные, антизадирные, антиоксиданты, ингибиторы коррозии, противотуманные, антипенные, биоциды, эмульгаторы, ПАВ и др. (ГОСТ Р 51779).

СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА (СОТС) – технические средства на основе продуктов природного или синтетического происхождения, вводимые в зону обработки металлов резанием или давлением для смазывания и охлаждения. (Определение авторов. Существующие определения СОТС несовершенны и нестандартизированы).

СОТС включают в себя все типы технологических средств, к-рые используются в качестве смазочно-охлаждающей технологической среды в процессах механической обработки металлов.

Наиболее распространенным типом СОТС являются *смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ)*, к-рые применяются при абразивной и лезвийной обработке металлов. Жидкие СОТС, используемые при обработке металлов давлением принято называть технологическими маслами (ТМ) или технологическими смазками (ТС).

Контактирование (соприкосновение) режущего инструмента, штампа, матрицы или валка с обрабатываемым материалом и стружкой происходит при высоких давлениях и т-рах. В результате возникают значительные силы трения. В этих условиях основное назначение СОТС заключается в том, чтобы смазать поверхности трения, отвести от них теплоту, облегчить процесс деформации металла, удалить из зоны резания стружку, металлические опилки и грязь. Благодаря этому снижаются силы резания или усилия деформации металла и потребляемая мощность, увеличивается стойкость инструмента и улучшается качество изделий. Кроме того, СОТС временно защищает обрабатываемое изделие и детали оборудования от коррозии.

Поскольку в практике металлообработки условия резания, штамповки, волочения и прокатки значительно различаются, соответственно разрабатываются и различные СОТС. Разнообразие составов СОТС затрудняет их выбор и применение (см. *Применение СОТС*). Оказать помощь потребителю в предварительном выборе СОТС и определению их состава частично помогает классификация СОТС.

Классификация СОТС. По агрегатному состоянию СОТС разделены на четыре типа: *газообразные СОТС*, *жидкие СОТС*, *пластичные СОТС* и *твердые СОТС*, к-рые, в свою очередь, по химическому составу, структуре и назначению разделены на классы, подклассы, ряды, группы и подгруппы (**табл. С-23**). Такое разделение СОТС предложено ВНИИПКнефтехим (ныне УкрНДІНП «МАСМА»).

Наименование, обозначение и состав СОТС. Наименование СОТС не стандартизировано и устанавливается произвольно. В результате одни СОТС получили словесное название (Автокат, Аквахон, Купрол, Москвинол, Саянол и т.д.), другие – словесное название с цифровым индексом (Авитол-2, Велс-1, Рикос-1, Укринол-211, Росойл-101 и т.д.), третьи – название из буквенных и цифровых индексов (В-3, ЛЗ-26МО, МР-1у, СТП-13, ШС-2 и т.п.)

Обозначение СОТС кратко характеризует его агрегатное состояние, состав и свойства (см. табл. С-22). Оно также состоит из буквенных и цифровых индексов, к-рые указывают на отсутствие или присутствие присадок, усиливающих смазочные свойства СОТС, уровень легирования присадками, растворяемость присадок в маслах или воде, класс по химической природе и активность по отношению к меди:

- О – отсутствие присадок;
- П – присутствие присадок;
- ПМ – маслорастворимые присадки;
- ОМ – маслорастворимые присадки, активные по отношению к меди;
- ПВ – водорастворимые присадки;
- ПМВ – масловодорастворимые присадки;
- ПН – маслорастворимые присадки (добавки, наполнители).

Степень легирования присадками, усиливающими смазочные свойства СОТС (содержание присадок), обозначается цифрами:

1 – до 5% масс. – невысокая;
2 – 5-10% масс. – умеренная;
3 – 10-30% масс. – высокая;
4 – более 30% масс. – очень высокая.

С-23. Классификация СОТС для обработки металлов резанием по агрегатному состоянию

Тип СОТС	Класс	Подкласс	Ряд	Группа	Подгруппа
Газообразные (Г)	Инертные (Г1)			Специальные	
	Активные (кислородсодержащие) (Г2)				
Жидкие (Ж) (СОЖ)	Масляные (нефтяные или синтетические) (М): М1 - I группа вязкости (мм²/с) - ν_{50}=1÷9 (ν_{40}=2÷12) группа вязкости ISO - 2, 3, 5, 7, 10 М2 - II группа вязкости (мм²/с) - ν_{50}=10÷20 (ν_{40}=13÷20) группа вязкости ISO - 3, 15, 22 М3 - III группа вязкости - $\nu_{50}\geq$20 (ν_{40}>30) группа вязкости ISO - 32, 46, 68, 100	Без присадок (О)	Неактивные	Массовые и специальные	Неуниверсальные
		С жировыми и др. присадками (Па)	Неактивные		
		С противозадирными (МП), противо-износными (МП) и др. присадками	Неактивные, активные	Массовые и специальные	Универсальные и неуниеерсальные
	Водосмешиваемые (В)	Эмульгирующиеся (эмульсолы) (Э): грубые эмульсии (Э1) полусинтетические или микроэмульсии (Э2)	Активные	Массовые и специальные	Универсальные и многоцелеевые
			Неактивные, активные		
		Синтетические (Р): растворы органических веществ (Р1)	Неактивные, активные	Массовые и специальные	
		растворы электролитов (Р2)	Неактивные, активные		
		растворы органических веществ и электролитов (Р3)	Неактивные, активные		
	Быстроиспаряющиеся (И)				
	Расплавы (Р): металлов (РС1) солей (РС2) др. веществ (РС3)			Специальные	
Пластичные (П)	На загустителях: углеводородных (П1) мыльных (П2) смешанных (П3) других (П4)			Специальные	
Твердые (Т)	Слоистые неорганические соединения (Т1) Мягкие металлы (Т2) Органические соединения (Т3) Смешанные (Т4) Другие (Т5)			Специальные	

Класс присадок по химической природе обозначается буквами:

а – животные жиры, растительные масла, синтетич. сложные эфиры, органич. кислоты;

б – галогенсодержащие;

в – серосодержащие;

г – фосфорсодержащие;

д – азотсодержащие;

е – содержащие др. актив. элементы;

ж – комплексные металлорганические соединения;

з – растворимые в масле или в воде полимеры;

и – органические наполнители;

к – неорганические наполнители;

л – др. химические соединения.

Пример классификационного обозначения СОТС:

Э1.ПМ1абв – концентрат водосмешиваемого СОТС, образующего в воде грубодисперсную эмульсию, активного по отношении к меди, содержащего до 5% масс. маслорастворимых жировых добавок, галогено- и серосодержащих присадок;

М3.ПМ3абг – неактивное высоковязкое масляное СОТС с высоким содержанием жиров, хлор- и фосфорсодержащих присадок.

ГОСТ 28549.7 (ИСО 6743/7-86) устанавливает классификацию смазочных материалов, применяемых при обработке металлов (группа М), к-рые относятся к классу L (смазочные материалы, индустриальные масла и родственные продукты, в зависимости от области их применения). Этот документ следует рассматривать вместе с ГОСТ 28549.0 (ИСО 6743/0–81).

ГОСТ 28547 применяется для всех жид., пластич. и тверд. смазочных материалов, используемых при механической обработке металлов. Классификация не определяет пригодность СОТС для особого применения: контакт с пищей, радиация, жесткий вакуум и т.д. Это устанавливается в технических требованиях.

Классификация смазочных масел группы М устанавливает категории продуктов в зависимости от области применения этой группы. Каждая категория обозначена символом, состоящим из группы букв, и может быть дополнена классом вязкости по ISO 3448.

Примечание. Первая буква категории (М) идентифицирует группу продукта, любые другие буквы, взятые отдельно, не имеют смысла.

В данной классификации продукты обозначают единым способом полностью: ISO–L–MHA–32 или сокращенно: L–MHA–32 (число 32 указывает на класс вязкости по ISO 3448).

Классификация смазочных материалов, применяемых при обработке металлов (группа М), приведена в **табл. С-24.**

С-24. Классификация смазочных материалов, применяемых при обработке металлов (группа М, металлообработка) по ГОСТ 28549.7 (ИСО 6343/7–86)

Тип продукта и требования к применению	Категория продукта	Примечание
Обработка металла резанием, шлифованием или электрическим разрядом и формование металла штамповкой, вытяжкой, вальцовкой, прессованием, ковкой горячей и холодной, штамповкой, экструдированием, холодной прокаткой (требует первичного смазывания)		
Жидкость с антикоррозионными свойствами	MHA	Жидкости могут содержать ингибиторы, предотвращающие окисление, и наполнители для определенных операций
Жидкость типа MHA с антифрикционными свойствами	MHB	
Жидкость типа MHA для работы в условиях сверхвысокого давления, химически неактиеная	MHC	
Жидкость типа MHA для работы в условиях сверхвысокого давления, химически активная	MHD	
Жидкость типа MHB для работы в условиях сверхвысокого давления, химически неактивная	MHE	
Жидкость типа MHB для работы в условиях сверхвысокого давления, химически активная	MHF	
Смазки пластичные, пасты, парафины, применяемые в чистом виде или разбавленные жидкости типа MHA	MHG	
Мыла, порошки, твердые смазочные материалы и смеси из них	MHH	Продукты могут содержать наполнитель для определенных применений
Обработка металлов резанием, шлифованием, формованием, штамповкой, вытяжкой, вальцовкой, прессованием, прокаткой горячей и холодной (требует первичного охлаждения)		
Концентраты, смешанные с водой, молочные эмульсии с антикоррозионными свойствами	MAA	Продукты применяют без разбавления
Концентраты типа MAA с антифрикционными свойствами	MAB	
Концентраты типа MAA для работы в условиях избыточного давления	MAC	
Концентраты типа MAB для работы в условиях избыточного давления	MAD	
Концентраты смешанные с водой, представляющие прозрачные микроэмульсии с антикоррозионными свойствами	MAE	Эмульсии могут стать прозрачными в процессе эксплуатации
Концентраты типа MAE с антифрикционными свойствами и (или) применяемые в работе в условиях сверхвысокого давления	MAF	
Концентраты, при смешивании с водой дающие прозрачные растворы с антикоррозионными свойствами	MAG	Могут содержать наполнитель для отдельных применений
Концентраты типа MAG с антифрикционными свойствами и (или) применяемые при работе в условиях сверхвысокого давления	MAH	
Пластичные смазки и пасты, применяемые при смешении с водой	MAI	

В **табл. С-25** приведен перечень некоторых основных категорий жидкостей для металлообработки в зависимости от области применения.

По данной таблице потребители смогут получить представление об основных группах продуктов, к-рые применяют в обычных условиях. Таблица может служить основой для установления спецификаций согласно области применения.

Распределение категорий неразбавленных масел (масляных СОТС) и водосмешиваемых жидкостей (водосмешиваемых СОТС), как продуктов группы М, согласно их природе и свойствам, приведено в **табл. С-26 и С-27.**

С-25. Распределение жидкостей для металлообработки в зависимости от области применения по ГОСТ 28549.7 (ИСО 6343/7–86)

Класс и категория продукта (СОТС)	Применение продукта							
	Резание	Шлифование	Электрический разряд	Формирование листового металла	Вальцовка, прессование	Волочение проволоки	Ковка, штамповка	Прокатка
L-MHA	•		•					•
L-MHB	•			•	•	•	•	•
L-MHC	•	•		•		○	○	
L-MHD	•			•				
L-MHE	•	•		•	•			
L-MHF	•	•		•				
L-MHG				•		•	•	
L-MHH						•	•	
L-MAA	•			•				○
L-MAB	•			•		•	○	•
L-MAC	•			○		○		
L-MAD	•			•	•			
L-MAE	•	○						
L-MAF	•	○						
L-MAG	○	•		○			•	•
L-MAH	•	•					•	
L-MAI				•		•		

Примечание: • - основное применение;
○ - возможное применение.

С-26. Распределение категорий неразбавленных масел (масляных СОТС) группы М согласно их природе и свойствам по ГОСТ 2849.7 (ИСО 6343/7–85)

Категория продукта	Тип продукта и основные свойства					
	Очищенные минеральные масла или синтетические жидкости	Прочее	Антифрикционные свойства	Противозадирные свойства (химически неактивный)	Противозадирные свойства (химически активный)	Примечание
MHA	•					
MHB	•		•			
MHC	•			•		
MHD	•				•	
MHE	•		•	•		
MHF	•		•		•	
MHG		•				Пластичные смазки
MHH		•				Мыла

С-27. Распределение категорий водосмешиваемых СОТС группы М согласно их природе и свойствам по ГОСТ 28549.7 (ИСО 6343/7–86)

Категория продукта	Тип продукта и основные свойства						
	Эмульсии	Макроэмульсии	Растворы	Прочее	Антифрикционные свойства	Противозадирные свойства	Примечание
MAA	•	•					
MAB	•				•		
MAC	•					•	
MAD	•				•	•	
MAE		•					
MAF		•			• и/или	•	
MAG			•				
MAH		•	•		• и/или	•	
MAI				•			

Сопоставление приведенных выше классификаций СОТС для обработки металлов приведено в **табл. С-28.**

С-28. Сопоставление классификаций СОТС для механической обработки металлов по ГОСТ 28549.7 (ИСО 6343/7–86) и предложенной УкрНДІНП «МАСМА»

Международный стандарт ИСО 6343/7-86		Классификация УкрНДІНП «МАСМА»				
Категория продуктов	Класс L, группа М	Индексация по физико-химической природе присадок	Индексация по степени легирования присадками			
			П1 (присадок до 5%)	П2 (присадок 5-10%)	П3 (присадок 10-30%)	П4 (присадок более 30%)
Масляные СОТС: с антикоррозионными свойствами	MHA	М1.О* М2.О* М3.О*	-	-	-	-
типа МНА с антифрикционными свойствами	MHB	М1.Па М2.Па М3.Па	М1.Па М2.П1а М4.П1а	М1.П2а М2.П2а М4.П2а	М1.П3а М2.П3а М4.П3а	М1.П4а М2.П4а М4.П4а
типа МНА с противозадирными свойствами (химически неактивная)	MHC	М1.Пбвг М2.Пбвг М3.Пбвг	М1.П1бвг М2.П1бвг М3.П1бвг	М1.П2бвг М2.П2бвг М3.П2бвг	М1.П3бвг М2.П3бвг М3.П3бвг	М1.П4бвг М2.П4бвг М3.П4бвг
типа МНА с противозадирными свойствами (химически активная)	MHD	М1.Пбвг М2.Пбвг М3.Пбвг	М1.П1бвг М2.П1бвг М3.П1бвг	М1.П2бвг М2.П2бвг М3.П2бвг	М1.П3бвг М2.П3бвг М3.П3бвг	М1.П4бвг М2.П4бвг М3.П4бвг
типа МНА с противозадирными свойствами (химически нвактивная)	MHE	М1.Пабвг М2.Пабвг М3.Пабвг	М1.П1абвг М2.П1абвг М3.П1абвг	М1.П2абвг М2.П2абвг М3.П2абвг	М1.П3бвг М2.П3бвг М3.П3бвг	М1.П4бвг М2.П4бвг М3.П4бвг
типа МНА с противозадирными свойствами (химически активная)	MHF	М1.Пабвг М2.Пабвг М3.Пабвг	М1.П1бвзг М2.П1бвзг М3.П1бвзг	М1.П2абвг М2.П2абвг М3.П2абвг	М1.П3абвг М2.П3абвг М3.П3абвг	М1.П4абвг М2.П4абвг М3.П4абвг
Твердые СОТС: мыла, порошки, твердые смазочные материалы, их смеси (используются неразбавленными)	MHH	Т (Т1, Т2, Т3, Т4, Т5)	-	-	-	-
Водосмешиваемые СОТС: концентраты с антикоррозионными свойствами, дающие в воде молочные эмульсии	MAA	Э1.О*	-	-	-	-
концентраты типа МАА с антифрикционными свойствами	MAB	Э1.Па	Э1.П1а	Э1.П2а	Э1.П3	Э1.П4а
концентраты типа МАА для работы в тяжелых условиях	MAC	Э1.Пбвг	Э1.П1бвг	Э1.П2бвг	Э1.П3бвг	Э1.П4бвг
концентраты типа МАВ для работы при высоких давлениях	MAD	Э1.Пабвг	Э1.П1абвг	Э1.П2абвг	Э1.П3абвг	Э1.П4абвг
концентраты с антикоррозионными свойствами, дающие в воде микроэмульсии	MAE	Э2.О*	-	-	-	-
концентраты типа МАЕ с антифрикционными свойствами и для работы при высоких давлениях	MAF	Э2.Пабвг	Э2.П1абвг	Э2.П2абвг	Э2.П3абвг	Э2.П4абвг
концентраты с антикоррозионными свойствами, дающие в воде прозрачные растворы	MAG	Р.О* (Р1.О, Р2.О, Р3.О)	-	-	-	-
концентраты типа MA G с антифрикционными свойствами и (или) для работы при высоких давлениях	MAH	Р.Пабвг	Р.П1абвг	Р.П2абвг	Р.П3абвг	Р.П4абвг
пластичные смазки и пасты, смешиваемые с водой	MAI	-	-	-	-	-

* Содержат ингибиторы коррозии

СМАЗОЧНОЕ ДЕЙСТВИЕ – способность некоторых веществ, находящихся в тонком слое между трущимися деталями, снижать трение, уменьшать износ и устранять заедание и задиры трущихся поверхностей.

СМАЗОЧНОЕ МАСЛО (ГОСТ 27674, ISO 1998/1) – масло нефтяного или синтетического происхождения, используемое в качестве смазочного материала для уменьшения трения между движущимися поверхностями.

Основные показатели качества масел приведены в **табл. С-29.**

Свойства масел оценивают на лабораторных приборах и установках, стендах с модельными и натурными узлами трения в реальных машинах и механизмах, в условиях эксплуатации. Принципы и критерии оценки свойств масел в разных странах близки между собой. Основные методы, применяемые в международной практике, приведены в **табл. С-30.**

С-29. Показатели качества масел

Показатели	Обозначение	Характеризуемое свойство
1	2	3
НАЗНАЧЕНИЕ		
Показатели смазывающей способности		
Показатель износа, мм	Ди	Предотвращение изнашивания
Критическая нагрузка заедания, Н	Рк	Предотвращение задира
Нагрузка сваривания, Н	Рс	То же
Индекс задира	$И_з$	-"-
Массовая доля активных элементов противоизносных и противозадирных присадок, %	-	Предотвращение изнашивания и задира
Износ на установке, балл	И	Предотвращение изнашивания
Смазывающая способность на редукторной установке Ш-3, балл	-	То же
Противопиттинговая способность на установке УСМ-1, ч	-	Предотвращвние усталостного изнашивания
Противопиттинговая способность на установке СКТ-НАМИ	-	То же
Износ дисков трения, мм	-	Предотвращение изнашивания
Нагрузка при задире на установке, IAE, МПа	$Р_з$	Предотвращвние задира
Физико-химические показатели		
Кинематическая вязкость, мм^2/с	ν_t	Сопротивление внутреннему трению
Динамическая вязкость при отрицатвльных т-рах, Па·с	η_t	То же
Индекс вязкости, усл. ед.	ИВ	Степень изменения вязкости при изменении т-ры
Коррозионная и защитная способность		
Защитная способность масла в условиях периодической конденсации влаги, %	-	Консервационное
Защитная способность масла в среде электролита, %	-	-"-
Защитная способность масла в среде НВг, %	-	-"-
Защитная способность масла в дистиллированной воде, %	-	-"-
Коррозионная активность масла в приборе ДК-НАМИ, г/м^2	-	Антикоррозионное
Коррозионная активность масла в двигателе ЯАЗ-204 или Pitter W-1, или ИКМ-1, балл	-	-"-
Кислотное число, мг КОН на 1 г масла	КЧ	-"-
Коррозионные потери металлов, мг/м^2	-	-"-
Показатели склонности к отложениям		
Термоокислительная стабильность	ТОС	Склонность к отложвниям
Индукционный период осадкообразования, ч	ИПО	То же
Количество отложвний на установкв НАМИ-1, кг	-	Образование высокотемпературных отложений
Коксуемость, %	-	То же
Моющий потенциал, %	МП	Моюще-диспергирующие свойства
Щелочное число, мг КОН на 1 г масла (число омыления)	ЩЧ	То же
Зольность, %	-	Склонность к отложвниям
Моющая способность на установке ПЗВ, УИМ-6 НАТИ, ИМ-1, ОД-9, балл	-	То же
Уровень нагарообразования по мвтоду ВНИИ Компрессормаш, г	Н	Образование нагара
Количество высокотемпературных отложений на приборе "наклонная плита", УКМ-1, мг	-	Образование высокотемпературных отложений
Показатели прокачиваемости		
Массовая доля механических примесей, %	-	Загрязненность
Массовая доля воды, %	-	-"-
Степень чистоты, мг на 100 г масла	-	-"-
Вспениваемость, мм	-	Образование лены
Плотность, кг/м^3	ρ	Состав
Т-ра застывания, °С	$Т_з$	Изменение агрегатного состояния

Окончание табл. С-29

1	2	3
Показатели испаряемости		
Потери от испарения, %	-	Летучесть
Фракционный состав, %	-	Состав
Показатели совместимости		
Число деэмульсации, с	-	Совместимость с водой
Изменение массы, объема и предела прочности резины, %	-	Воздействие на резину
Совместимость с маслами	-	Возможность смешения масел при эксплуатации
СОХРАНЯЕМОСТЬ		
Стабильность состава	-	Постоянство физико-химического состава
Гигроскопичность, %	-	То же
Т-ра помутнения в смеси с хладагентами	Тпх	-"-
Взаимная растворяемость с хладагентами	-	-"-
Средний срок сохраняемости, год	-	-"-
Гидролитическая стабильность	-	-"-
Стабильность вязкости	ν	-"-
Цвет, условные единицы	-	Степень очистки
ЭРГОНОМИЧНОСТЬ		
Показатели токсичности		
Предельно допустимая концентрация паров масла в воздухе, %	ПДК	Воздействие на организм
Класс токсичности	-	То же
БЕЗОПАСНОСТЬ		
Т-ра вспышки, °С	Тв	Пожаро-, взрывоопасность
Т-ра самовоспламенения, °С	Тсв	То же

С-30. Основные методы оценки физико-химических и эксплуатационных свойств смазочных масел, применяемые в международной практике

Показатели	ГОСТ	ASTM	IP	DIN	ISO
Кинематическая вязкость	33	D 445	71	51562	3104
Индекс вязкости	25371	D 2270	226	51564	2909
Т-ра вспышки:					
в открытом тигле	4333	D 92	36	51376	2592
в закрытом тигле	6356	D 93	34	51758	2719
Т-ра застывания	20287	D 97	15	51597	3016
Т-ра помутнения	5066	D 97	15	51351	3016
Содержанив воды	2477	D 95	438	-	EN ISO 12937
Кислотное число	5985,	D 974	139	51558	-
	11362	-	117	-	-
Щелочное число	11362	D 2896, D 664	271	51596	3771
Коксуемость (по Конрадсону)	19932	D 189	13	51551	-
Зольность	1461	D 482	4	51575	3987
Число омыления	17362	D 94	136	51559	-
Анилиновая точка	12329	D 611	2	51775	2977
Коррозия стальных и медных пластинок	2917	D 130	154	51759	2160
Коррозия на стальных стержнях	19199	D 665B	-	51585	7120
Деэмульсация	12068	D 1401	19	-	-
Совместимость масла с резиновыми уплотнениями	9.030	D 471	278	53521	-
Стабильность против окисления в лабораторном приборе	981	D 943	157	51587	-
Пенообразование	21058	D 892	146	-	-
Механическая стабильность	10497	D 2603	-	51352	-
Плотность	3900	D 1298	160	51757	3675
Цвет	20284	D 1500	196	51578	2049
Смазывающив свойства, определяемые на ЧШМ	9490	D 2783	239	-	-

СМАЗОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ – материал, вводимый на поверхность трения для уменьшения силы трения и/или интенсивности изнашивания (ГОСТ 27674, ISO 4378/3–1983).

СМАЗОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ С ПРИСАДКОЙ (ГОСТ 27674) – *смазочный материал*, содержащий небольшое количество вещества, к-рое добавляют для придания ему новых свойств.

СМАЗЫВАНИЕ – подведение *смазочного материала* к поверхности *трения* (ISO 4378/3-1983).

СМАЗЫВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ – см. *Смазочная способность*.

СМАЗЫВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА – показатель, оценивающий изнашивание трущихся пар топливной системы, работающих в среде данного топлива. Интенсивность изнашивания зависит от наличия и свойств смазочной пленки на поверхности металла, образованной полярными гетероатомными соединениями топлива. Гидроочищенные низкосернистые дизельные топлива содержат относительно стабильные сернистые соединения, к-рые не обладают достаточной адсорбционной и хемосорбционной активностью для образования смазочной пленки. Поэтому снижение содержания серы в дизельном топливе – определяющий фактор в ухудшении его смазывающей способности (**рис. С-17**).

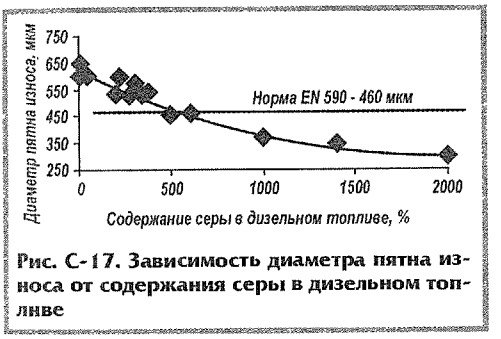


Рис. С-17. Зависимость диаметра пятна износа от содержания серы в дизельном топливе

С.с.д.т. зависит не только от содержания серы, но и от содержания ПАУ, фракционного состава и вязкости. При уменьшениии содержания ПАУ, облегчениии фракционного состава и снижении вязкости смазывающая способность низкосернистых топлив ухудшается. Смазывающая способность низкосернистых зимних и арктических дизельных топлив хуже, чем летних. Диаметр пятна износа при использовании различных марок дизельного топлива (содержание серы 200-350 мг/кг) составляет, мкм: летнее – 490-550; зимнее – 570-660; арктическое – более 650; газоконденсатное – 560-630.

Показатель смазывающей способности был введен в норматив. документы на дизельные топлива европейского качества: ГОСТ Р 52368 и ТУ 38.401-58-296–2005. С.с.д.т. определяется на приборе HFRR «High Frequency Reciprocating Rig» (EN ISO 12156–1, ASTM D 6079). Образец топлива помещают в нагревательную баню заданной т-ры. Закрепленный в вертикально установленном патроне стальной шарик прижимается к горизонтальной стальной пластине под действием приложенной нагрузки. Для обеспечения колебания шарика в HFRR используется электромагнитный вибровозбудитель. Шарик совершает возвратно-поступательные движения фиксированной частоты, при этом точки контакта находятся в испытуемом топливе. Металл шарика и пластины, т-ра, нагрузка, частота и амплитуда колебаний, а также окружающие условия строго регламентированы (**табл. С-31**).

С-31. Параметры испытаний

Показатели	Значение
Объем жидкости, мл	2±0,2
Амплитуда, мм	1±0,02
Частота колебаний, Гц	50±1
Т-ра жидкости, °С	60±2
Приложенная нагрузка (общая), гс	200±1
Продолжительность испытаний, мин	75±0,1
Площадь поверхности емкости, см^2	6±1
Испытательная пластина	
Сталь	AISI E-52100
Твердость по Виккерсу HV 30	190-210
Парамвтр шероховатости поверхности R_a, мкм	0,02
Испытательный шарик	
Диаметр, мм	6
Сталь	AISI E-52100
Твердость по Роквеллу «С» (HRC)	58-66
Параметр шероховатости поверхности R_a, мкм	0,05

По окончании эксперимента с помощью микроскопа измеряется размер пятна износа шарика. При расчете точного диаметра пятна износа учитывают не только полученные диаметры, параллельные и перпендикулярные осциллирующему движению, но также т-ру и относительную влажность воздуха (**рис. С-18**) в начале и конце эксперимента.

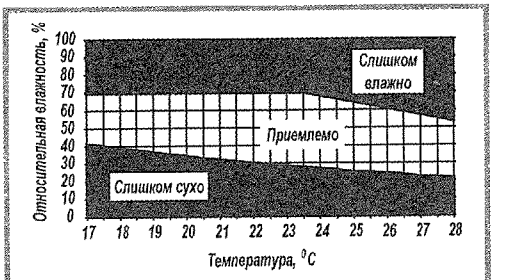


Рис. С-18. Допустимые значения температуры и относительной влажности воздуха при определении смазывающей способности дизельного топлива

Рассчитанный таким образом диаметр пятна износа является показателем смазывающей способности дизельного топлива. Диаметр пятна износа при 60°С по ГОСТ Р 52368 и ТУ 38.401-58-296–2005 не должен превышать 460 мкм, по ASTM D 975 – 520 мкм.

СМАЗЫВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ МАСЕЛ (маслянистость) – способность продукта понижать износ и трение иначе, чем их чисто вязкостными свойствами (ISO 2.50.040). С.с.м. приобретает большое значение при граничной смазке. В условиях граничной смазки масла, имеющие более высокую маслянистость, обеспечивают наименьшие трение и износ, а также предотвращают заедание деталей трения. Наиболее распространенные способы оценки С.с.м. – механические испытания их на приборах и машинах трения. В зависимости от типа машины трения и от методики испытания С.с.м. может быть выражена различными показателями: коэффициентом трения, нагрузкой или т-рой, под действием к-рых разрушается масляная пленка или даже поверхность трения, износом деталей трения. Наибольшее распространение получила четырехшариковая машина трения.

СМАЗЫВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК характеризует их способность снижать трение и износ в условиях граничного трения (т.е. при отсутстви гидродинамической смазки). Под С.с.п.с. понимается относительная прочность смазочной пленки в нормальном и тангенциальном направлениях; она тем выше, чем больше сопротивление пленки к действию нормальных и меньше к действию сдвиговых нагрузок.

Обычно С.с.п.с. оценивают непосредственно в машинах или механизмах, для к-рых они предназначены, или на стендах, имитирующих условия эксплуатации, так как прямых и достаточно эффективных методов оценки смазывающей способности материалов пока нет. За критерий оценки обычно принимают:

• коэффициент трения в условиях граничной или полужидкостной смазки;

• износ деталей трения;

• критическую нормальную нагрузку прорыва смазочной пленки;

• критическую т-ру прорыва смазочной пленки.

Надежнее всего С.с.п.с. можно оценить в условиях работы смазки в таких реальных узлах трения, как подшипники качения, скольжения, редукторы и т.д.

Рабочим узлом в машинах трения обычно является пара трения; она может состоять из вращающегося кольца и неподвижного блока; вращающегося вала и разъемного вкладыша; двух соприкасающихся роликов, вращающихся с той или иной скоростью относительно друг друга; находящихся в зацеплении шестерен; пирамиды из четырех шаров и др. Образцы трения могут быть выполнены из одинаковых и различных материалов (металлов и неметаллов), иметь различную обработку и специальные покрытия. Стандартизирована и наиболее распространена четырехшариковая машина трения (ГОСТ 9490 «Материалы смазочные жидкие и пластичные. Метод определения трибологических характеристик на четырехшариковой машине»). Конструкция четырехшариковой машины трения (ЧШМ) позволяет легко и в широких пределах изменять нагрузки, скорости скольжения, температурный режим и с необходимой точностью контролировать показатели, характеризующие смазывающую способность. Большое достоинство ЧШМ – простота изготовления узла трения; он может быть собран из стандартных шаров, выпускаемых подшипниковой промышленностью. Однако на ЧШМ и др. машинах трения можно получать лишь сравнительные и ориентировочные данные. В ряде случаев на разных машинах одни и те же смазки показывают неидентичные результаты, к-рые также не совпадают с поведением смазок в эксплуатации. Поэтому испытания на стендах и машинах трения завершают испытаниями на реальных механизмах.

С.с.п.с. принято улучшать при помощи некоторых твердых наполнителей, вводимых в чистом виде или в сочетании с ПАВ.

СМАЗЫВАЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ СОТС – уменьшение сил трения, схватывания, заедания, задира, изнашивания, нагревания и повреждения контактирующих поверхностей инструмента и заготовки под действием СОТС в зоне механической обработки металлов. В результате в зоне обработки между контактирующими металлическими поверхностями образуется *жидкостная, твердая, гидродинамическая, полужидкостная (смешанная)* или *граничная смазка* или различное их сочетание. С.д. СОТС уменьшает процессы *адгезии* и *когезии* металлов, снижая налипание и наростообразование на кромках инструмента, теплообразование, усилия обработки и шероховатость обработанной поверхности. На С.д. СОТС влияют операция и режим обработки, свойства обрабатываемого и инструментального материалов, а также геометрия инструмента. С.д. СОТС определяется в основном скоростями химических реакций образования и изнашивания смазочных пленок. С.д. СОТС зависит от их химического состава способности смачивать поверхности (см. *Смачивание при действии СОТС*) обрабатываемого инструментального металла и трибологических характеристик (см. *Смазывающие свойства СОТС*).

СМАЗЫВАЮЩИЕ СВОЙСТВА ПРИБОРНЫХ МАСЕЛ – способность приборных масел обеспечивать требуемую интенсивность изнашивания применительно к условиям работы подшипников качения изделий приборной техники. Определяется такими составляющими смазочной способности как *нагрузочная способность смазочной пленки* и противоизносные свойства граничного смазочного слоя. Их оценивают при испытании масел на четырехшариковой машине трения по ГОСТ 9490. Нагрузочную способность смазочной пленки характеризует критическая нагрузка $P_к$, а противоизносные свойства граничного смазочного слоя – показатель износа: диаметр пятна износа $d_и$. К износу опорных подшипников изделий приборной техники предъявляются чрезвычайно жесткие требования. Увеличение, а в ряде случаев даже появление люфта в подшипнике качения моментально сказывается на нормальном функционировании прибора и всей системы автоматики.

СМАЗЫВАЮЩИЕ СВОЙСТВА СОТС оцениваются на четырехшариковой машине трения (ЧШМ) по ГОСТ 9490, ASTM D 2266 и ASTM D 2783, машине трения Timken по ASTM D 2782, машине трения Falex ASTM D 2782 , а также Reichert (несущая способность и противозадирные свойства).

Машины трения не моделируют процессы металлообработки, поэтому результаты испытаний С.с. СОТС на них и результаты, полученные при резании, не всегда совпадают, однако результаты, полученные на машине трения, могут служить надежным ориентиром в оценке трибологических свойств СОТС. Определение С.с. СОТС на разных машинах трения может давать различные результаты, поэтому при оценке С.с. СОТС необходимо проводить сравнение для каждого конкретного случая с эталонной СОТС.

СМАЧИВАНИЕ ПРИ ДЕЙСТВИИ СОТС – явление, возникающее при соприкосновении жидкости с поверхностью твердого тела или др. жидкостью. При контакте жидких СОТС с твердым телом прежде всего происходит смачивание и растекание СОТС по поверхности тела. Характер С.д. СОТС определяется краевым углом смачивания θ – углом между касательной к поверхности капли СОТС и смоченной поверхностью твердого тела. Свойства жидкости смачивать поверхность твердого тела, в первую очередь, связывают с работой адгезии, обусловленной поверхностной энергией взаимодействующих материалов.

Работа адгезии W_a находится по уравнению Дюпре: $W_a=\sigma_{жв}(1+\cos\theta)$, где $\sigma_{жв}$ – поверхностное натяжение на границе жидкости и воздуха; θ – равновесный угол смачивания ($\theta=\theta_0$ – полное смачивание; $90°>\theta>\theta_0$ – ограниченное смачивание; $180°>\theta>\theta_0$ – плохое смачивание).

Хорошее С.д. СОТС обеспечивается при низких значениях поверхностного натяжения и небольших краевых углах смачивания. В реальных условиях краевые углы смачивания могут в значительной мере отличаться от равновесных краевых углов. Причинами служат физическая шероховатость и химическая неоднородность поверхности твердого тела.

Растекаемость ограниченно смачивающих твердую подложку жидкостей определяется выражением $r=V\cdot 0{,}3(\sigma_{жв}/\eta)^{0.1}t^{0.1}$, где r – радиус капли; V – объем капли; η – вязкость жидкости; t – т-ра подложки.

Как следует из уравнения, растекаемость по твердой поверхности зависит не только от ее поверхностных свойств, но и от вязкости и т-ры. Скорость растекания жидкостей возрастает с уменьшением вязкости и повышением т-ры. Водосмешиваемые и масляные СОТС хорошо растекаются по поверхности металлов и смачивают ее. Это подтверждают изменения краев смачивания СОТС платиновой пластинки во времени, кинетикой растекания СОТС по поверхности металла, а также поверхностным натяжением на границе фаз.

СМЕНА МАСЛА ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ЕГО СОСТОЯНИЯ реализуется там, где правилами эксплуатации техники предусмотрен регулярный отбор проб работающего масла из смазочной системы двигателей и проведение анализов по показателям предельного состояния, установленным для масла конкретной марки при его работе в данном двигателе данного объекта техники. Смена масла по показателям его состояния практикуется на железных дорогах применительно к дизельным маслам для тепловозов.

СМЕСЕВОЕ ОКТАНОВОЕ ЧИСЛО – см. *Октановое число*.

СМЕСЕВОЕ ТВЕРДОЕ РАКЕТНОЕ ТОПЛИВО – механическая смесь *горючих компонентов смесевого ТРТ* и *окислителей смесевого ТРТ*. Как правило, такое топливо состоит из трех компонентов: окислитель, полимерное горючее (связующий элемент) и горючее в виде порошкообразных металлических добавок, существенно улучшающих энергетические характеристики топлива. В качестве окислителя обычно применяют неорганические кристаллические вещества – перхлорат аммония, перхлорат калия и др. Горючим связующим могут быть полиэфирные и эпоксидные смолы, полиуретановый полибутадиеновый каучук и др. Вторым горючим чаще служит порошкообразный алюминий, иногда бериллий или магний.

Смесевые топлива обычно имеют больший удельный импульс, чем коллоидные, большую плотность и стабильность, лучше хранятся, более технологичны.

Для приготовления смесевого топлива в жидкое горючее-связующее добавляют размельченные кристаллы окислителя, металлический порошок и др. добавки. Полученный состав тщательно перемешивают и заливают в специальные формы или непосредственно в корпус двигателя, откуда предварительно откачивают воздух. Под действием специально введенных в смесь катализаторов связующее вещество полимеризуется, и топливо превращается резиноподобную массу.

Смесевой порох нового состава и заряды из него для реактивных двигателей были созданы во второй половине 40-х гг. сначала в США, а затем и в др. странах. Это гетерогенные композиции, состоящие, как правило, из неорганического окислителя (NH_4ClO_4, NH_4NO_3, $KClO_4$ и др.), горючего-связующего (полибутадиеновые, полиуретановые, полисульфидные и др. каучуки, различные синтетические смолы и нитрополимеры). Для повышения энергетических характеристик ракетного топлива добавляют до 25% порошка металла – алюминия, магния, бериллия, лития или их сплавов (для ТРТ специального назначения, обеспечивающих высокие значения удельного импульса, используют гидриды металлов). Однако порошки бериллия и его оксид слишком дороги и токсичны, а литий обладает низкой плотностью и достаточно дорог. Поэтому на практике распространены составы с алюминием. Кроме того, в качестве второго энергетического компонента и дополнительного окислителя используют некоторые взрывчатые вещества (ВВ): октоген и гексоген, реже тринитротолуол и др. Однако введение большого количества ВВ (>25-30%) не приводит к заметному увеличению удельного импульса, а увеличивает опасность перехода горения в детонацию. Также в состав ТРТ вводят небольшое количествово добавок: пластификаторы, катализаторы, отвердители и т.д. *Состав смесевых твердых ракетных топлив* разрабатывается, исходя из энергетических требований и технологических возможностей.

К основным недостаткам смесевых ТРТ следует отнести сильную зависимость параметров их горения от размеров частиц, веществ, входящих в его состав, гигроскопичность и взрывоопасность. По запасу внутренней энергии ТРТ смесевого типа превосходят бездымный порох (см. *Двухосновное твердое ракетное топливо*) и в некоторых случаях даже штатные взрывчатые вещества. Смесевые ТРТ более пластичны, т.е. не разрушаются при колебаниях т-ры, что выгодно отличает их от освоенных двухосновных ТРТ, к-рые могут растрескиваться при хранении в условиях переменной т-ры.

СМЕЩЕНИЕ (ОТКЛОНЕНИЕ) – разность между математическим ожиданием результатов испытаний и известным значением, если его можно определить (ГОСТ Р 8.580). Для использования при оценке показателей точности методов испытаний нефти и нефтепродуктов математическое ожидание (среднее значение заданной совокупности результатов испытаний) выполняет роль истинного значения или опорного значения.

СМОЛА ДАММАРА – см. *Даммарова смола*.

СМОЛИСТО-АСФАЛЬТЕНОВЫЕ ВЕЩЕСТВА (САВ) – сложная многокомпонентная полидисперсная по ММ смесь высокомолекулярных углеводородов и гетеросоединений, включающих, кроме углерода и водорода, серу, азот, кислород и металлы (ванадий, никель, железо, молибден и др.). Углеводородный скелет составляет от 80 до 95% молекул САВ; в его строении решающую роль играют конденсированные циклические структурные системы (ароматические, ароматически-циклопарафиновые и ароматически-циклопарафино-гетероциклические). Концентрируются в тяжелых нефтяных остатках (ТНО) – мазутах, полугудронах, гудронах, битумах, крекинг-остатках и др. Суммарное содержание САВ в нефтях в зависимости от их типа и плотности колеблется от долей процентов до 45%, а в ТНО достигает 70% масс. Наиболее богаты САВ молодые нефти нафтено-ароматического и ароматического типа (нефти Казахстана, Средней Азии, Башкирии, республики Коми и др.). Парафинистые нефти – марковская, доссорская, сураханская, бибиайбатская и некоторые другие совсем не содержат асфальтенов, а содержание смол в них менее 4% масс. Азот в САВ преимущественно входит в гетероароматические фрагменты пиридинового (основного), пиррольного (нейтрального) и порфиринового (металлокомплексного) типа. Сера входит в состав гетероциклов (тиофеновых, тиациклановых, тиазольных), тиольных групп и сшивающих молекулы сульфидных мостиков. Кислород в смолах и асфальтенах представлен в форме гидроксильных (фенольных, спиртовых), карбоксильных, эфирных (простых, сложных лактонных), карбонильных (кетонных, хинонных) групп и фурановых циклов.

Состав САВ – по растворимости в органических растворителях групповых компонентов различают условные группы:

1) растворимые в низкомолекулярных (слабых) растворителях (изооктане, петролейном эфире) – масла и смолы (**мальтены** или γ-фракция в коксохимии); смолы извлекают из мальтенов адсорбционной хроматографией (на силикагеле или оксиде алюминия);

2) нерастворимые в низкомолекулярных алканах C_5-C_8, но растворимые в бензоле, толуоле, четыреххлористом углероде – **асфальтены** (или β-фракция);

3) нерастворимые в бензине, толуоле и четыреххлористом углероде, но растворимые в сероуглероде и хинолине – **карбены** (или α_2-фракция);

4) нерастворимые ни в каких растворителях – **карбоиды** (или α_1-фракция).

В нефтях и нативных ТНО (т.е. не подвергнутых термодеструктивному воздействию) карбены и карбоиды отсутствуют. Под термином "масла" принято подразумевать высокомолекулярные углеводороды с ММ=300÷500 смешанного (гибридного) строения.

Характерные особенности САВ – значительные ММ, наличие в составе различных гетероэлементов, полярность, парамагнетизм, высокая склонность к межмолекулярным взаимодействиям (ММВ) и ассоциации, полидисперсность и проявление выраженных коллоидно-дисперсных свойств. В **табл. С-32** приведены относительные признаки смол и асфальтенов.

С-32. Относительные признаки смол и асфальтенов

Показатели	Смолы	Асфальтены
Растворимость в низкомолекулярных алканах	Растворимы	Нерастворимы
Разделение на узкие фракции однородных веществ	Возможно	Невозможно
Полидисперсность	Значительная	Незначительная
Отношение "C:H"*	7-9	9-11
Степень ароматичности	0,2-0,4	0,45-0,58
Молекулярная масса	400-1800	1800-2500
Структурные характеристики	Бесструктурные вещества	Вещества с кристаллоподобной структурой

*Приведены усредненные значения

СМОЛЫ – вязкие малоподвижные жидкости или аморфные твердые тела от темно-коричневого до темно-бурого цвета с плотностью около единицы или несколько больше. Представляют собой плоскоконденсированные системы, содержащие 5, 6 колец ароматического, нафтенового и гетероциклического строения, соединенные посредством алифатических структур. Занимают область между углеводородными маслами и асфальтенами.

Состав смол. Кроме углерода и водорода присутствуют кислород, сера, азот и другие элементы, в т.ч. металлы (Fe, Ni, V, Cr, Mg, Co и др.). Кислород и сера присутствуют в значительных количествах (от 1 до 7-10%) в смолах почти всех нефтей, тогда как азот – менее постоянная составная часть нефтяных смол, хотя содержание его в смолах некоторых нефтей достигает 2% и больше. По содержанию углерода (79-87%) нефтяные смолы мало отличаются от асфальтенов, содержащихся в сырых нефтях, но они богаче водородом (на 1-2%). Большую часть нефтяных смол составляют химически нейтральные вещества, меньшую – вещества кислого характера. В смолах сконцентрирована основная масса сернистых, кислородных, а в большинстве случаев и азотистых соединений нефти. Этим и объясняются высокая полярность и поверхностная активность нефтяных смол.

СМЫВАЕМОЕ ЗАЩИТНОЕ ПОКРЫТИЕ – см. *Защитное покрытие*.

СМЫВАЕМОСТЬ ПЛАСТИЧНОЙ СМАЗКИ – показатель, характеризующий количество (%) смазки, смытой с твердой поверхности потоком воды, текущим с определенной скоростью при т-ре 40°С в течение 6 ч. Смазку считают несмываемой при значении смываемости до 2%. Смазки с низким пределом прочности, грубозернистые и грубоволокнистые смываются легче. Увеличение адгезии, вязкости дисперсионной среды, присутствие некоторых добавок (вермикулит, слюда) затрудняют смывание смазки. Весьма сильно на смываемость влияет повышение т-ры воды.

Увеличение скорости потока для большей части смазок мало влияет на смываемость, пока не будет достигнуто нек-рое критическое ее значение, соответствующее пределу прочности. В этот момент смазка срывается с твердой поверхности.

При оценке смываемости смазку тонким слоем (0,5-2 мм) наносят на металлическую поверхность и подвергают действию искусственного дождя или струи воды (иногда затопленной). Предложено смывать смазку с пластинки, помещенной в трубку с проточной водой. В США смазку из вращающегося подшипника вымывают струей воды на стенде (ASTM D 1264).

Для оценки смываемости разработано два прибора: «Аквадин» (**рис. С-19**) и «Водоток» (**рис. С-20**). В **«Аквадине»** смазку *2* смывают из кюветы *3* глубиной 1 мм, помещенной на внутренней стенке неподвижного цилиндра *4*. Поток воды *5* (средняя скорость 5 м/с) создается при вращении внутреннего цилиндра *1*. Смытая смазка выносится в результате циркуляции воды в осевом направлении через термостат ТС-15 (вода нагревается до 40°С) и фильтр.

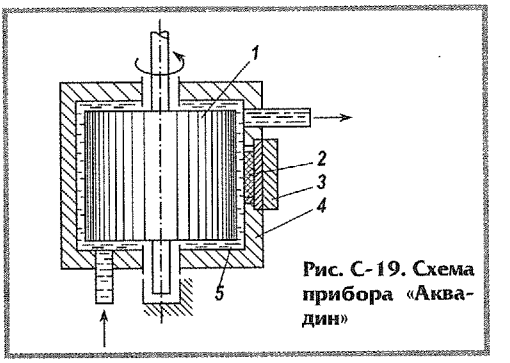


Рис. С-19. Схема прибора «Аквадин»

«Водоток» представляет собой разъемную трубку *2* внутренним диаметром 8 мм, через к-рую термостатом ТС-15 со скоростью 1,5 м/с прогоняется вода, нагретая до 40°С. На внутреннюю поверхность нижней половины капилляра *2* слоем 0,5 мм при помощи шаблона наносится испытуемая смазка *3*. Метод не стандартизован, но включен в комплекс методов квалификационной оценки антифрикционных и консервационных пластичных смазок.

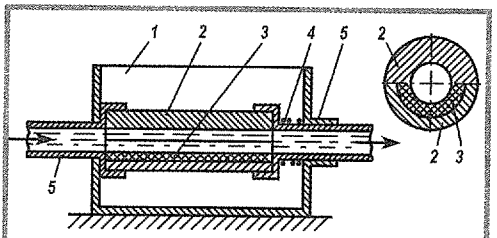


Рис. С-20. Схема прибора «Водоток»

СНИМАЕМОЕ ЗАЩИТНОЕ ПОКРЫТИЕ – см. *Защитное покрытие*.

СОВМЕСТИМОСТЬ – свойство, характеризующее сопротивление физическим и/или химическим изменениям, возникающим при смешении двух или более сходных или несходных продуктов и/или сопротивление изменению свойств материала, напр. эластомера, контактирующего с нефтепродуктом (ISO/OKCM-1998/2).

СОВМЕСТИМОСТЬ МОТОРНЫХ МАСЕЛ С КАТАЛИЗАТОРАМИ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ. Моторное масло, совместимое с катализаторами нейтрализации отработавших газов характеризуется низким содержанием фосфора и серы, малой *зольностью сульфатной*. Так, новая спецификация DimlerChrysler MB 229.31 для масел, совместимых с катализаторами, нормирует содержание фосфора не более 0,08%, содержание серы не более 0,20%, сульфатную зольность не более 0,80%.

СОВМЕСТИМОСТЬ МОТОРНЫХ МАСЕЛ С МАТЕРИАЛАМИ УПЛОТНЕНИЙ (эластомерами) – оценивается изменением свойств резин (объем, твердость, удлинение и усилие при разрыве) после выдержки их стандартных образцов в испытуемом масле при повышенной т-ре. Испытание на совместимость моторных масел с резинами проверяют по ГОСТ 9.030. В классификации ACEA для этой цели используют метод CEC L-39-T-96.

СОВМЕСТИМОСТЬ МОТОРНЫХ МАСЕЛ. Совместимыми считают моторные масла, смешение к-рых не приводит к нарушению их однородности или выпадению осадков, ухудшению их важнейших эксплуатационных свойств. Проверяют С.м.м. по методу ВНИИНП (ТУ 109/5858), смешивая проверяемые масла, подвергая смесь термической обработке, а затем анализу. Ни один из проверяемых показателей у смеси не должен быть хуже, чем у ее компонентов.

СОВМЕСТИМОСТЬ РЕАКТИВНОГО ТОПЛИВА С КОНСТРУКЦИОННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ. Реактивные топлива при хранении, транспортировании и применении могут корродировать материалы (металлы и сплавы), воздействовать на резинотехнические изделия и герметики, применяемые в топливной системе самолета. Коррозионное воздействие на стенки камеры сгорания и лопатки турбины или газовую коррозию способны оказывать и продукты сгорания реактивных топлив.

Различают три вида коррозии, обусловленной воздействием реактивных топлив в жидкой фазе: химическую, электрохимическую и биохимическую (см. также *Совместимость топлива с конструкционными материалами*).

Химическая коррозия металлов и сплавов реактивными топливами обусловливается, прежде всего, наличием в них меркаптанов и кислородсодержащих соединений кислотного характера. Наибольшему коррозионному воздействию меркаптанов подвергаются медь и ее сплавы. Ввиду высокой коррозионной агрессивности меркаптанов, их содержание в реактивных топливах строго ограничивается.

Электрохимическая коррозия материалов реактивными топливами имеет место при наличии в них нерастворенной воды. Наиболее сильно электрохимическая коррозия проявляется в отношении низколегированной стали и бронзы.

Биохимическая коррозия реактивными топливами. Наличие в реактивном топливе эмульсионной воды при 40-50°С – причина биохимической коррозии, обусловленной присутствием в топливе микроорганизмов. Наибольшее количество микроорганизмов наблюдается на поверхности раздела воды и топлива. Продукты жизнедеятельности микроорганизмов разрушают полимерные защитные покрытия топливных баков и вызывают питтинговую коррозию алюминиевых сплавов, иногда настолько глубокую, что топливо просачивается наружу из крыльевых (кессонных) баков.

Активная жизнедеятельность микроорганизмов проявляется в тропических зонах, где высокие т-ры сочетаются с большой влажностью воздуха. Для предотвращения жизнедеятельности микроорганизмов при использовании реактивных топлив в тропических странах в них вводят биоцидные присадки.

Газовая коррозия, химическая по характеру, обусловлена наличием в продуктах сгорания топлива диоксида серы SO_2 и оксидов ванадия, молибдена и натрия. Содержание в реактивных топливах серы и металлов регламентируется нормативной документацией.

СОВМЕСТИМОСТЬ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ – способность двух или нескольких смазочных материалов смешиваться между собой без ухудшения их эксплуатационных свойств и стабильности при хранении (ГОСТ 27674).

СОВМЕСТИМОСТЬ ТОПЛИВА С КОНСТРУКЦИОННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ – эксплуатационное свойство, характеризующее особенности и последствия процессов коррозии металлов, разрушения и набухания, изменения технических характеристик резин, герметиков и др. уплотнительных материалов, к-рые могут протекать при их контакте с топливом (ГОСТ 4.25).

СОДЕРЖАНИЕ АДСОРБЦИОННЫХ СМОЛ В ДИЗЕЛЬНОМ ТОПЛИВЕ – показатель склонности дизельных топлив к образованию отложений, определяющий количество смолистых веществ в топливе. Метод определения введен в КМКО дизельных топлив. Суть его заключается в адсорбции смолистых веществ топлива активным оксидом алюминия. Испытания проводят при комнатной т-ре. Адсорбент, после пропускания через него топлива, промывают петролейным эфиром и спиртобензольной смесью для десорбции смолистых соединений. Десорбированные смолы выпаривают на кипящей водяной бане. Остаток взвешивают (в мг адсорбционных смол на 100 $см^3$ топлива).

СОДЕРЖАНИЕ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ДИЗЕЛЬНОМ ТОПЛИВЕ – показатель экологических свойств дизельного топлива. С.а.у.д.т. определяют по двум стандартным методам – ГОСТ 6994 и ГОСТ 12329. За рубежом используют стандарты ASTM D 1319 и IP 156.

Определение содержания **ароматических углеводородов** входит в КМКО дизельных топлив. Методы люминесцентной хроматографии (ASTM D 1319, IP 156) заключаются в хроматографическом разделении исследуемого образца на мелкопористом силикагеле и измерении зоны адсорбции ароматических углеводородов, флуоресцирующих голубым светом при облучении ультрафиолетом – метод ФИА. Метод также позволяет определить содержание полициклических ароматических углеводородов при хроматографическом разделении испытуемого образца на активированном оксиде алюминия. Существенный недостаток метода – ограничение по фракционному составу топлива (до 300°С).

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) – показатель, нормируемый стандартами на дизельное топливо европейского качества. ПАУ оказывают существенное влияние на формирование вредных выбросов с отработавшими газами: ПАУ, твердых частиц и несгоревших углеводородов. Высокая канцерогенная активность ПАУ послужила основанием для занесения отработавших газов дизельных двигателей в «Перечень веществ, продуктов, производственных процессов и факторов, канцерогенных для человека». Наиболее опасные соединения – бенз-α-пирен, бензофлуорентен, флуорентен, бенз-α-антрацен, хризен, инденофлуорентен, индонопирен. Повышенное содержание ПАУ увеличивает склонность дизельного топлива к образованию отложений.

Определение содержания ПАУ (EN ISO 12916) включено в ГОСТ Р 52368, ТУ 38.401-58-296–2005 и КМКО топлив для быстроходных дизелей, согласно к-рым концентрация ПАУ не должна превышать 11%. Методом жидкостной хроматографии определяют содержание моно-, би- и трициклических ароматических углеводородов в дизельном топливе и нефтяных дистиллятах, выкипающих в диапазоне 150-400°С. Общее содержание ароматических соединений вычисляется как сумма отдельных типов углеводородов. Содержание ПАУ вычисляют как разность общего содержания ароматических углеводородов и содержания моноциклических ароматических углеводородов. Жидкостной хроматограф, характеризующийся высоким разрешением и погрешностью измерений не более 0,5%, оснащенный колонками длиной 150-300 мм и внутренним диаметром 4-5 мм, обеспечивает скорость потока 0,5-1,5 мл/мин. Калибровка хроматографической системы выполняется с помощью смеси стандартных образцов, содержащей циклогексан, *о*-ксилол, дибензотиофен и метилантрацен.

В отечественных низкосернистых дизельных топливах общее содержание ароматических углеводородов колеблется от 19 до 23% масс. (наиболее типичное – 21% масс.), содержание ПАУ – от 1,5 до 5,5% масс. В топливах, выпускаемых по ГОСТ 305 (содержание серы от 0,1 до 0,2%), общее содержание ароматических углеводородов колеблется от 23 до 43% масс., содержание ПАУ – от 1,7 до 11,0%.

Дистиллятные фракции вторичных процессов переработки нефти отличаются высоким содержанием ароматических углеводородов. Экспериментально доказано, что зависимость содержания ароматических углеводородов (как суммарное, так и ПАУ) от количества в дизельном топливе легкого газойля каталитического крекинга имеет линейный характер.

СОДЕРЖАНИЕ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ЖИДКИХ ПАРАФИНАХ определяют двумя методами: грубым – для жидких парафинов, содержащих 0,2-2% масс. ароматических углеводородов (на аппарате ФЭК-М), и более точным – для жидких парафинов, содержащих 0,005-5% масс. ароматических углеводородов (на спектрофотометре СФ-16).

Первый метод основан на колориметрии раствора испытуемого жидкого парафина в серной кислоте в присутствии формалина и эталонных растворов ароматических углеводородов. Определение заключается в следующем: на аппарате ФЭК-М определяют оптическую плотность испытуемого раствора жидкого парафина и эталонных растворов ароматических углеводородов, содержащих 0,2-2% масс. ароматических углеводородов в серной кислоте с формалином. Для эталонных растворов строят градуировочный график – зависимость оптической плотности раствора от концентрации ароматических углеводородов. Определив оптическую плотность раствора испытуемой пробы жидкого парафина в серной кислоте с формалином, рассчитывают содержание ароматических углеводородов по градуировочному графику в зависимости от оптической плотности образца.

Второй метод, более точный, заключается в измерении поглощения ультрафиолетового света (оптической плотности) анализируемым образцом или его раствором в изооктане на волнах 198 и 225 нм. Предварительно калибруют прибор, измеряя оптическую плотность растворов дурола и 2-метилнафталина в изооктане. Далее определяют оптическую плотность исследуемого образца и рассчитывают содержание в нем бензольных и нафталиновых углеводородов и по их сумме – содержание ароматических углеводородов.

СОДЕРЖАНИЕ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В РЕАКТИВНЫХ ТОПЛИВАХ. Определяют по методу ГОСТ 6994, заключающемуся в обработке испытуемого топлива 98,5-99,0%-ной серной кислотой, реагирующей с непредельными и ароматическими углеводородами. Результат определения выражается в % масс.

Между российским и зарубежными методами определения существует принципиальное отличие. По ASTM D 1319 применяется адсорбционная хроматография с индикатором, флуоресцирующим в ультрафиолетовом свете. Одновременно определяется содержание в пробе топлива ароматических, непредельных и насыщенных соединений, к-рое выражается в % об. Для установления корреляционной зависимости между результатами этих методов в ЦИАМ было испытано около 40 образцов зарубежных топлив производства различных фирм, содержание ароматических углеводородов в к-рых находилось в широких пределах (8,8–21,2% об.). В результате обработки полученных данных получена зависимость:

$$A_м = 2{,}51 + 0{,}97A_о,$$

где $A_м$ – содержание ароматических углеводородов, % масс. (ГОСТ 6994); $A_о$ – содержание ароматических углеводородов, % об. (ASTM D 1319).

Коэффициент корреляции – 0,89.

СОДЕРЖАНИЕ БЕНЗ-α-ПИРЕНА В ТВЕРДЫХ ПАРАФИНАХ (см. *3,4 бензпирен*, бенз-α-пирен) определяют по ГОСТ 23683 (п. 3.4) флуоресцентно-спектральным методом.

Подготовка образца парафина к спектральному анализу заключается в извлечении из пробы концентрата ароматических углеводородов. Извлеченный концентрат растворяют в *н*-октане в термостойкой пробирке, к-рую погружают в сосуд Дьюара с жидким азотом. Замороженный раствор освещают ультрафиолетовым светом, образующийся при этом спектр флуоресценции фотографируют спектрографом и сравнивают со спектром эталонного бенз-α-пирена, содержащего 10^{-10} г бенз-α-пирена на 1 $см^3$ *н*-октана.

Считается, что бенз-α-пирен отсутствует, если на спектре исследуемого образца линия 4030 $м^{-10}$, характерная для бенз-α-пирена, равна или слабее по интенсивности соответствующей линии в спектре раствора сравнения, приложенного к ГОСТ.

СОДЕРЖАНИЕ ВАНАДИЯ В ОСТАТОЧНЫХ ТОПЛИВАХ – см. *Зольность остаточных топлив*.

СОДЕРЖАНИЕ ВОДОРАСТВОРИМЫХ КИСЛОТ И ЩЕЛОЧЕЙ В НЕФТЕПРОДУКТАХ – показатель, характеризующий наличие неорганических кислот и щелочей – коррозионно-активных примесей, к-рые могут попасть в продукт в результате нарушения технологии очистки или правил транспортирования и хранения. Показатель оценивается по методу ГОСТ 6307, сущность к-рого заключается в извлечении кислот и щелочей водой или водным раствором спирта с последующим определением pH водной вытяжки. В товарных нефтепродуктах водорастворимые кислоты и щелочи должны отсутствовать.

СОДЕРЖАНИЕ ВОДОРАСТВОРИМЫХ КИСЛОТ И ЩЕЛОЧЕЙ В ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗКАХ обычно определяют по ГОСТ 6307 путем извлечения их дистиллированной водой (экстракция) и установления реакции водной вытяжки индикаторами метиловым оранжевым и фенолфталеином или с помощью обычных методов определения pH.

Количественное содержание свободных щелочей и свободных органических кислот в мыльных смазках определяют по ГОСТ 6707. В настоящее время этот стандарт практически не используют.

Присутствие водорастворимых кислот определяют в основном в углеводородных и канатных пластичных смазках, в мыльных смазках по стандартам присутствие свободных водорастворимых кислот обычно не допускается. В мыльных смазках чаще всего может содержаться щелочь.

Заметные количества водорастворимых кислот могут вызвать сильную коррозию металлов, с к-рыми смазка соприкасается при эксплуатации и хранении изделий. Водорастворимые кислоты могут попасть в смазку вместе с маслом и загустителем, при изготовлении и розливе смазки в недостаточно чистую тару и др. путями. Поскольку характер структуры и свойства мыльных смазок в значительной мере зависят от содержания свободной щелочи, в них допускается только небольшое ее содержание для нейтрализации продуктов окисления, к-рые могут оказаться в консистентных смазках при хранении и применении. При большом содержании щелочь вступает в химическое взаимодействие с цветными металлами, вызывая их потемнение и даже коррозию.

СОДЕРЖАНИЕ ВОДЫ В БЕНЗИНЕ – показатель фильтруемости и чистоты бензина. Визуальными методами (ГОСТ 2084, ГОСТ 16564 и др.) оценивается наличие лишь отдельных частиц загрязнений и микрокапель воды размером не менее 15-20 мкм. При определении небольших количеств воды, растворенной в бензине, используется гидрокальциевый метод, основанный на взаимодействии воды с гидридом кальция (ASTM D 2276), а также метод Фишера – титрование специальным реагентом Фишера, представляющим собой раствор йода в метаноле, насыщенный SO_2 (ASTM D 1744). (См. *Вода в нефти и нефтепродуктах, методы определения*).

СОДЕРЖАНИЕ ВОДЫ В ДИЗЕЛЬНОМ ТОПЛИВЕ – характеризует *чистоту дизельного топлива*, определяется по ГОСТ 2477. Вода в дизельном топливе может находиться в растворенном состоянии – гигроскопическая, в виде мелкодисперсной фазы (частицы равномерно распределены в насыщенном растворенной водой топливе) – эмульсионная, в виде нижнего слоя – отстойная. Растворенная вода практически не оказывает отрицательного воздействия на топливо, но может служить причиной появления эмульсионной и отстойной воды.

Даже незначительное количество эмульсионной воды (0,01% и более) приводит к повышению *коэффициента фильтруемости* и *коррозионной агрессивности дизельного топлива*, ухудшению *смазывающей способности дизельного топлива*, а при быстром понижении т-ры является источником образования кристаллов льда и ледяных пробок в топливной системе двигателя. При обводнении топлива наиболее «чувствительными» являются т-ра помутнения, к-рая может повыситься более чем на 10°С, и вязкость, особенно резко возрастающая при отрицательных т-рах. Механические примеси аккумулируются вокруг капель эмульсионной (свободной) воды вследствие ее высокой поверхностной активности и осаждаются на дно резервуара. Тем самым наличие некоторого количества свободной воды способствует ускорению очистки топлива от механических загрязнений при отстое. В твердых загрязнениях, находящихся во взвешенном состоянии и осевших на дно резервуара, содержится 20-30% воды (как адсорбированной на поверхности частиц, так и в связанном состоянии).

В ГОСТ 305 содержание эмульсионной или отстойной воды нормируется как «Отсутствие». В зарубежных стандартах и в ГОСТ Р 52368–05 и ТУ 38.401-58-296–05 содержание воды, определенное по EN ISO 12937, не должно превышать 200 мг/кг. В товарных дизельных топливах обычно допускается содержание незначительного количества растворенной воды (20-80 мг/кг), не влияющего на коэффициент фильтруемости. (См. *Вода в нефти и нефтепродуктах, методы определения*).

СОДЕРЖАНИЕ ВОДЫ В КОТЕЛЬНОМ ТОПЛИВЕ. Как правило, вода с топочным мазутом образует очень стойкие эмульсии, что обусловлено высокой вязкостью мазута и наличием в нем поверхностно-активных асфальтено-смолистых стабилизаторов. Это снижает теплоту сгорания и увеличивает расход топлива, нарушает режим его горения, что приводит к понижению КПД котельного агрегата. Кроме того, активизируется процесс накопления осадков на дне топливных цистерн. Неравномерное распределение воды в топливе (послойно или отдельными гнездами) при сжигании его в котельных установках приводит к пульсации факела, затуханию форсунок и даже взрывам. Обводненные мазуты, особенно сернистые, вызывают коррозию оборудования складов, топливной системы и т.д. Повышение т-ры приводит к разрушению эмульсии.

Однако вода, равномерно распределенная по всему объему топлива (с помощью специальных устройств: кавитаторов, смесителей), улучшает его некоторые эксплуатационные свойства. Испарение мелкодисперсных частиц воды происходит мгновенно в виде «микровзрыва», в результате чего процесс сгорания протекает плавно и с достаточной полнотой, удельный расход топлива и дымность отработавших газов снижаются. При гомогенизации вода в высоковязком топливе не опасна и даже желательна: ее допустимое количество может быть увеличено.

Метод определения С.в.к.т. регламентируется ГОСТ 2477, ISO 3733, ASTM D 95. (См. *Вода в нефти и нефтепродуктах, методы определения*).

СОДЕРЖАНИЕ ВОДЫ В ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗКАХ. Присутствие свободной воды в большинстве смазок не допускается. Но есть смазки (гидратированные кальциевые, кальциево-натриевые, кальциево-литиевые), в к-рых вода является необходимым компонентом. Смазки на гигроскопических загустителях, например натриевых мылах, могут также содержать незначительное (до 0,5%) количество воды, к-рое не оказывает отрицательного действия на их свойства.

Качественное содержание воды в смазках определяют в соответствии с ГОСТ 1547, а количественное – по методу Дина и Старка [ГОСТ 2477 (СТ СЭВ 2382–80)]. Содержание воды в смазках также определяют по методам ASTM D 95–70, FTMS 3001, IP 74/70, где используют прибор Дина и Старка. (См. *Вода в нефти и нефтепродуктах, методы определения*).

СОДЕРЖАНИЕ МАСЛА В ПАРАФИНЕ – количество не удаленных из твердых парафинов масляных компонентов сырья. Характеризует качество парафина по глубине обезмасливания. Определяют по ГОСТ 9090 на аппарате МП-1. Навеску 1,0 г твердого парафина растворяют в 15 см³ метилэтилкетона. Раствор охлаждают в охлаждающей бане до –32°С, *парафин твердый* кристаллизуется, а содержащееся в нем масло остается в растворе. Далее на стеклянном приборе для фильтрования под давлением воздуха отфильтровывают в колбу 35-50 см³ раствора *фильтрата*. Продувая воздухом в выпарном аппарате, отгоняют растворитель от фильтрата, оставшееся масло взвешивают. На основании данных о количествах навески и растворителя, отогнанного растворителя и полученного после отгонки масла рассчитывают массовую долю масла в твердых парафинах. За рубежом применяют аналогичный метод по ASTM D 721–05.

СОДЕРЖАНИЕ МЕТАЛЛОВ В РЕАКТИВНОМ ТОПЛИВЕ – показатель, включенный в КМКО. Определяется методом спектрального атомно-абсорбционного анализа содержания в топливе малых количеств ванадия, молибдена и кобальта. Метод основан на измерении величины резонансного поглощения аналитических линий определяемых элементов в атомных спектрах анализируемых топлив.

СОДЕРЖАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ В ДИЗЕЛЬНОМ ТОПЛИВЕ – см. *Чистота дизельного топлива*.

СОДЕРЖАНИЕ *н*-АЛКАНОВ В ЖИДКИХ И ТВЕРДЫХ ПАРАФИНАХ – характеризует качество парафина. Определяют газожидкостной хроматографией на хроматографах. Хроматографическую колонку заполняют неподвижной жидкой фазой, напр. 5% масс. метилсиликонового каучука SE-30 или 10% масс. адипината полиэтиленгликоля на твердом носителе хромосорб W или хромотон N. Длина колонки 2-6 м, диаметр 2-4 мм. В качестве газа-носителя используют азот или гелий. Начальная т-ра колонки 100-160°С, конечная 250-320°С, скорость повышения т-ры 2°С/мин, т-ры испарителя и детектора 250-350°С, скорость подачи азота, гелия и водорода 50 см³/мин. При анализе твердого парафина его разбавляют *н*-гексаном в соотношении 1:1 для свободного набора в шприц. Идентификацию *н*-алканов проводят либо по длительности удерживания, либо добавляя в образец соответствующие *н*-алканы. При этих условиях проводят хроматографирование и по полученным данным определяют содержание *н*-алканов. Аналогичным образом анализируют жидкие парафины.

В ООО «ПО «Киришинефтеоргсинтез» содержание *н*-алканов в парафиновых фракциях определяют с помощью хроматографа HP-5890-11 или HP-6890 с блоком программирования т-ры от 20 до 220°С, делителем расхода газа-носителя, оборудованных пламенно-ионизационным детектором FID фирмы «Хьюлет-Паккард» (США). Длина капиллярной колонки 30 м, внутренний диаметр 0,25 мм. В качестве неподвижной фазы используют диметилсилоксан, в качестве газа-носителя – гелий с подачей водорода на детектор.

При анализе жидкого парафина, когда нет необходимости определять углеводородный состав, перед хроматографической колонкой монтируют предварительный адсорбер (приставка к хроматографу) с цеолитом СаА, в к-ром адсорбируются *н*-алканы, а примеси – изоалканы, нафтеновые и ароматические углеводороды не адсорбируются и «выписываются» на хроматограмме одним пиком: сумма примесей Σ. При этом получают сразу данные по содержанию суммы примесей и по разности «100% минус сумма примесей» рассчитывают содержание *н*-алканов в жидком парафине.

СОДЕРЖАНИЕ НАТРИЯ, КАЛЬЦИЯ, МАГНИЯ, НИКЕЛЯ, ТИТАНА В КОКСЕ определяют спектральными методами с использованием атомно-абсорбционных спектрофотометров и спектрометров с индуктивно связанной плазмой. Пробы для анализа готовятся озолением навески кокса и растворением золы в смеси кислот.

СОДЕРЖАНИЕ НАФТАЛИНОВЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ В РЕАКТИВНЫХ ТОПЛИВАХ. Определяют по методу ГОСТ 17749, заключающемуся в измерении ультрафиолетовой абсорбции света раствором испытуемого топлива в эталонном изооктане при длине волны 285 нм относительно изооктана

и вычислении массового содержания по среднему значению коэффициентов поглощения соответствующих нафталиновых углеводородов. Зарубежный метод определения – ASTM D 1840 также основан на применении ультрафиолетовой спектрометрии, но в объемных долях.

СОДЕРЖАНИЕ ОБЩЕЙ СЕРЫ В ДИЗЕЛЬНОМ ТОПЛИВЕ – см. *Содержание серы в дизельном топливе*.

СОДЕРЖАНИЕ П-ОКСИДИФЕНИЛАМИНА – показатель стабильности авиационного бензина, определяющий длительность его хранения без разложения тетраэтилсвинца, оценивает содержание антиокислительной присадки по методу ГОСТ 7433, сущность к-ого заключается в извлечении присадки из бензина раствором соляной кислоты, добавлением к вытяжке пероксида водорода и калориметрировании полученного раствора.

СОДЕРЖАНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ СМОЛ – показатель химической стабильности авиационных этилированных бензинов при длительном хранении. Оценивается по массе растворимых и нерастворимых смол (мг/100см³), образующихся в топливе в результате ускоренного окисления по методу ASTM D 873.

СОДЕРЖАНИЕ СВОБОДНЫХ ЩЕЛОЧЕЙ И СВОБОДНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ В ПЛАСТИЧНОЙ СМАЗКЕ. При производстве мыльных пластичных смазок трудно достичь необходимого соотношения щелочей и кислот или получить смазки с нейтральной реакцией. В них всегда присутствует избыток свободной щелочи или кислоты, к-рый может отрицательно сказываться на реологических свойствах смазок и способствовать или вызывать коррозию поверхностей трения. По стандартам присутствие свободных водорастворимых кислот в антифрикционных смазках обычно не допускается.

Содержание свободных щелочей и органических кислот определяют по методу ГОСТ 6707. Мыльную пластичную смазку растворяют в спирто-бензиновой смеси и титруют кислотой (HCl) или щелочью (KOH) в присутствии фенолфталеина.

С поверхности образца испытуемой смазки снимают и отбрасывают верхний слой. В нескольких местах берут пробы примерно в равных количествах на расстоянии 15 мм от стенок сосуда, складывают их вместе в фарфоровую чашку или стакан и тщательно перемешивают. В одну коническую колбу помещают 2-5 г испытуемой смазки, а в другую (со вставленным холодильником) наливают 30 см³ бензина и 30 см³ 60%-ного этилового спирта и кипятят смесь 5 мин при непрерывном перемешивании. В горячую спирто-бензиновую смесь добавляют 3-4 капли фенолфталеина и нейтрализуют ее при непрерывном перемешивании 0,1 моль/дм³ спиртовым раствором гидроокиси калия до появления слабо-розового окрашивания.

Нейтрализованную горячую спирто-бензиновую смесь переливают в колбу с испытуемой смазкой, закрывают колбу пробкой с вставленным в нее холодильником и кипятят содержимое колбы при перемешивании до полного растворения смазки (обычно 1 ч). После полного растворения смазки смесь в колбе кипятят еще 5 мин, затем охлаждают смесь до комнатной т-ры. Обычно для определения содержания свободных щелочей охлаждения не требуется. В колбу добавляют 3-4 капли фенолфталеина и титруют содержимое: при розовой окраске спирто-водного слоя – 0,1 моль/дм³ раствором соляной кислоты до исчезновения окраски; при отсутствии окраски спирто-водного слоя – 0,1 моль/дм³ спиртовым раствором гидроокиси калия до появления слабо-розового цвета. Затем по формулам рассчитывают массовые доли (%) свободных щелочей (в пересчете на гидроокись натрия) и органических кислот (мг KOH/г смазки или в пересчете на олеиновую кислоту в процентах по массе). Массовая доля в смазке свободных щелочей до 0,02% оценивается как отсутствие свободных щелочей. Массовая доля свободных органических кислот до 0,02 мг KOH/г или 0,01% оценивается как отсутствие в смазке свободных органических кислот.

СОДЕРЖАНИЕ СЕРОВОДОРОДА В ДИЗЕЛЬНОМ ТОПЛИВЕ – см. *Содержание серы в дизельном топливе*.

СОДЕРЖАНИЕ СЕРЫ В ДИЗЕЛЬНОМ ТОПЛИВЕ. От С.с.д.т. зависит коррозионная агрессивность дизельного топлива и его экологические свойства. Сернистые соединения в топливе – причина эмиссии агрессивного и токсичного сернистого ангидрида, к-рый, попадая в атмосферу, отравляет воздух и воду, вызывает раздражение органов дыхания и образование кислотных дождей. Снижение **содержания общей серы в дизельном топливе** ведет к общему снижению выбросов оксидов серы, а также количества твердых частиц в отработавших газах и отложений в топливной системе. Согласно ГОСТ 305 С.с.д.т. не должно превышать 0,2% для вида I и 0,5% для вида II. Российский ГОСТ Р 52368 предусматривает выпуск дизельного топлива с содержанием серы не более 350 мг/кг – вид I, не более 50 мг/кг – вид II, не более 10 мг/кг – вид III, что соответствует требованиям для топлив *Евро*-3, *Евро*-4, *Евро*-5. Для измерения низких концентраций общей серы в дизельном топливе используются методы анализа, приведенные в **табл. С-33.**

С-33. Методы анализа общей серы

Метод	Стандарт	Пределы содержания серы, мг/кг
Энергодисперсионная рентгенофлуоресцентная спектрометрия	EN ISO 20847, ASTM D 4294, ASTM D 6445, ГОСТ Р 50442, ГОСТ Р 51947, IP 336	100-50000
Волнодисперсионная рентгенофлуоресцентная спектрометрия	EN ISO 14596, EN ISO 20884, ASTM D 2622, IP 447	10-25000 или 5-500 (в зависимости от метода и диапазона измерений)
Ультрафиолетовая флуоресценция	EN ISO 20846, ASTM D 5453	3-500

Содержание меркаптановой серы и сероводорода определяется по ГОСТ 17323. При увеличении содержания общей серы с 0,18 до 1,0%, но незначительном повышении содержания меркаптановой серы с 0,005 до 0,009%, коррозионная агрессивность топлива практически не изменяется. Повышение содержания меркаптановой серы с 0,01 до 0,06% увеличивает коррозию более чем в 2 раза. Коррозионная активность меркаптановой серы в дизельном топливе существенно зависит от наличия свободной воды и растворенного кислорода, к-рые ускоряют процесс образования меркаптидов. В **табл. С-34** приведены данные о влиянии воды на коррозию различных металлов при контакте их с дизельным топливом, содержащим 0,013% меркаптановой серы и воду.

С-34. Влияние воды на коррозионную агрессивность дизельного топлива для различных марок стали

Марка стали	Коррозионная агрессивность (г/м²) топлива	
	без воды	с водой
ШХ-15	0,9	5.2
18 ХНВА	0,7	3,6
12 ХНВА	0,5	2,9

СОДЕРЖАНИЕ СЕРЫ В КОКСЕ. В нефтяном коксе сера содержится в основном в виде органических соединений. Минеральные сульфиды и сульфаты составляют десятые и сотые доли процента. О содержании сульфитной серы можно судить по зольности кокса.

Содержание серы определяют по ГОСТ 8606 (ИСО 334–92) методом Эшка либо ускоренным методом по ГОСТ 1437. Метод Эшка, в отличие от ускоренного, считается кропотливым, трудоемким и сложным, однако и самым точным. Результаты определения по ускоренному методу занижены по сравнению с результатами по методу Эшка, степень занижения зависит от исходного содержания серы в коксе.

Определение общей серы. Метод Эшка [ГОСТ 8606 (ИСО 334–92)]. Сущность метода заключается в сжигании аналитической пробы кокса со смесью Эшка в окисляющей среде для удаления горючей массы и преобразования серы в сульфаты. Далее сульфаты экстрагируют раствором соляной кислоты или водой и определяют гравиметрическим способом после осаждения их хлоридом бария.

Определение включает несколько стадий: приготовление рабочих растворов и аналитической пробы кокса, наполнение тигля смесью Эшки и пробой кокса, сжигание, извлечение осадка, кислотную экстракцию, осаждение сульфата бария и контрольное определение.

Для анализа отбирают аналитическую пробу кокса массой 1 и 4 г смеси Эшка, взвешенные с погрешностью ±0,1 мг, и наполняют ими прокаленный тигель из неглазурованного фарфора высотой 40 мм и верхним диаметром 30 мм:

• покрывают дно тигля ровным слоем 0,5 г смеси Эшка (нижний слой);

• тщательно смешивают навеску кокса с 2,5 г смеси Эшка в сосуде и помещают смесь в тигель; содержимое разравнивают легким постукиванием тигля по столу;

• покрывают содержимое 1,0 г смеси Эшка (верхний слой).

Загруженный тигель (или тигли, в зависимости от вместимости муфельной печи) помещают на холодную плоскую плиту толщиной 6 мм из кварца (или др. подходящего огнеупорного материала), помещают в муфельную печь при т-ре до (800±25)°С и выдерживают эту т-ру минимум 1,5 ч или до 2 ч. Вынимают тигель (тигли) и оставляют для охлаждения. Вентиляция в муфельной печи должна обеспечивать примерно пятикратную смену воздуха в минуту.

Прокаленную смесь переносят из тигля в химический стакан вместимостью 400 см³ или др. емкость, в к-рую налито 25-30 см³ воды. Если имеются несгоревшие частицы, определение прекращают и испытание повторяют. Тигель тщательно промывают ≈50 см³ гор. воды, а промывную воду добавляют к содержимому химического стакана.

Химический стакан накрывают часовым стеклом, а затем, приподняв одну сторону часового стекла, осторожно добавляют достаточное количество концентрированного раствора соляной кислоты плотностью около 1,18 г/см³ и массовой концентрацией 36%. Для растворения осадка обычно требуется 17 см³ соляной кислоты. Для более эффективного растворения содержимое стакана нагревают и кипятят в течение 5 мин для удаления оксида углерода (IV) и фильтруют, собирая фильтрат в химический стакан вместимостью 400 см³.

К смеси фильтрата и промывных вод добавляют 2-3 капли раствора индикатора метилового красного, а затем осторожно вливают раствор аммиака до изменения цвета индикатора и появления следов осадка. Добавляют достаточное количество раствора соляной кислоты для растворения осадка, а затем еще 1 см³ сверх этого.

После экстракции доливают раствор при необходимости приблизительно до 200-250 см³, накрывают часовым стеклом, нагревают до закипания, а затем уменьшают нагрев до прекращения кипения раствора. В течение ≈20 с при перемешивании в центр горячего раствора добавляют из пипетки 10 см³ холодного раствора хлорида бария. В течение 30 мин выдерживают раствор при т-ре, близкой к т-ре кипения. После осветления раствора его фильтруют тремя способами: гравиметрическим через беззольную фильтровальную бумагу с плотной текстурой или прокладку из беззольной фильтровальной бумаги либо путем всасывания через слой фильтровального минерального волокна в тигле Гуча.

Используя не более 250 см³ горячей воды, осадок промывают до тех пор, пока последние 20 см³ промывных вод не начнут проявлять слабую опалесценцию с раствором серебра.

В зависимости от метода фильтрации влажную фильтровальную бумагу или фильтр, или прокладку помещают в предварительно прокаленный и взвешенный платиновый, кварцевый или из фарфора тигель вместимостью 25 см³. Тигель ставят на плоскую плиту, медленно вводят в муфельную печь и нагревают в ней при (800±25)°С в течение 15-20 мин. Тигель охлаждают и взвешивают с погрешностью ±0,1 мг.

Содержание общей серы S, % масс., вычисляют по формуле:

$$S = \frac{13{,}74(m_2 - m_3 + 0{,}03348\rho_{K_2SO_4})}{m_1},$$

где m_1 – масса навески, г; m_2 и m_3 – массы сульфата бария, полученного при определении и при контрольном определении, г; $\rho_{K_2SO_4}$ – массовая концентрация раствора сульфата калия, г/дм³.

Контрольное определение выполняют по методике обычного определения (но без исследуемой пробы) при использовании новой партии одного из реактивов. К фильтрату перед добавлением раствора индикатора метилового красного или метилового оранжевого с помощью пипетки с одним делением добавляют 25,0 см³ раствора сульфата калия (допускается проводить без прибавления сульфата калия).

За окончательный результат принимают среднее арифметическое результатов параллельных определений, вычисленных с точностью ±0,1%. Сходимость метода 0,05% абс., воспроизводимость 0,1% абс. при доверительной вероятности 95%.

При содержании общей серы свыше 5% масс. между средними результатами допускаются расхождения: в одной лаборатории – 0,1% абс.; в разных лабораториях – 0,2% абс.

Ускоренный метод определения серы (ГОСТ 1437). Сущность метода заключается в сжигании кокса в струе воздуха, улавливании образующихся сернистого и серного ангидридов раствором перекиси водорода с серной кислотой и титровании раствором гидроокиси натрия.

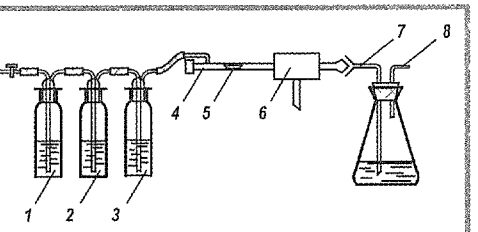


Рис. С-21. Система для очистки воздуха:
1 – склянка с марганцовокислым калием; *2* – склянка с 40%-ным раствором гидроокиси натрия; *3* – склянка с гигроскопической ватой; *4* – кварцевая трубка; *5* – лодочка; *6* – электропечь; *7* – кварцевое колено; *8* – отводная трубка

Собирают систему для очистки воздуха (**рис. С-21**), к-рая состоит из трех последовательно соединенных резиновыми трубками склянок, заполненных примерно на половину объема 0,1 моль/дм³ раствором марганцовокислого калия, концентрированным раствором гидроокиси натрия и гигроскопической ватой. В приемник наливают 150 см³ воды, 5 см³ пергидроля и 7 см³ 0,01 моль/дм³ (0,02 н) раствора серной кислоты. Приемник закрывают резиновой пробкой, снабженной кварцевым коленом и отводной трубкой. Колено присоединяют с помощью шлифа к кварцевой трубке, к-рую устанавливают горизонтально в печи. Другой конец трубки закрывают резиновой прокладкой и через боковой отросток присоединяют к очистительной системе, соединенной с приспособлением для нагнетания воздуха. Перед очистительной системой устанавливают устройство для измерения скорости потока воздуха.

Перед проведением анализа собранный аппарат проверяют на герметичность. В случае негерметичности системы все места соединений обрабатываются мыльной водой.

Аналитическую пробу взвешивают с погрешностью не более 0,2 мг в фарфоровой лодочке, на дно к-рой помещено небольшое количество шамота. Навеску равномерно распределяют по всей длине лодочки.

При предполагаемом содержании серы в нефтепродукте менее 2% масса навески должна составлять 0,2-0,1 г, при 2-5% – 0,1-0,05 г.

Лодочку с навеской кокса помещают в кварцевую трубку перед входом в печь. Трубку быстро закрывают пробкой и пропускают через систему воздух со скоростью около 0,5 дм³/мин, измеряя скорость подачи воздуха с помощью реометра или другого измеряющего устройства.

Нефтепродукт сжигают при 900-950°С в течение 30-40 мин, а для летучих продуктов (нефтей) и продуктов, содержащих 50% и более ароматических соединений, в течение 50-60 мин, постепенно передвигая трубку с лодочкой вдоль печи, не давая продукту воспламеняться. После этого трубку с лодочкой помещают в центральную, наиболее раскаленную часть печи, где ее прокаливают еще в течение 15 мин.

По окончании сжигания трубку с лодочкой постепенно в течение 10-15 мин отодвигают в обратном направлении, отсоединяют приемник от трубки и промывают кварцевое колено 25 дм³ дистиллированной воды, сливая ее в приемник. Содержимое титруют 0,02 моль/дм³ (0,02 н.) раствором гидроокиси натрия в присутствии 8 капель смешанного индикатора до перехода фиолетовой окраски раствора в ярко-зеленую.

Перед анализом проводят контрольный опыт в тех же условиях, но без навески кокса.

Содержание серы X, % масс., вычисляют по формуле:

$$X=[16c(V_1-V_0)/(1000m_2)]\cdot 100,$$

где 16 – эквивалентная масса серы, г; c – молярная концентрация вещества-эквивалента, моль/дм³; V_0 и V_1 – объемы раствора гидроокиси натрия, израсходованные на титрование контрольного нефтепродукта до и после сжигания, см³; m_2 – масса продукта, взятого на анализ, г.

За результат анализа принимают среднее арифметическое двух последовательных определений (**табл. С-35**). Результат округляют до 0,01%.

С-35. Сходимость и воспроизводимость

Массовая доля серы, %	Сходимость, %	Воспроизводимость, %
До 1,0	0,05	0,20
Св. 1,0 до 2,0	0,05	0,25
Св. 2,0 до 3,0	0,10	0,30
Св. 3,0 до 5,0	0,10	0,45

СОДЕРЖАНИЕ СЕРЫ В ОСТАТОЧНЫХ ТОПЛИВАХ – показатель, характеризующий коррозионную активность топлив. Зависит от содержания серы в исходной нефти и технологии получения топлива. К коррозионно-агрессивным (активным) сернистым соединениям относятся сероводород, элементарная сера, меркаптаны. Методы определения С.с.о.т. регламентируются ГОСТ 1437, ГОСТ 3877, ГОСТ 1431, ISO 8754, ASTM D 4294.

При сгорании сероорганические соединения образуют окислы серы – SO_2 и SO_3. Присутствие в газах SO_3 повышает т-ру начала конденсации влаги – точку росы. В связи с тем, что т-ра хвостовых поверхностей котлов (экономайзеров, воздухоподогревателей) близка к точке росы отходящих дымовых газов, на этих поверхностях конденсируется серная кислота, вызывающая усиленную коррозию металла. На **рис. С-22** показана зависимость точки росы от содержания серы. В товарных топливах содержание серы ограничивается требованиями технических условий.

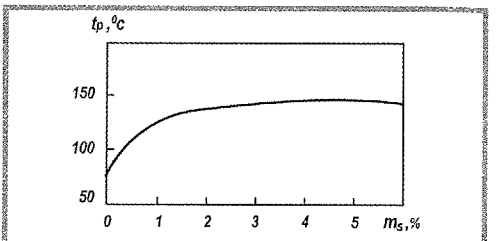


Рис. С-22. Зависимость точки росы t_p от содержания серы m_s

Экологические ограничения. Приложение VI Международной Конвенции по предотвращению загрязнений, производимых морскими судами (MARPOL), устанавливает во всем мире предел по содержанию серы 4,5% для нефтяного топлива. В зонах ограничения выбросов SO_x более жесткий контроль: содержание серы в топливе – не более 1,5%. Директива 2005/33 Европейского Парламента и Европейского Совета внесла поправки в Директиву 1999/32/ЕС по содержанию серы в морских топливах: для судов, курсирующих не только в зоне ограничения выбросов SO_x, согласованной с Международной организацией MARPOL, но в Балтийском и Северном морях, др. морских зонах, включая порты, к-рые Международная морская организация в последствии обозначит как «Зоны ограничения выбросов SO_x» – не более 1,5%; для судов, стоящих на якоре в портах ЕС, и всех судов каботажного плавания – 0,2%.

СОДЕРЖАНИЕ УГЛЕРОДА И ВОДОРОДА В НЕФТЯНЫХ СЫРЫХ И ПРОКАЛЕННЫХ КОКСАХ определяется классическим весовым микрометодом. Метод заключается в сжигании навески кокса в токе кислорода и весовом определении образовавшихся адсорбированных на специальных сорбентах количеств углекислого газа и воды.

СОДЕРЖАНИЕ ФАКТИЧЕСКИХ СМОЛ В ТОПЛИВЕ – показатель, характеризующий количество продуктов окисления, конденсации и полимеризации

углеводородов, образующихся в топливе в условиях нагревания. Характеризует склонность топлива к образованию отложений в топливной системе бензинового, дизельного и газотурбинного двигателя.

СОДЕРЖАНИЕ ФАКТИЧЕСКИХ СМОЛ В БЕНЗИНЕ – стандартный показатель, предельно допустимое значение к-рого ограничивает срок хранения бензина при различных условиях.

Содержание фактических смол, промываемых растворителем, – показатель химической стабильности бензина и его склонности к образованию отложений. Оценивается по массе (мг/100мл) остатка, нерастворимого в *н*-гептане, к-рым промывают стакан после испарения бензина.

Содержание фактических смол, непромываемых растворителем (неиспарившийся остаток), – показатель склонности бензинов, содержащих моющую присадку, к образованию нагара в камере сгорания. Оценивается по массе остатка (мг/100мл) после испарения бензина.

Методы определения С.ф.с.б. регламентируются ГОСТ 1567, EN ISO 6246, ASTM D 381.

СОДЕРЖАНИЕ ФАКТИЧЕСКИХ СМОЛ В ДИЗЕЛЬНОМ ТОПЛИВЕ – определяется по ГОСТ 8489 и только в России. Сущность метода заключается в выпаривании испытуемого топлива под струей водяного пара при 225°С и определении количества остатка. Для дизельного топлива этот показатель не имеет физического смысла, т.к. пределы его выкипания 160-360°С, а т-ра определения фактических смол 225°, т.е. метод определяет количество неиспарившегося остатка, но не содержание фактических смол. Из современных нормативных документов этот показатель исключен.

СОЖ – см. *Жидкие СОТС*.

СОЛИДОЛ – пластичная смазка, в к-рой в качестве загустителя использованы гидратированные кальциевые мыла. Вода входит в состав смазки в концентрации 1-4% и является стабилизатором структуры солидолов. Достоинства С. – водостойкость, высокие антикоррозионные и противозадирные (противоизносные) свойства. Недостатки – низкая т-ра каплепадения и низкая механическая стабильность. С. используют в механизмах, работающих при т-ре до 60-70°С, и не предъявляющих особых требований к качеству смазки.

СОЛЬВАТАЦИЯ – взаимодействие между частицами растворенного вещества и растворителя.

СОЛЬВЕНТНАЯ ДЕПАРАФИНИЗАЦИЯ – см. *Селективная депарафинизация*.

СОЛЮБИЛИЗАЦИЯ (коллоидное растворение) – самопроизвольный переход в раствор нерастворимых или малорастворимых веществ под действием ПАВ, находящихся в малых концентрациях в растворителе.

СОПОЛИМЕРЫ МЕТАКРИЛАТОВ – беззольные диспергирующие присадки к маслам. Получают сополимеризацией алкиловых эфиров метакриловой кислоты (алкильный радикал с 12–20 атомами углерода) с диэтиламиноэтилметакрилатом, N-винилпирролидоном или 2-гидроксиэтилметакрилатом. С.м. одновременно улучшают вязкостно-температурные свойства масла.

СОПОЛИМЕРЫ ЭТИЛЕНА – *модификаторы свойств композиций на основе твердых углеводородов*, представляющие собой термопластические полимеры с т-рой размягчения 70-102°С. Получают совместной полимеризацией этилена со стиролом, пропиленом, винилацетатом, малеиновой кислотой и др. Уменьшают влагопроницаемость, повышают адгезию, эластичность, прочность композиций, придают блеск.

СОПОЛИМЕРЫ ЭТИЛЕНА С ПРОПИЛЕНОМ – продукт полимеризации мономеров этилена и пропилена, состоящих из нескольких структурных звеньев. ММ сополимеров составляет 10000-80000, от соотношения содержаний этилена и пропилена зависит растворимость сополимеров в маслах. С.э.п. обладают высокой загущающей способностью и термической стабильностью.

СОРБЦИЯ – поглощение газов, паров или веществ из растворов твердыми телами или жидкостями. Различают *адсорбцию*, *абсорбцию*, *хемосорбцию*.

СОРТ НЕФТИ «BRENT» – экспортная нефть России. Содержание серы – 0,4% масс., плотность – 32°API. По оценке агентства Platt's на 2004 г. сорт нефти «Brent»: плотность при 20°С – 829 кг/м³; содержание серы – 0,36% масс.

СОРТ НЕФТИ «URALS» – экспортная нефть России. Представляет собой смесь легкой малосернистой нефти месторождений Западной Сибири и тяжелой высокосернистой нефти с месторождений Урала и Поволжья. Содержание серы – 1,4% масс., плотность – 32°API. По оценке агентства Platt's на 2004 г. сорт нефти Urals: плотность при 20°С – 862 кг/м³; содержание серы – 1,3% масс. По качественным характеристикам сорт нефти Urals значительно уступает *сорту нефти Brent*.

СОРТНОСТЬ НА БОГАТОЙ СМЕСИ – показатель детонационной стойкости авиационных бензинов и их компонентов. Определяется сравнением (%) мощности двигателя при работе на испытуемом топливе в режиме легкой детонации и мощности, достигнутой на эталонном изооктане, сортность к-рого принята за 100 ед. При испытаниях сравнивают средние индикаторные давления (величина, пропорциональная мощности) при отношении массовых расходов топлива и воздуха, равном 0,112 (богатая смесь). С.б.с. определяют на одноцилиндровой установке ИТ9–1 по методам ГОСТ 3338 и ASTM D-909. С.б.с. характеризует

С-36. Состав некоторых смесевых твердых ракетных топлив

Компоненты	Композиция					
	1	2	3	4	5	6
Окислитвль	NH_4ClO_4 - 74%	NH_4ClO_4 - 69%	NH_4NO_3 - 80%	$KClO_4$ - 80%	NH_4ClO_4 - 69,6%	NH_4ClO_4 - 53%, октоген - 12%
Органическое связующее	Полиуретановый каучук - 10%	Полибутадиеновый каучук - 10%	Полибутадиеновый каучук - 10%	Асфальт - 10%, органическое связующее - 8%	Сополимер бутадиена, акрилонитрила, акриловой кислоты + эроксидный сшивающий агент - 14%	Сополимер этиленоксида и тетрагидрофурана - 5,05%
Металл	Алюминий - 15%	Апюминий - 20%	-	-	Апюминий - 16%	Алюминий - 22%
Специальные добавки	Катализатор - окись железа, пластификатор-дибутилсебацинат, вулканизатор - 1%	Катализатор-ферроценове масло, пластификатор-дибутилфталат, вулканизатор - 1%	Катализатор-соединения хрома, пластификатор, вулканизатор - 10%	Катализатор-оксиды железа и марганца, пластификатор - 2%	Катализатор-Fe2O3 - 0,4%	Пластификатор - ацетилтри-*п*-бутиоцитрат - 6,5% Сшивающие агенты, катализаторы сшивки - 1,45%
Использование	Топливо для баллистических ракет	Топливо для баллистических ракет	Твердотопливные управляемые мишени	Разгонные ступени некоторых ракет	Для разгонных ступеней космических челноков	Для баллистических ракет
Плотность, г/см^3	1,68	1,70	1,60	1,94	1,744	1,855
Т-ра горения, °С	3300	3800	1500	2700	Скорость горения при 70 атм. - 1,09 см/с	-
Удельный импульс при 70 атм., с	260	265	200	210	247	263

способность бензина повышать мощность двигателя на взлетном и др. форсированных режимах работы и составляет не менее 115 или 130 ед.

СОСТАВ ПАРАФИНОВЫЙ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ АЛМАЗОВ из концентрата гравитационного разделения (ТУ 38.40182–88) готовят на предприятиях по обогащению алмазной руды в г. Мирный и поселке Айхал (Саха-Якутия). Представляет собой сплав *парафина твердого* с *петролатумом*, минеральным маслом и адгезионным полимерным материалом, имеющим стереохимическое строение молекул, близкое к строению поверхности алмазов. В зависимости от т-ры, при к-рой проводится извлечение алмазов, соотношение компонентов корректируют. Успешно используется для выделения алмазов методом липкостной сепарации. Применение С.п.и.а. позволило исключить потери алмазов и резко (в 3-3,5 раза) увеличить степень их концентрирования.

СОСТАВ СМЕСЕВЫХ ТВЕРДЫХ РАКЕТНЫХ ТОПЛИВ разрабатывается, исходя из энергетических требований и технологических возможностей. Соотношение горючего и окислителя в смесевом порохе может варьироваться в довольно широких пределах, тогда как для бездымных порохов соотношение горючего и окислителя определяется химическим составом компонентов и закономерностями образования коллоидных растворов. Это позволяет получить желаемый кислородный баланс топливной смеси. Номенклатура исходных продуктов для получения смесевых порохов почти не ограничена, тогда как для изготовления бездымного пороха могут быть использованы только некоторые нитроклетчатки и ограниченный круг растворителей (**табл. С-36**).

СОСТАВЫ ВОДНО-ВОСКОВЫЕ – см. *Водно-восковые составы*.

СОТС – см. *Смазочно-охлаждающие технологические средства*.

СОТС ДЛЯ АЛМАЗНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ – газообразные, твердые, пластичные и жидкие технические вещества, вводимые в зону контакта абразивного инструмента и металлической заготовки для смазывания и охлаждения. При выборе СОТС необходимо учитывать способ алмазно-абразивной обработки; характеристику обрабатываемого материала и абразивного инструмента, режим резания; требования к точности обработки. К А.а.о. металлов относятся операции полирования, хонингования, шлифования.

Полирование – операция алмазно-абразивной обработки поверхности различных материалов для уменьшения параметра ее шероховатости до значения менее 0,1 мкм. Осуществляют механическим, химическим, химико-механическим, электрохимическим и газохимическим методами. Механическое полирование деталей из металлов производят абразивными зернами, закрепленными на эластичной ленте или эластичными кругами из фетра, войлока, текстиля, шаржированной пастой. В качестве СОТС для полирования металлических изделий используются порошки (твер-

дые СОТС), пасты (пластичные СОТС), масла и эмульсии (жидкие СОТС). В состав твердых СОТС могут входить алмаз, корунд, оксиды Cr, Fe, Al, известь, пластичных СОТС – порошки, жирные кислоты, ПАВ и т.д., жидких СОТС – спирты, смолы, нефтяные сульфонаты кальция, эфиры жирных кислот и т.д. СОТС для полирования металлов принято называть полиролями.

Хонингование – финишная операция, применяемая для обеспечения высокой точности размеров и формы поверхности обрабатываемых изделий. Хонингование производят брусками (хонами) из оксида алюминия (корунда) или карбида кремния на традиционных керамических и бакелитных связках. Часто используются хоны из кубического нитрида бора (КНБ) и алмаза на сверхтвердых синтетических или металлических связках. Осевая скорость хона может достигать более 30 м/мин, а окружная – 80 м/мин. При хонинговании от СОТС требуется эффективное охлаждение инструмента и детали, что обусловлено высокими требованиями к точности обработки. Повышенный нагрев металла может привести к отклонениям от заданных размеров, поэтому вязкость, теплопроводность и теплоемкость СОТС должны быть определены достаточно четко. При хонинговании стали и чугуна вязкость СОТС при 50°С обычно составляет 3,0-4,0 мм²/с, высокопрочных сталей – 6,8-8,0 мм²/с.

Хонингование при легких режимах осуществляется с применением низковязких нефтяных масел высокой степени очистки с т-рой вспышки не ниже 120°С и содержанием ароматических углеводородов не более 15% масс. Для снижения трения и исключения локальных перегревов обрабатываемой поверхности при жестких режимах хонингования в СОТС добавляют жировые продукты (животные жиры, растительные масла, жирные кислоты, эфиры жирных кислот и др.) или противозадирные присадки. При обработке серого чугуна добавки жировых продуктов в СОТС должны быть небольшими во избежание засаливания брусков. Из водосмешиваемых СОТС чаще всего для хонингования применяют синтетические или полусинтетические, поскольку СОТС для хонингования должны обладать высоким моющим действием для эффективного смыва шлама с детали и инструмента и обеспечения высокого качества обрабатываемой поверхности.

Шлифование – чистовая обработка деталей шлифовальными кругами (или лентами). К числу наиболее важных особенностей процесса шлифования относятся высокая скорость резания (в 10-50 раз превышающих скорость резания при лезвийной обработке), сильное размельчение (диспергирование) стружки, неблагоприятная геометрия режущих зерен абразивного круга, высокий нагрев обрабатываемой поверхности и стружки, что может привести к интенсивному налипанию обрабатываемого материала на вершины абразивных зерен и возникновению диффузионных явлений. Эти особенности обусловливают специальные требования к СОТС: более высокие диспергирующие и охлаждающие свойства.

Детали из чугуна, сталей, твердых сплавов и титана шлифуют с применением водосмешиваемых СОТС, к-рые эффективно охлаждают металл и не влияют на его поверхностную структуру. При чистовом и тонком шлифовании сталей и сплавов, склонности металлов к образованию микротрещин и применении станков с управлением от ЭВМ используются маловязкие нефтяные масла вязкостью 3-10 мм²/с при 50°С. Масло по сравнению с водной СОТС снижает шероховатость обрабатываемой поверхности, уменьшает усилия шлифования и более эффективно удаляет шлам. Оптимальные результаты при шлифовании сложных профилей резьбы, зубьев и винтовых поверхностей обеспечиваются применением масляных СОТС вязкостью 20-30 мм²/с при 50°С, содержащих противозадирные и др. присадки.

При ленточном шлифовании хорошо зарекомендовали себя чистые нефтяные масла средней вязкостью 12-20 мм²/с при 50°С. Иногда при ленточном шлифовании применяют масляные СОТС с небольшим содержанием противозадирных присадок, например ОСМ-3, МР-2у, МР-1у и др.

Водосмешиваемые СОТС – эмульсии типа «масло в воде» – применяют для шлифования закаленных сталей, так как они более эффективно охлаждают металл и не влияют на исходную твердость детали. Предпочтение отдается синтетическим или полусинтетическим СОТС, поскольку, образуя прозрачные или полупрозрачные растворы в воде, они позволяют видеть обрабатываемую поверхность и оценивать ее качество по ходу выполнения операции.

В качестве газообразных СОТС применяют различные газы: нейтральные (азот, аргон, гелий) и активные кислородсодержащие (воздух, углекислый газ, кислород). В среде активированных газов шлифуют специальные стали и сплавы и затачивают режущий инструмент. Активные газы способствуют образованию защитных пленок в зоне контакта металлов, снижают трение и засаливание круга.

Скоростное шлифование – высокопроизводительный процесс, применяемый при вышлифовывании в заготовках из закаленных и незакаленных материалов канавок и пазов со скоростью резания 30-45 м/с и с большой подачей на глубину (глубинное шлифование), при шлифовании под углом (врезное шлифование) и продольном шлифова-

нии. Станки для скоростного шлифования должны иметь эффективную систему подачи СОЖ, обеспечивающую интенсивное охлаждение детали, очистку рабочей поверхности абразивного инструмента и удаление из зоны обработки металлической стружки и продуктов износа шлифовального круга. Преимуществом скоростного шлифования является возможность изготовления из заготовки изделия (например, сверла, ролика, ходового винта) на одном станке и за один проход.

В зависимости от решаемой технологической задачи давление СОТС, подаваемой в зону резания, может составлять 0,5–2,5 МПа, а ее расход 180–400 л/мин на 1 см³ снимаемого металла или не менее 10 л на 1 мм ширины шлифовального круга. Т-ра циркулирующей в системе жидкости должна быть не более 55°С, степень загрязнения твердыми механическими примесями – не более 0,2 г/л.

Обильная подача СОТС под высоким давлением вызывает ее разбрызгивание и распыление, что требует герметизации зоны обработки, установки брызговиков, устройств отсасывания тумана и очистки воздуха.

СОТС ДЛЯ ВОЛОЧЕНИЯ МЕТАЛЛОВ – твердые или жидкие технические вещества, вводимые в зону волочения проволоки или прутков для получения сортового проката с высокой точностью геометрических размеров и хорошим качеством поверхности. СОТС играет особую роль при высоких скоростях и обжатиях, снижая трение и износ. Для процесса волочения проволоки при выборе СОТС необходимо учитывать характеристику проволоки – твердость и состояние после термической обработки, чистота и качество поверхности, тип волочильного стана и характеристику инструмента. Когда в процессе волочения осуществляется чисто гидродинамическая смазка, можно использовать простые минеральные масла, поскольку при этом эффективность смазывания зависит только от вязкости масла. Важную роль играет углеводородный состав масла, так как вязкость циклических углеводородов растет с увеличением давления быстрее, чем парафиновых. Когда не может быть обеспечен режим гидродинамической смазки, необходимо добавлять в масла полярные присадки, активные в зоне трения. Если помимо смазывающего действия, требуется интенсивное охлаждение в зоне деформации, то следует применять водосмешиваемые СОТС, в частности эмульсии типа «масло в воде», так как вода отводит теплоту гораздо интенсивнее минерального масла. Однако вода не обладает смазывающими свойствами и обусловливает коррозию. Применяют также синтетические СОТС без минерального масла. Используемые при волочении водосмешиваемые СОТС должны содержать компоненты (жирные кислоты, их эфиры и мыла и т.п.), к-рые при высоких т-рах деформации образуют комплексные соединения мыл с солями металлов на поверхности заготовки. Из водосмешиваемых СОТС при волочении металлов широкое применение нашли Барвинол-1, Эферин, Эфтол, Инструментальная, из масляных – СТУ-1у, Неол и др. (см. *Ассортимент СОТС*).

При сухом волочении используют соли металлов (стеараты алюминия), т.е. порошки. Порошки обычно применяют при черновом волочении.

СОТС ДЛЯ ЛЕЗВИЙНОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ – жидкое техническое вещество, вводимое в зону контакта лезвийного режущего инструмента и металлической заготовки для смазывания и охлаждения. Основными факторами при выборе СОТС (то же, что и СОЖ) является вид технологической операции и обрабатываемость металлов.

Сверление, фрезерование точение, пиление и отрезка – операции относительно одинаковой степени трудности. Выбор СОТС для них зависит от обрабатываемости резанием материалов и применяемых режимов резания. При черновом точении и фрезеровании, когда преобладающее значение имеет теплоотвод из зоны резания, используют водосмешиваемые СОТС. При чистовых операциях СОТС должно иметь хорошие смазывающие свойства, поэтому применяют масляные жидкости (чистые масла без присадок и с присадками). Отдельные операции сверления, пиления и точение в большинстве случаев обеспечиваются водосмешиваемыми СОТС. При резании труднообрабатываемых сталей и сплавов для подавления адгезионных и диффузионных процессов применяют эмульгирующиеся жидкости, активированные противоизносными и противозадирными присадками, или масляные СОТС с указанными присадками.

Наиболее эффективны масляные СОТС, содержащие синергетические смеси высокощелочных сульфонатов кальция с активными серосодержащими присадками, напр. растворенной серой, полисульфидом (содержание серы более 40% масс.) и/или сульфидированными жировыми продуктами. По мере перехода от легкообрабатываемых сталей к более труднообрабатываемым следует применять СОТС с большими концентрациями и степенью активности присадок. Чистые масла и неактивные СОТС применяют при всех операциях резанием легких и цветных металлов, а также в большинстве случаев обработки сталей низкой прочности. При ужесточении режимов резания или ухудшении обрабатываемости металла используют СОТС с более активными присадками и повышенным их содержанием. При обработке металлов на станках-автоматах, где в комплексе возможны операции сверления, точе-

ния, нерезания резьбы и др., применяют активные или неактивные масляные СОТС вязкостью 20–30 мм²/с при 50°С. СОТС для станков-автоматов часто служит одновременно гидравлической жидкостью и смазывающим материалом для узлов станков. Многоцелевые СОТС должны удовлетворять ряду дополнительных требований, к-рые предъявляются к рабочим жидкостям гидросистем и смазочным маслам для станков – низкое давление паров жидкости для избежания кавитации; высокая деаэрирующая способность; оптимальная вязкость, к-рая должна быть как можно меньше, чтобы свести до минимума расход энергии для перекачивания жидкости, но и достаточно высокой, чтобы отвечать всем требованиям к смазочному материалу, а также обеспечить внутреннее уплотнение; высокие вязкостно-температурные характеристики.

Для коррозионно-стойких, термостойких сталей и сплавов применяют СОТС с высоким содержанием противоизносных и противозадирных присадок активного типа. Титан и его сплавы обрабатываются резанием трудно. Вследствие его низкой теплопроводности концентрация выделенного тепла вблизи лезвия инструмента велика. В результате режущая кромка перегревается и интенсивно изнашивается. На износ инструмента оказывает отрицательное влияние и сам титан, к-рый является очень твердым материалом и подобно абразиву истирает поверхность инструмента особенно на площади «инструмент–стружка». При точении и фрезеровании используются водосмешиваемые СОТС. Сверление, протягивание и нарезание резьбы выполняют с применением низковязких масляных СОТС с активными противоизносными и противозадирными присадками.

Для лезвийной обработки алюминия и его сплавов необходимы масляные и водосмешиваемые СОТС с присадками, обеспечивающие им хорошие смазывающие свойства. Обработку меди и ее сплавов производят с СОТС с умеренным содержанием противоизносных и противозадирных неактивных присадок (класс до 2с) в сочетании с жировыми присадками.

Основные марки и свойства масляных и водосмешиваемых СОТС для лезвийной обработки металлов – см. *Ассортимент СОТС*.

Глубокое сверление. Наряду с основным назначением – повышением стойкости режущих инструментов, снижением шероховатости обрабатываемых поверхностей и др. СОТС при глубоком сверлении должно смазывать опорные планки.

При глубоком сверлении применяют водосмешиваемые и масляные СОТС. Водосмешиваемые СОТС (эмульсионные, полусинтетические, синтетические) используют в основном при низких нагрузках и т-рах в зоне резания т.е. при обработке легко и нормально обрабатываемых материалов.

При сверлении труднообрабатываемых материалов применяют активные масляные СОТС с серо- и фосфорсодержащими присадками. Для снижения износа опорных планок в жидкость добавляют жировые продукты. При сверлении (при 50°С) глубоких отверстий диаметром до 30 мм используют СОТС вязкостью 6–12 мм²/с, более 30 мм – 15–25 мм²/с. При глубоком сверлении большую роль играет подача СОТС. Сверление однолезвийным инструментом производится с подачей СОТС через отверстие в сверле, а стружка отводится через стружечную канавку. При методе «ВТА» жидкость подается снаружи, а стружка отводится через инструмент. «Эжекторное сверление» осуществляется с подачей СОТС через кольцевой зазор между внутренним и наружным стеблями сверла, а стружка отводится через внутренний стебель.

Для снижения трения в зоне контакта режущего инструмента, отвода теплоты и обеспечения непрерывного схода стружки СОТС подают под давлением. Скорость движения жидкости по передней поверхности сверла должна в 5–10 раз превышать скорость схода стружки.

Нарезание резьбы. На операциях нарезания резьбы в большинстве случаев наиболее эффективны масляные СОТС активного ряда. При этом, чем больше содержание активной серы в жидкости и чем выше ее активность, тем выше качество резьбы и стойкость режущего инструмента. При выборе нефтяного масла для СОТС учитывают его вязкость. Маловязкие (вязкость до 10 мм²/с при 50°С) масла применяют для приготовления жидкостей, используемых при нарезании мелких резьб и резьб в глухих отверстиях. Для обеспечения лучших смазывающих свойств, снятия вибраций режущего инструмента и предотвращения быстрого стекания СОТС с инструмента и детали применяют средневязкие или высоковязкие (15–150 мм²/с при 50°С) масла. Высокую эффективность при нарезании резьб обеспечивают синергетические смеси в масле элементной серы и щелочных сульфонатов кальция или их смеси с добавкой сульфидированных жиров или сульфидированных эфиров ненасыщенных жирных кислот. Однако при использовании в СОТС элементной серы возникают проблемы, связанные с ее растворением в масле и активностью по отношению к меди и медным сплавам при т-ре до 50°С. Поэтому элементную серу заменяют полисульфидами или сульфированными сложными эфирами ненасыщенных жирных кислот.

Для нарезания резьб могут применяться и водосмешиваемые СОТС.

Протягивание. Протягивание характеризуется небольшими скоростями резания и изменением глубины резания, приходящейся на один режущий зуб, а также затрудненным отводом стружки из-за небольших размеров ячеек в протяжке для сбора стружки. При протягивании используют масляные СОЖ вязкостью 4–10 и 10–20 мм²/с при 50°С, содержащие в качестве противозадирных присадок хлорированные жиры или хлорированный парафин. Иногда в такие СОЖ вводят жиры и активные серосодержащие присадки. В последние годы в связи с заменой хлорсодержащих жидкостей все большее применение находят синергетические смеси в нефтяном масле сульфонатов щелочных металлов, сульфидированных жировых продуктов и (или) активных серосодержащих присадок.

Водосмешиваемые СОТС применяют только при протягивании низкопрочных сталей, цветных и легких металлов и их сплавов.

Строгание, зубонарезание, зубофрезерование, зубодолбление черных металлов и их сплавов обычно осуществляют с использованием масляных СОТС с жировыми и противоизносными и противозадирными серосодержащими активными присадками (класс 3б и выше).

СОТС ДЛЯ ПРОКАТКИ МЕТАЛЛОВ – твердое, пластичное или жидкое СОТС, вводимое в зону обработки металла для охлаждения валков, снижения трения, повышения коэффициента вытяжки и снижения давления на валки. СОТС, применяемые при прокатке, называют технологическими смазками. Важнейшей функцией смазки является уменьшение сил внешнего трения (коэффициента трения). Под эффективностью смазки чаще всего понимают именно ее антифрикционную активность. Твердые смазки, несмотря на их высокую эффективность, не нашли широкого применения. Их иногда используют при прокатке на тихоходных станах, не требующих охлаждения валков. К таким смазкам можно отнести церезин, смеси парафина, воска и канифоли, смеси очищенного воска и солидола, смеси парафина и твердых жиров.

При горячей прокатке, где охлаждение имеет повышенное значение, графитные смазки, воски и пластичные СОТС используются ограничено, наиболее распространены минеральные масла повышенной вязкости, например Ц-24 и П-28, растительные и животные жиры, смеси природных и синтетических жиров с минеральными маслами и эмульсии. При горячей прокатке труб используют 20–30%-ный раствор солевой смазки, иногда с добавлением известкового молока.

При горячей прокатке алюминия применяют эмульсии типа «масло в воде» с содержанием масла 2–5% об.

При прокатке стали используют масляные композиции и эмульсии, так как тонкая масляная пленка, остающаяся на поверхности проката, предотвращает механические повреждения поверхности при сматывании в рулон и охлаждении полос и обеспечивает временную защиту от коррозии (например, масляные СОТС ТМС и Т-7П, водосмешиваемые – Укринол-211м и ТС Универсал и др.).

Перед холодной прокаткой листы из черных металлов промасливают эмульсионными СОТС. СОТС не должно оставлять углеродистых отложений после испарения с поверхности полосы металла, обладать моющей способностью и быть чистой (см. *Чистота СОТС*).

При холодной прокатке алюминия используют высокоочищенные керосиновые фракции вязкостью 2–6 мм²/с при 20°С с добавкой полярных соединений, напр. спиртов алифатического ряда. Т-ра конца кипения углеводородной смеси не должна быть выше самой низкой т-ры отжига (320°С), типичной для производства алюминия.

Холодная прокатка алюминиевой ленты имеет свои особенности, так как включает обжатие ленты на прокатном стане до заданной толщины, сушку и низкотемпературный отжиг прокатного рулона ленты для удаления с нее остатков СОТС. В этих условиях СОТС должна образовывать тонкую пленку на поверхности металла для предотвращения задира и уменьшения коэффициента трения, чтобы избежать разрыва ленты при высоких скоростях прокатки и предотвратить задиры на поверхности.

В зависимости от условий применения такой СОТС ее нефтяная основа должна иметь следующий углеводородный состав:

- для прокатки ленты толщиной более 0,1 мм (фольга) – парафиновых углеводородов 40–55% масс., нафтеновых 45–60% масс. и ароматических не более 5,5%масс.;
- для проката ленты толщиной менее 0,1 мм (фольга) – парафиновых углеводородов 50–70% масс., нафтеновых 30–50% масс., ароматических не более 2,5% масс.

Например, для холодной прокатки алюминиевой ленты толщиной 0,1–0,3 мм используется маловязкая высокоочищенная нефтяная основа СТАЛ-3 (ТУ 38.4011163–2003) и СТАЛ-3м (ТУ 38.4011177–05) с присадками (антиокислительными, антистатическими и присадками, понижающими трение и усилия пластической деформации).

При прокатке фольги (толщина 0,005–0,2 мм) в качестве СОТС применяют специальные маловязкие масла с присадками (для холодной прокатки пищевой алюминиевой фольги – маловязкая высокоочищенная нефтяная основа СТАЛ-2,5 «А» (ТУ 38. 401202–2000 с присадками).

При прокатке меди используются эмульсионные СОТС, при прокатке жести – маловязкие растительные жиры или синтетические жидкости, а тончайшей жести – масляные смеси.

СОТС ДЛЯ ШТАМПОВКИ МЕТАЛЛОВ – твердое, пластичное или жидкое СОТС, вводимое в зону обработки металлов для обеспечения высокой стойкости штампа, облегчения скольжения металла по контактной поверхности, улучшения пластической деформации металла без его разрушения.

Горячая штамповка. При горячей штамповке различных металлов в качестве СОТС используют минеральные масла в чистом виде или с наполнителями, водные растворы солей, водные и масляные суспензии графита, стеклосмазки, термостойкие эмали, смеси графита с дисульфидом молибдена, пластичными смазками и др. Выбор и применение СОТС зависит от специфических особенностей операции, обрабатываемости металлов и эффективности обработки с применением той или другой среды.

Холодное выдавливание. В процессе холодного выдавливания СОТС должно не только отводить теплоту, но снижать трение и износ и предотвращать налипание металла на инструмент (пуансон и матрицу). СОТС должно создавать защитную пленку между инструментом и заготовкой и эта пленка должна оставаться неповрежденной в процессе обработки (несмотря на высокое давление). В качестве СОТС при холодном выдавливании применяют металлические мыла в виде порошка, пластичные смазки, смесь порошков с пластичными смазками, а также минеральные масла серо-, фосфор-, хлорсодержащими с присадками и с наполнителями (графитом, дисульфидом молибдена и т.п).

При холодном выдавливании цветных металлов, помимо пластичных смазок и восков применяют минеральные масла, содержащие соединения хлора, растительные или животные масла, жирные кислоты. Эти соединения образуют в процессе выдавливания соответствующие мыла металлов, к-рые формируют разделительный слой между инструментом и деталью. Т-ра плавления образующихся мыл должна быть выше т-ры в зоне деформации металла.

Прессование металлов. В качестве СОТС для прессования металлов применяют нефтепродукты с наполнителями, особенно слоистыми, графит и графитсодержащие смазки, а также вещества, плавящиеся в условиях деформации (стекло, шлаки, горные породы, соли и др.).

Глубокая вытяжка. В процессах глубокой вытяжки применяют, обычно, композиции на основе минерального масла. Помимо антикоррозионных и смазывающих добавок, они могут содержать графит, мел, тальк и др. Иногда используют мыльные эмульсии, пластичные СОТС. При глубокой вытяжке труднообрабатываемых материалов также применяют композиции на основе высоковязких масел с добавкой противозадирных присадок (фосфор-, серо- и хлорсодержащих), а иногда и наполнителей. В последнее время при операциях вытяжки и глубокой вытяжки металла используют масла типа *Прелюб*, к-рые одновременно служат для длительной защиты от коррозии бухт и прокатов листовой стали.

Высадка. При выборе СОТС для высадки основное значение должно уделяться его вязкости, смазочным свойствам, смачивающей способности и защитным свойствам.

СОТС ДЛЯ ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ ОБРАБОТКИ – жидкое техническое легко ионизируемое вещество, используемое для заполнения ванны электроэррозионной обработки, для создания такой изоляции между электродами, при к-рой электрический разряд возникает только при малых расстояниях между электродами. СОТС э.о. применяют на операциях резки, снятия с поверхности тонкого слоя металла и чистовой обработки деталей. СОТС э.о. должны иметь минимальную вязкость, обеспечивающую свободное прохождение через рабочий зазор, смывание грата из зоны обработки и эффективный теплоотвод; низкую испаряемость при высокой т-ре вспышки во избежание интенсивного испарения, создающего угрозу пожара, а также химическую инертность во избежании коррозии или воздействия на свойства электродов и образования ядовитых испарений.

Этим требованиям соответствуют высокоочищенные масляные фракции (с низким содержанием ароматических углеводородов) вязкостью 2–4,5 мм²/с при 40°С и электрической проводимостью 10^{-13} Ом/м. При электроискровой обработке очень мелких деталей и с предельно малым рабочим зазором и резке проволочными электродами в качестве диэлектрика часто применяют дистиллированную воду, поскольку она хорошо смывает шлам.

В качестве рабочей жидкости в электроэрозионных станках, напр. используется СОТС Ровел «Диэлектрик», а также жидкости РЖ-3, РЖ-8, РЖ-8У.

СОТС. ПОЛУЧЕНИЕ – см. *Получение СОТС*.

СОТС. ПРИГОТОВЛЕНИЕ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ – см. *Приготовление СОТС при применении*.

СОТС. ПРИМЕНЕНИЕ – см. *Применение СОТС*.

СОТС. СВОЙСТВА – см. *Свойства СОТС и методы их оценки*.

СОТС. ТРЕБОВАНИЯ – см. *Требования к СОТС*.

СОХРАНЯЕМОСТЬ БЕНЗИНА. Характеризуется *индукционым периодом стабильности, суммой продуктов окисления*, гарантийным сроком хранения.

СОХРАНЯЕМОСТЬ ТОПЛИВ – эксплуатационное свойство, определяющее стабильность качества топлив при хранении (ГОСТ 4.25).

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОСКИ ДЛЯ ДАТЧИКОВ ТЕМПЕРАТУРЫ (ТУ 38.40102–81) – специально подобранные смеси *твердых углеводородов*, получаемых путем глубоковакуумного и холодного фракционирования твердого парафина и нефтяного церезина. Применяют для терморегуляторов, обеспечивающих автоматическое поддержание заданных температур различных тепловых систем в интервале 15–102°С. Основным требованием к специальным воскам для заполнения термостатов автомобилей является максимально большое *объемное расширение твердых углеводородов* при плавлении и узкий интервал температур кристаллизации. Этим требованиям удовлетворяют узкие фракции парафиновых углеводородов. В настоящее время С.в.д.т. для термостатов получают вакуумной перегонкой и холодным фракционированием сырья избирательными растворителями.

СПЕЦИФИКАЦИИ МОТОРНЫХ МАСЕЛ ИЗГОТОВИТЕЛЕЙ ТЕХНИКИ. Многие производители автомобилей, тракторов, дорожно-строительной техники и двигателей различного назначения формулируют свои требования к моторным маслам в собственных спецификациях. В большинстве случаев фирменные спецификации изготовителей техники принимают за основу требования классификаций API, ACEA, ILSAC, как базовые требования, дополняя их *стендовыми испытаниями моторных масел* или *эксплуатационными испытаниями моторных масел* в двигателях собственного производства или ужесточая требования упомянутых классификаций, вводя ограничения по реологическим характеристикам масел и их физико-химическим показателям. Аналогичную практику вводят отечественные автомобилестроители. ВАЗ выпускает собственные требования к моторным маслам, основанные на испытаниях в двигателях своего производства (ТТМ 1.97.727–96). Ярославский моторостроительный завод (ОАО «Автодизель») формулирует свои требования к моторным маслам в стандарте предприятия РД 37.319.034–97.

Наиболее распространенные спецификации зарубежных автомобилестроительных компаний приведены в **табл. С-37** и **С-38.**

С-37. Спецификации моторных масел производителей легковых автомобилей и легких транспортных средств

Автопроизводитель	Спецификация	Рекомендуемые классы вязкости по SAE J 300	Особые требования
DaimlerChrysler	MB 229.1 ACEA A3/B3	Любые всесезонные	Сульфатная зольность не более 1,5%. Т-ра застывания -27°С
	MB 229.3 ACEA A3/B4	0W-X, 5W-X	Сульфатная зольность не более 1,5%. Содержание серы не более 0,5%. Т-ра застывания -36°С
	MB 229.31 ACEA C3-04	0W-X, 5W-X, 10W-X	Сульфатная зольность не более 0,8%. Содержание серы не более 0,2%, фосфора - не более 0,08%. Щелочное число 6,0 мг КОН/г. Т-ра застывания -36°С
	MB 229.5 ACEA A3/B4	То же	Сульфатная зольность не более 1,5%. Содержание серы не более 0,5%, фосфора - не более 0,11%. Испаряемость не более 10%. Т-ра застывания -36°С
Ford	M2 C153-G API SJ	Согласно т-ре воздуха	Для бензиновых двигателей и при работе на газе
	M2 C171-C API CHH/SJ	То же	Для бензиновых двигателей и дизелей
Opel	B 040-2095 ACEA A3/B3/B4 (GM-LL-A)	0W-30, 5W-30, 0W-40, 5W-40	Содержание серы не более 0,5%. Щелочное число 10,0 мг КОН/г . Испаряемость по Noack 11,5%
	B 040-2098 ACEA A3/B3/B4 (GM-LL-B-025)	То же	Для дизелей. Содержание серы не более 0,5%. Испаряемость по Noack 11,5%
Volkswagen (Audi, Skoda)	VW 502.00 ACEA A3	0W-X, 5W-X, 10W-X	Сульфатная зольность не более 1,5%. Только для бензиновых двигателей
	VW 505.00 ACEA B3	5W-X, 10W-X, 15W-X, 20W-X, XW-30, XW-40, XW-50. XW-60	Для дизелей
	VW 503.00 ACEA A3	0W-X, 5W-X, 10W-X, XW-30, XW-40	Для бензиновых двигателей. Сульфатная зольность не более 1,5%. Содержание фосфора не менее 0,08%.
	VW 503.01 ACEA A3	То же	То же. Может быть использовано в двигателях с наддувом
	VW 505.01 ACEA A3/B3	5W-30	Для бензиновых двигателей и дизелей
	VW 506.00 ACEA B4	0W-X, 5W-X, 10W-X, XW-30, XW-40	Для дизелей с непосредственным впрыскиванием топлива. Сульфатная зольность не более 1,6%. Содержание фосфора не менее 0,08%
	VW 506.01 ACEA A1/B1	То же	То же

С-38. Спецификации моторных масел крупных производителей грузовых автомобилей

Автопроизводитель	Спецификация, базовый уровень	Рекомендуемые классы вязкости	Особые требования
Cummins	CES 20071 API CH-4	10W-30, 15W-40	Сульфатная зольность не более 1,5%
	CES 20072 ACEA E3	10W-30, 10W-40, 15W-40	Сульфатная зольность не более 1,85%
	CES 20075 API CF-4	Нет ограничений	То же
	CES 20076 API CF-4/SH	XW-30, XW-40	-"-
	CES 20077 ACEA E5	10W-30, 10W-40, 15W-40	-"-
	CES 20078 API CI-4	10W-30, 10W-40	-"-
DaimlerChrysler	MB 227.0/1 ACEA B2/E1	Сезонные и всесезонные	Сульфатная зольность не более 1,8%. Т-ра застывания ≤-27°С
	MB 228.0/1 ACEA B2/E2	То же	Сульфатная зольность не более 2,0%. Т-ра застывания ≤-27°С
	MB 228.2/3 ACEA B2/E3	-"-	То же
	MB 228.5 ACEA E4	Только всесезонные	-"-
	MB 228.51 ACEA E6-04	То же	Сульфатная зольность не более 1,0%. Содержание серы не более 0,3%, фосфора - не более 0,08%. Щелочное число не менее 7,0 мг KOH/г. Т-ра застывания ≤-27°С.
	MB 226.9 ACEA A2/E2-96	15-40	Сульфатная зольность не более 1,0%. Только для двигателей, работающих на газе
DAF	HP 1 ACEA E4/E5	XW-30, маловязкие масла	-
	HP 2 ACEA E4/E5	XW-30, XW-40	Долго работающие масла
MAN	MAN 270 ACEA E2	10W, 20W-20, 30,40	Содержание цинка не менее 0,08%
	MAN 271 ACEA E2	10W-40, 15W-40, 20W-50	То же
	MAN 3275 ACEA E3/E5	5W-X, 10W-X, 15W-X	Сульфатная зольность не более 2,0%. Содержание цинка не менее 0,08%.
	MAN 3277 ACEA E4	5W-X, 10W-X, 15W-X	То же
	MAN 3477 ACEA E6-04	0W-X, 5W-X, 10W-X	Сульфатная зольность не более 1,0%. Содержание серы не более 0,3%, фосфора - не более 0,08%. Щелочное число не менее 10,0 мг KOH/г. Т-ра застывания ≤-40°С для 0W-X, 5W-X. Т-ра застывания ≤-30°С для 10W-X. Т-ра вспышки ≥215°С
	MAN 3271 API CF-4	SAE 30, 40 5W-30, 5W-40, 10W-40, 15W-40, 20W-40, 20W-50	Содержание цинка не менее 0,08%. Сульфатная зольность не более 1,0%. Щелочное число не менее 6,0 мг KOH/г. Только для двигателей, работающих на газе
MACK	EO-L API CG-4	10W-30, 15W-40	-
	EO-M API CH-4	5W-30/40, 15W-40, 10W-30/40	-
	EO-L + API CH-4	То же	-
	EO-N Premium + API CI-4	10W-40W	Вязкость смеси базовых компонентов при 100°С не менее 6,8 мм²/с
Renault V.I.	RD ACEA E3	15W-40	-
	PLD ACEA E4	10W-40, 15W-40	-
	PXD ACEA E4	10W-40, 15W-40	-
	PGD ACEA E3-96	15W-40	Сульфатная зольность не более 1,0%. Щелочное число не менее 6,0 мг KOH/г. Только для двигателей, работающих на газе
Scania	LDF ACEA E4/5 Global DHD-1	XW-40	-
Volvo	VDS-2 ACEA E3	5W-30/40, 15W-40, 10W-30/40	На рынке США соответствует API CG-4
	VDS-3 ACEA E5 или Global DHD-1	То же	На рынке США соответствует API CH-4/CI-4

СПЕЦИФИКАЦИИ ТРАНСМИССИОННЫХ МАСЕЛ. Классификации SAE и API дают общую характеристику трансмиссионных масел, не учитывая всех показателей качества (см. *Классификация трансмиссионных масел SAE*, *Классификация трансмиссионных масел API*). Полные требования к физико-химическим и эксплуатационным свойствам масел и их допустимые предельные значения указывают в спецификациях.

В странах Западной Европы и США автомобильные трансмиссионные масла выпускают по спецификациям двух типов:

- спецификации фирм, производящих автомобили;
- военные спецификации, по к-рым производятся масла для снабжения армии США и НАТО.

Спецификации обоих типов включают требования к физико-химическим и эксплуатационным свойствам масел, определяют объем и методы их испытаний.

Промышленные спецификации распространяются на все виды масел от API GL-1 до API MT-1, военные – только на API GL-4 и API GL-5 (см. *Классификация трансмиссионных масел API*).

По этим спецификациям предусматривается проверка всех показателей качества в полном объеме указанных в них требований.

Наибольшее распространение получили военные спецификации США (**табл. С-39**).

С-39. Военные спецификации трансмиссионных масел США

Год введения	Обозначение спецификации	Примечание
1942	US Federal Government VVL-761	-
1946	MIL-L-2105	Первоначальное обозначение MIL-L-2105B. В настоящее время по этой спецификации выпускаются масла категории API GL-4. Эта спецификация содержит некоторые устаревшие методы испытаний и в ближайшее время планируется ее замена на новую
1958	MIL-L-002105A	Эквивалентна API GL-5
1962	MIL-L-2105B	Первоначальное обозначение MIL-L-002105A
1976	MIL-L-2105C	Эквивалентна API GL-5; включает всесезонные масла и масла SAE 75W
1987	MIL-L-2105D	Отвечает нормативным требованиям по охране здоровья, безопасности и защите окружающей среды
1995	MIL-PRF-2105E	Объединяет требования MIL-L-2105D и API MT-1. Признает необходимость улучшения термической стабильности

Военные спецификации дают описание почти всех требований, предъявляемых к смазочным маслам, к-рые имеются на заправочных станциях в США и большинстве др. стран.

Однако, требования некоторых изготовителей техники выше, чем гарантируемые этими спецификациями. Поэтому основные изготовители техники имеют собственные спецификации на трансмиссионные масла первой заправки. К этим маслам предъявляются дополнительные требования, обеспечивающие специфические характеристики, такие как чистота деталей, работоспособность синхронизаторов, продолжительность ограничения проскальзывания и др.

Тем не менее, чаще всего для первой заправки рекомендуются масла категории API GL-5 по спецификации MIL-L-2105D.

Относительно новая спецификация MIL-PRF-2105E объединяет в себе требования предшествующей ей спецификации MIL-L-2105D и API MT-1. Однако она не приобрела международного статуса в связи с тем, что производители масел в странах, не являющихся членами НАТО, не могли получить допуск на соответствие ее требованиям.

Эта проблема была решена в 1998 г. выпуском SAE спецификации **SAE J 2360,** идентичной MIL-PRF-2105E. Теперь по этой спецификации производитель масла в любой стране мира может получать одобрение на свои масла. Дополнительные требования SAE J 2360 к автомобильным трансмиссионным маслам приведены в **табл. С-40.**

С-40. Дополнительные требования спецификации SAE J 2360

Характеристика	SAE 75W	SAE 80W-90	SAE 85W-140
Вязкость	Согласно SAE J 306		
Т-ра потери подвижности, °С, не выше	-45	-35	-20
Т-ра вспышки, °С, нв ниже	150	165	180

В настоящее время ведется работа по выпуску новых спецификаций. Это спецификация, временно обозначенная PM-1, будет определять требования к маслам для коробок передач с синхронизаторами легковых автомобилей и к маслам для коробок передач с синхронизаторами грузовых автомобилей. С выпуском этих и, возможно, др. спецификаций потребители смогут выбирать и применять необходимые им высококачественные масла.

В России собственные спецификации на трансмиссионные масла пока имеет только один автомобилестроительный завод – АвтоВАЗ. Эти спецификации (так называемые ТТМ ВАЗ) распространяются на три группы масел:

ТТМ ВАЗ 1.97.716 – для всесезонной эксплуатации агрегатов трансмиссии автомобилей ВАЗ всех моделей, за исключением семейства ВАЗ-2108 и ВАЗ-1111(«Ока»);

ТТМ ВАЗ 1.97.728 – для всесезонной эксплуатации коробок передач переднеприводных автомобилей семейства ВАЗ-2108 и ВАЗ-1111(«Ока»);

ТТМ ВАЗ 1.97.729 – для всесезонной эксплуатации агрегатов трансмиссии автомобилей ВАЗ всех моделей (универсальные трансмиссионные масла).

СПЕЦИФИКАЦИЯ МОТОРНОГО МАСЛА – документ, в к-ром производитель техники или эксплуатирующее ее ведомство излагают свои требования к составу и свойствам моторного масла.

СПИРТ – органическое соединение, содержащее гидроксильные группы: одну у одноатомных спиртов, две или несколько у многоатомных спиртов.

СПИРТ ИЗОПРОПИЛОВЫЙ (ИПС) – маловязкая прозрачная жидкость, применяется в качестве *активатора* процесса карбамидной депарафиниза-

С-41. Характеристика спиртов, вовлекаемых в состав автомобильных бензинов

Показатели	Метанол	Этанол	*изо*-Пропанол	*трет*-Бутанол	*изо*-Бутанол	*втор*-Бутанол	*н*-Бутанол
Плотность при 20°С, кг/м³	791,4	789,3	789	787,7	802	806	810
Т-ра кипения, °С	64,5	78,4	82,4	82,5	108,1	99,5	117,5
Содержание кислорода, % масс.	49,9	34,7	26,6	21,6	21,6	21,6	21,6
Теплота испарения, кДж/кг	1183	839,3	672	535,4	578,4	562,4	591,2
Теплота сгорания, кДж/кг	22315	26945	33470	35520	35520	35520	35520
ДНП, кПа	35	17	13	14	8,5	9,7	8,4
Растворимость в воде при 20°С, % об.	Не ограничено				9,0	22,5	7,9
ОЧи	111	108	117	106	108	110	99,6
ОЧм	94	92	95	95	96	98	94
Максимальное содержание в бензине, % об.	3	5	10	7	10	10	10

ции нефтяных фракций. Получают синтезом, для чего пропилен подвергают обработке серной кислотой. Полученную изопропилсерную кислоту подвергают гидролизу с образованием ИПС.

СПИРТ МЕТИЛОВЫЙ (древесный спирт, метанол) – бесцветная легкоподвижная жидкость с запахом, аналогичным запаху этилового спирта. Является растворителем ароматических углеводородов, сернистых и кислородных соединений, входящих в состав нефти и ее фракций. Менее растворимы в С.м. парафиновые и нафтеновые углеводороды. Растворимость углеводородов в С.м. в значительной мере уменьшается с увеличением их ММ.

С.м. смешивается с водой, спиртами, бензолом, уксусной кислотой во всех соотношениях; хорошо растворяет многие органические соединения, но жиры и высшие спирты растворяет слабо. Присутствие С.м. в растворе едкого натра значительно повышает растворимость высших меркаптанов в этом растворе. С.м. применяется в качестве активатора процессов карбамидной депарафинизации. Ядовит. Получают при переработке продуктов сухой перегонки дерева и синтезом из оксида углерода и водорода методом Фишера–Тропша.

СПИРТОВОЕ ТОПЛИВО – одна из разновидностей *альтернативного топлива*. Относится к топливам из возобновляемых источников. Наиболее широко используются низкомолекулярные спирты – метанол, этанол, а также *оксигенатные топлива*, в к-рых низшие спирты, простые эфиры и некоторые высшие спирты вовлекаются в качестве кислородсодержащих добавок (КСД). Основные физико-химические свойства некоторых спиртов приведены в **табл. С-41.**

Использование метанола и этанола как базовых топлив очень ограничено. Это связано с некрыми особенностями их свойств, а именно пониженной теплотой сгорания, низкой энергоплотностью (16 МДж/л для метанола и 21 – для этанола по сравнению с 32 МДж/л для бензина), высокой теплотой испарения, плохими пусковыми свойствами, плохой совместимостью с традиционно используемыми для углеводородных топлив материалами, маслами, низкой воспламеняемостью в дизельных двигателях и др. Эти трудности технически преодолимы, но требуют существенных изменений в системе обращения топлив, конструкции двигателей, вовлечения в спиртовые топлива специальных присадок. Это часто определяет экономическую нецелесообразность перевода на них транспорта, хотя в некоторых странах (напр. Бразилии) такой опыт есть. Во многих странах разработаны долгосрочные программы по применению смесевых топлив, чаще с использованием этанола. При этом оснащение автомобиля специальной топливной системой (FFV – flexible fuel vehicle) позволяет адаптироваться к содержанию этанола в смеси и применять смеси бензина и спирта с различным содержанием спирта.

СПЛАВ АФ-1 (ТУ 38.101595–81) применяют в производстве резинотехнических изделий для защиты от озонного растрескивания. Представляет собой композицию нефтяного и синтетического церезина с твердым парафином.

СПЛАВ СКФ-15 – применяется для покрытия сыров. Содержит твердый парафин для пищевой промышленности, бутилкаучук и вазелины.

СПЛОШНАЯ КОРРОЗИЯ охватывает всю поверхность металла. С.к. бывает равномерной и неравномерной. Равномерная коррозия протекает с одинаковой скоростью по всей поверхности металла; неравномерная – с разной скоростью на различных участках поверхности металла.

СРАБАТЫВАЕМОСТЬ ПРИСАДОК – истощение содержания активных присадок в смазочном масле вследствие его окисления, взаимодействия с продуктами изнашивания и внешнего загрязнения в процессе работы.

СРАБАТЫВАЕМОСТЬ ПРИСАДОК В МОТОРНЫХ МАСЛАХ характеризует интенсивность убывания функционального действия присадок при данной жесткости условий работы масла в двигателе. Присадки срабатываются в результате их расходования на нейтрализацию кислот, участие в процессах разложения или перевода в стабильное состояние первичных продуктов окисления *базового масла*, в результате адсорбции на загрязняющих масло нерастворимых частицах, а также в результате термического разложения. Интенсивность убывания функционального действия присадок зависит в основном от качества применяемого топлива, температурных условий работы масла, эффективности работы масляных фильтров, центрифуг, состава присадок, их термостойкости. Нейтрализующие присадки, содержащие разные металлы, срабатываются в одинаковых условиях с различной скоростью. Она убывает в ряду барий–кальций–магний.

СРЕДНЕЧИСЛОВАЯ МОЛЕКУЛЯРНАЯ МАССА ОЛИГОМЕРОВ (Mn) – средняя ММ олигомеров, соответствующая среднеарифметическому значению, равному сумме произведений каждого значения ММ на число олигомеров, имеющих эту ММ, деленной на общее число молекул. Экспериментально С.м.м.о. α-олефинов определяется *криоскопическим* (или иным термодинамическим) *методом*. Помимо Mn в химии олигомеров применяется понятие **среднемассовая молекулярная масса (Mw)**, к-рая обозначает сумму произведений молекулярных масс каждого олигомера на его долю в общей молекулярной массе. Экспериментально Mw определяется методом рассеивания света.

СРЕДНЕЩЕЛОЧНЫЕ ПРИСАДКИ К МАСЛАМ – зольные моюще-диспегирующие присадки с повышенной щелочностью (120–150 мг KOH/г) благодаря присутствию сверхстехиометрического количества катионов Ca, Ba, Mg и др. металлов. Наиболее широко применяют С.п.м. алкилфенолятного, сульфонатного, алкилсалицилатного типов.

СРЕДНИЙ ДИСТИЛЛЯТ – керосины и газойли, кипящие приблизительно между 150 и 400°C при нормальном атмосферном давлениии имеющие т-ру вспышки в закрытом тигле выше 38°C (ISO 1998).

СРЕДНИЙ РАДИУС ПОР СИЛИКАГЕЛЯ – см. *Структурные характеристики силикагеля*.

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ – технические средства с установленными метрологическими характеристиками, используемые при испытаниях нефти и нефтепродуктов. В классификации технических средств по Рекомендациям МИ 2418–97 С.и. относятся к группе средств, имеющих самостоятельные метрологические характеристики, к-рые в зависимости от способа использования могут подвергаться поверке (самостоятельные средства измерений) или калибровке. Встроенные С.и. аппаратов, установок, стендов, демонтаж к-рых затруднен или невозможен без нарушения целостности и работоспособности их в качестве самостоятельных С.и., поверке не подлежат. Проводится интегральная оценка соответствия аппаратов, установок, стендов требованиям метода испытаний в рамках их аттестации как испытательного оборудования.

Перечень основных С.и., применяемых при испытании нефти и нефтепродуктов – см. *Технические средства испытаний нефти и нефтепродуктов*, **табл. Т-5.**

С.и., применяемые в областях госконтроля и надзора, в том числе приобретенные по импорту, подлежат поверке в соответствии с Правилами ПР 50.2.006–94. Они подлежат сертификационным испытаниям для утверждения типа в соответствии с Правилами ПР 50.2.009–94 "ГСИ. Порядок проведения испытаний и утверждения типа средств измерений" и внесения в Государственный реестр средств измерений РФ, допущенных к применению на территории РФ.

С.и., применяемые в качестве индикатора, поверке не подлежат (ГОСТ 8.513). Перечень таких С.и составляет метрологическая служба предприятия. Она же согласовывает его с территориальными органами Ростехрегулирования в установленном порядке.

Стеклянная мерная посуда и градуированные стеклянные детали аппаратов подлежат первичной поверке при выпуске в соответствии с ГОСТ 8.234. С.и., применяемые для испытаний нефти и нефтепродуктов, не подлежащие поверке, подлежат калибровке в соответ. с Правилами ПР 50.2.016 "ГСИ. Требования к выполнению калибровочных работ". Перечень С.и., подлежащих калибровке, составляет метрологическая. служба предприятия и утверждает в порядке, установленном на предприятии.

В качестве средств для градуировки, поверки, калибровки С.и. применяются эталоны, стандартные образцы состава и свойств нефтепродуктов, аттестованные смеси, индивидуальные вещества, физические эквиваленты свойств веществ и материалов.

По результатам поверки выдается официальное свидетельство о поверке, содержащее номер, период действия свидетельства, заводской номер поверяемого средства измерения, наименование и номер документа на методику поверки, результаты поверки и поверительное клеймо.

Методики выполнения измерений с применением средств измерений общепромышленного и целевого назначения подлежат метрологической аттестации в соответствии с ГОСТ Р 8.563.

СРЕДСТВО ВРЕМЕННОЙ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ – вещество, материал или устройство, обеспечивающее *временную противокоррозионную защиту* (ГОСТ 9.103 ЕСЗКС).

В качестве С.в.п.з. используют *ингибиторы коррозии, консервационные, консервационно-рабочие и рабоче-консервационные масла и смазки, воски, ПИНС, ингибированные полимерные составы и защитные эмульсии, СОТС, ингибированную бумагу* и др. упаковочные материалы, *защитные атмосферы*, создаваемые инертным газом, осушителем или парами *летучего ингибитора*.

С.в.п.з., в том числе упаковочные материалы, применяют в соответствии с требованиями ГОСТ 9.014 и *нормативной документации* на конкретный продукт.

Правильный выбор С.в.п.з с учетом всех возможных факторов (тип изделия, сложность конфигурации, применяемый металл или металлы, условия, в к-рых осуществляется временная противокоррозионная защита) позволяет осуществить эффективную *консервацию* металлоизделия и гарантировать необходимый срок защиты от коррозии.

Классификация С.в.п.з. Существует несколько классификаций С.в.п.з. Широко известна и применяется на практике классификация ГСМ (топлив, масел, смазок, специальных жидкостей нефтяного и ненефтяного происхождения) по защитным свойствам (см. *Классификация горюче-смазочных материалов по их защитным свойствам*).

Классификации С.в.п.з., приведенные в действующих стандартах, учитывают в той или иной степени условия нанесения и применения, вид защитной пленки, характеристику защищаемого объекта и т.д.

В табл. С-42 – С-44 приведена классификация С.в.п.з. согласно ГОСТ Р 9.517 ЕСЗКС.

По условиям применения или по состоянию при нанесении на защищаемую поверхность С.в.п.з. разделяют на виды (**табл. С-42**).

С-42. Виды средств временной противокоррозионной защиты

Вид средства временной противокоррозионной защиты	Характеристика
a	Наносят при т-ре окружающей среды
b	Наносят в расплавленном состоянии
c	Применяют в виде раствора в органическом растворителе
d	Применяют в виде водного раствора
e	Применяют в виде дисперсии (суспензии) или эмульсии
f	Применяют в виде порошка
g	Применяют на носителях
h	Применяют в виде аэрозоли
k	Применяют в виде твердого тела

С-43. Группы средств временной противокоррозионной защиты

Группа средства временной противокоррозионной защиты	Функциональное свойство
1	Защищают изделия из черных металлов и их сплавов
2	Защищают изделия из черных и цветных металлов и их сплавов
3	Обладают многофункциональными свойствами (можно использовать в качестве рабочего средства)
4	Вытесняют воду и электролиты с защищаемой поверхности
5	Препятствуют коррозии от пота рук
6	Обладают фунгицидными (бактерицидными, антисептическими) свойствами
7	Образуют пленки, обладающие низкой адгезией (снимаемые)
8	Образуют пленки, обладающие высокой адгезией
9	Обладают влагопоглощающими свойствами

По функциональным свойствам С.в.п.з. разделяют на группы (**табл. С-43**).

По характеристике покрытия, образуемого на защищаемой поверхности, С.в.п.з. разделяют на классы (**табл. С-44**).

С-44. Классы средств временной противокоррозионной защиты

Класс средства временной противокоррозионной защиты	Характеристика защитного покрытия	Примечание
A	Очень тонкое	Невидимое невооруженным глазом (абсорбционная пленка)
B	Тонкослойное мягкое	Толщина слоя до 20 мкм
C	Тонкослойное твердое	То же
D	Толстослойное мягкое	Толщина слоя более 20 мкм
E	Толстослойное твердое	То же

Существует также классификация по ГОСТ 28549.8 (ИСО 6743/8) смазочных материалов (продукты класса L согласно ГОСТ 28549.0–ИСО 6743/0), в том числе индустриальных масел и родственных продуктов, к-рые обеспечивают временную защиту от коррозии (группа R) и могут применяться в качестве С.в.п.з. (**табл. С-45**).

С-45. Классификация по ГОСТ 28549.8 (ИСО 6743/8) продуктов, используемых для временной защиты от коррозии

Специальные свойства и характер пленки	Категория продукта	Типичное применение
Водоотталкивающая жидкость, к-рая образует тонкую пленку	RA	Машины и основные части между периодами эксплуатации
Жидкость на водяной основе, к-рая образует масляную тонкую пленку	RB	То же
Продукты типа RB, обладающие водовытесняющими свойствами	RBB	-"-
Неразбавленная жидкость	RC	-"-
Продукты типа RC	RCC	-"-
Неразбавленная жидкость	RD	Стальные листы, части металлических полос
Продукты типа RD, обладающие водовытесняющими свойствами	RDD	То же
Жидкость на основе растворителя, к-рая оставляет масляную или пластичную пленку	RE	Стальные трубы, стержни и проволока. Литые детали, детали машин или в полностью разобранном виде
Продукты типа RE, обладающие водовытесняющими свойствами	REE	Гайки, болты, винты, алюминиевые листы
Жидкость на основе растворителя, к-рая образует от парафинистой до сухой пленки	RF	Детали машин в разобранном виде. Алюминиевые листы
Продукты типа RF, обладающие водовытесняющими свойствами	RFF	То же
Жидкость на основе растворителя, к-рая оставляет битумную пленку	RG	Оборудование, работающие в жестком режиме
Жидкость на водяной основе, к-рая образует от вощеной пленки до пластичной пленки	RH	Трубы, проволока и детали машин
Жидкость на водяной основе или на основе растворителя, к-рая оставляет снимаемую корочку	RP	Алюминиевые листы
Пластмассовое покрытие, применяемое в расплавленном виде	RT	Машины и основные детали. Маленькие хрупкие детали
Мягкие или густые пластичные смазки, применяемые разогретыми или холодными	RK	Подшипники. Детали машин.
Неразбавленная жидкость	RL	Стальные листы с покрытием, кроме оловянного покрытия. Листы с цинковым покрытием
Жидкость на основе растворителя и воды, к-рая оставляет парафинистую сухую пленку	RM	Крашеные поверхности. Автомобильные корпуса. Стальные листы с покрытием

Следует отметить, что классификация по ГОСТ 28549.8 (ИСО 6743/8) не нашла широкого применения в практике противокоррозионной защиты и не была учтена при разработке последней классификации С.в.п.з по ГОСТ Р 9.517 ЕСЗКС.

СРОК ВРЕМЕННОЙ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ – предельное время, в течение к-рого обеспечивается *противокоррозионная защита* металлов и изделий в конкретных условиях без их *переконсервации* (ГОСТ 9.103 ЕСЗКС). С.в.п.з. для разных условий хранения и транспортирования зависит от применяемых вариантов *временной противокоррозионной защиты* и может составлять от нескольких дней (кратковременная межоперационная защита заготовок, деталей, полуфабрикатов) до 10 и более лет (долговременная защита металлоизделий, машин, механизмов и металлических конструкций).

СТАБИЛИЗАТОРЫ КОМПЛЕКСНОГО ДЕЙСТВИЯ вводят в топлива, окислительные процессы в к-рых не сводятся только к радикально-цепному окислению, успешно ингибируемому антиоксидантами. К ним относятся топливные фракции деструктивных процессов переработки нефти: пиролиза, коксования, жесткого каталитического крекинга, жидкие продукты переработки каменных углей и сланцев. Они содержат диены, азотсодержащие гетероциклы, полициклические ароматические углеводороды, склонные к реакциям окислительной поликонденсации, диенового синтеза и др. процессам уплотнения, приводящим к образованию осадков и смол. Для стабилизации подобных топлив необходимо использовать композиции ингибиторов различной природы. В общем случае эти композиции содержат антиоксиданты (ингибирующие радикально-цепное окисление углеводородов и радикальную полимеризацию диенов), третичные алифатические амины (нейтрализующие кислоты, к-рые образуются при окислении углеводородов и катализируют окислительную поликонденсацию), деактиваторы металлов. С.к.д. широко исследовались в 1970-1980-е годы, но практика показала, что экономический эффект от их использования невелик, из-за чего широкого применения они не нашли. В России в 1980-е годы была разработана присадка ВЭМС, предназначенная для стабилизации дизельного топлива, содержащего более 5% легкого газойля каталитического крекинга, к-рая также не нашла применения.

СТАБИЛИЗАЦИЯ (ISO 3-008) – процесс выделения легких углеводородных фракций из сырой нефти или бензина для получения продукта с более низкой упругостью паров.

СТАБИЛИЗИРУЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ ПАВ объясняется тремя механизмами:

• поверхностное натяжение при концентрациях ПАВ, меньших определенного значения, снижается до значений, меньших критического;

• возникает стуктурно-механический барьер, препятствующий коалесценции частиц;

• между силами притяжения и отталкивания устанавливается равновесие, или же адсорбционные слои проявляют большую механическую прочность.

СТАБИЛЬНОСТЬ И СОВМЕСТИМОСТЬ ОСТАТОЧНЫХ ТОПЛИВ – показатель оценки качества топлив, т.к. в значительной степени определяет их дальнейшее использование.

Совместимость – способность компонентов топлива или различных его сортов при смешении образовывать однородную смесь.

СТАБИЛЬНОСТЬ ПРИБОРНЫХ МАСЕЛ ПРИ НИЗКОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ. Введение этого показателя связано со специфическими условиями эксплуатации приборных масел. Запуск изделий, в к-рых применяются приборные масла, может осуществляться после длительной выдержки при минимальной рабочей т-ре (–40…–60°С). Поэтому приборные масла должны сохранять исходные свойства при длительном охлаждении. Изменение агрегатного состояния масла под действием холода: образование кристаллов, сгустков, помутнение, затвердевание и т.д., может привести к изменению чувствительности приборов – повышению момента страгивания, заклиниванию, уменьшению времени выбега и т.д., что является недопустимым.

Сущность метода оценки стабильности приборных масел при низкой т-ре заключается в визуальной оценке агрегатного состояния масла после его термостатирования при низкой т-ре. Минимальное время термостатирования 30 ч (методика описана в Комплексе методов квалификационной оценки приборных масел, утвержденном Межведомственной комиссией в 2003 г.). Аналогичный метод используется для оценки низкотемпературной стабильности приборных масел по спецификации MIL-L-6085A.

СТАБИЛЬНОСТЬ ПРОТИВ ОКИСЛЕНИЯ ПЛАСТИЧНОЙ СМАЗКИ характеризует устойчивость смазки к действию кислорода (часто это свойство называют окисляемостью пластичных смазок, антиокислительной стабильностью пластичных смазок или химической стабильностью пластичных смазок), что особенно важно для смазок, применяемых при т-ре выше 100°С. Окисление термостойких смазок является одной из причин, сокращающих срок их службы, поэтому современные многоцелевые и термостойкие смазки содержат антиокислительные присадки. Для повышения стабильности смазок против окисления широко используют амино-фенолсодержащие соединения, азот-, серосодержащие (дитиокарбаматы), фосфорсодержащие (дитиофосфаты) органические продукты. Возможно также применение некоторых гетероциклических соединений и многочисленных производных органических и неорганических кислот.

С.п.о.п.с. определяют по ГОСТ 5734. Сущность метода заключается в окислении смазки, нанесенной тонким слоем на медную пластинку (катализатор), и определении содержания свободных кислот или содержания свободных щелочей в пластичной смазке, образующихся при ее окислении. Медные пластинки (кюветы) со смазкой помещают в горизонтальном положении в стеклянные чашки. Чашки закрывают крышками и ставят на 10 ч в термостат, нагретый до 120±2°С. Во время испытания т-ра поддерживается постоянной.

В исходной смазке и смазке, подвергнутой окислению, определяют массовую долю свободных щелочей или свободных органических кислот по ГОСТ 6707 со следующими дополнениями:

для титрования применяют 0,05 моль/дм^3 раствор соляной кислоты и 0,05 моль/дм^3 раствор гидроксида калия. Растворы смазок, имеющих в составе кальциевые мыла или немыльные загустители, титруют в горячем состоянии.

Стабильность против окисления характеризуется **кислотным числом пластичных смазок** (мг КОН на 1 г смазки):

$$X = K_1 - K_2,$$

где K_1 и K_2 – массовые доли свободных кислот после окисления смазки и до ее окисления соответственно, мг КОН/г.

Если смазка до или после окисления содержит свободные щелочи, то их содержание, выраженное в процентах гидроксида натрия, пересчитывают на эквивалентное кислотное число, выраженное в мг КОН на 1 г смазки (кислотное число берут с обратным знаком). В этом случае 1% гидроксида натрия принимают равным 14 мг КОН.

За результат испытания принимают среднее арифметическое двух определений, допускаемые расхождения между к-рыми не должны превышать значений, указанных в **табл. С-46.** Результаты определения стабильности против окисления менее 0,1 мг КОН/г принимают за отсутствие окисления смазки.

Широко распространена оценка стабильности смазок против окисления при испытании их в бомбе Норма-Гофман (ASTM D 942-IP 142). Смазку окисляют при 100°С и нагрузке 8 Н. О стабиль-

С-46. Допускаемые расхождения результатов

Стабильность смазки (кислотное число), мг КОН/г	Допускаемое расхождение, мг КОН/г
До 1	0,1
Св. 1 до 2	0,2
Св. 2	6% от сред. арифметического

ности смазки против окисления судят по периоду до начала снижения давления кислорода в бомбе (индукционный период) и последующей кинетике его уменьшения.

СТАБИЛЬНОСТЬ РЕАКТИВНОГО ТОПЛИВА ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНАЯ – см. *Термоокислительная стабильность реактивного топлива*.

СТАБИЛЬНОСТЬ РЕАКТИВНЫХ ГЛУБОКООЧИЩЕННЫХ ТОПЛИВ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ХРАНЕНИИ. Высокотермостабильные реактивные топлива марок РТ, Т-8В и Т-6 представляют собой углеводородные фракции, глубоко очищенные от гетероатомных соединений и, следовательно, от естественных ингибиторов окисления. Для предотвращения повышенной окисляемости глубокоочищенных топлив при длительном хранении в них вводят антиокислительные присадки (в топлива РТ, Т-8В и Т-6 – ионол). Эффективность антиокислительной присадки зависит от углеводородного состава топлива, а также от количества и состава оставшихся в нем гетероатомных соединений. В КМКО стабильность глубокоочищенных топлив оценивают изменением термоокислительной стабильности и химической стабильностью по скорости расходования антиокислителя.

Прогнозирование изменения термоокислительной стабильности реактивных топлив при хранении проводят по методу 25 ГосНИИ МО РФ: испытуемый образец топлива непрерывно окисляется в герметично закрытых стеклянных сосудах при 100°С. Устанавливается время окисления топлива до изменения его термоокислительной стабильности сверх допустимого предела. Полученные результаты пересчитывают на прогнозируемое время хранения топлива в натурных резервуарах на складах горючего.

Термоокислительную стабильность после окисления топлива при 100°С определяют с помощью прибора ЦИТО-ММ (см. *Определение термоокислительной стабильности топлива на приборе ЦИТО-ММ*).

Химическая стабильность реактивных топлив определяется по методу ЦИАМ, основанному на измерении скорости образования свободных радикалов при окислении кислородом воздуха глубокоочищенных топлив, не содержащих антиокислительной присадки, и вычислении допустимого срока хранения при контакте с воздухом этих топлив с антиокислительной присадкой.

СТАБИЛЬНОСТЬ СОТС характеризует способность СОТС сохранять свои физико-химические свойства в процессе транспортирования, хранения и эксплуатации. Различают физическую и химическую стабильность СОТС. Показатели физической стабильности СОТС: внешний вид, цвет, плотность, вязкость и др. Химическая стабильность характеризуется склонностью СОТС к химическим превращениям, в часности к окисляемости (для масляных СОТС) и гидролизу (для водосмешиваемых СОТС).

Масляные СОТС и концентраты водосмешиваемых СОТС в основном обладают высокой физической стабильностью при плюсовых и минусовых т-рах. Многие из них выдерживают довольно жесткое испытание на *стабильность СОТС при хранении*; СОТС могут храниться в течении ряда лет без заметного изменения качества, так как процессы окисления и гидролиза в них при хранении в нормальных условиях протекают медленно.

При эксплуатации, когда СОТС нагревается и контактирует с воздухом, процессы окисления протекают значительно быстрее. Окисление масляных СОТС при резании заметно ускоряется за счет каталитического действия обрабатываемых металлов, его окисление может протекать с образованием твердых сажеподобных продуктов.

СТАБИЛЬНОСТЬ СОТС ПРИ НИЗКИХ Т-РАХ определяется по ГОСТ 6343, п. 5. Метод заключается в выдерживании в течение 48 ч концентрата исследуемой жидкости, залитой в пробирку, в холодильной камере при заданной т-ре. Затем жидкость в течении 2 ч выдерживают при т-ре 20±5°С и производят визуальний осмотр ее состояния.

СТАБИЛЬНОСТЬ СОТС ПРИ ХРАНЕНИИ определяется по ГОСТ 6243, п. 6. Концентрат СОТС выдерживают в течение определенного времени при переменных т-рах (от –10 до +40°С), а затем подвергают центрифугированию. После чего визуально оценивают состояние продукта.

СОТС считается выдержавшим испытание при отсутствии выделения осадка или образования различных жидких слоев.

СТАБИЛЬНОСТЬ ОСТАТОЧНЫХ ТОПЛИВ – способность сохранять свой состав и основные свойства в условиях хранения, транспортирования и применения. Нефтяные остатки, согласно современным коллоидно-химическим представлениям, являются дисперсными системами. Асфальтены в них находятся в коллоидно-диспергированном состоянии или выпадают в виде твердой фазы (осадка). Топливо стабильно, если при транспортировании, хранении в течение продолжительного времени или нагреве практически не образуется осадка.

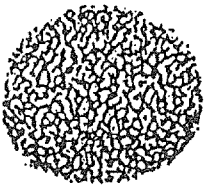
ГОСТ Р 50837.1–8 «Топлива остаточные. Определение прямогонности» включает комплекс методов определения некоторых показателей, характеризующих С.о.т. Стабильность товарных судовых топлив не нормируется в стандартах, но определение ее включено в КМКО для судовых газовых турбин, котлоагрегатов, среднеоборотных и малооборотных дизелей.

Метод пятна (ГОСТ Р 50837.7, ASTM D 4740) – визуальный метод оценки агрегативного состояния асфальтенов в топливе в данный момент времени. Предварительно нагретую и гомогенизированную пробу топлива капают на бумажный фильтр (ватман № 2), выдерживают в сушильном шкафу в течение часа при 100°С. Образовавшееся пятно сравнивают со стандартными (**рис. С-23**).



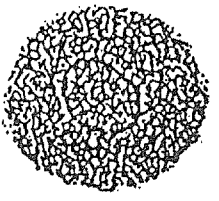
Пятно № 1

Пятно однородное. Отсутствует внутреннее ядро выпавших асфальтенов. Топливо стабильное, не возникает трудностей при его применении



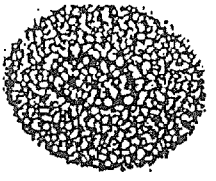
Пятно № 2

Слабое или едва определяемое внутреннее ядро. Минимальное количество выпавших асфальтенов. Топливо стабильное, не возникает трудностей при его применении



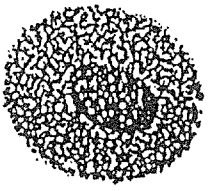
Пятно № 3

Хорошо определяемое тонкое внутреннее ядро. Избыточное количество выпавших асфальтенов. Топливо нестабильное, при применении возможно выпадение осадка.



Пятно № 4

Хорошо определяемое внутреннее ядро, более тёмное и более широкое, чем у пятна *№ 3*. Топливо нестабильное, при применении будет образовываться осадок.



Пятно № 5

Очень твёрдое или почти твёрдое внутреннее ядро. Топливо нестабильное, применение крайне затруднено из-за значительного количества осадка

Рис. С-23. Образцы стандартных пятен

Толуольный эквивалент (ГОСТ Р 50837.3) – характеризует содержание нерастворимых в толуоле компонентов. Метод заключается в растворении испытуемого образца в стандартных смесях толуола и *н*-гептана и последующей визуальной оценке пятен, образованных на фильтре. За толуольный эквивалент принимают среднюю объемную долю толуола в двух растворах с минимальной его концентрацией, один из к-рых образует на фильтре пятно с кольцом внутри, а второй – без кольца. Эквивалент ≤30 – один из критериев стабильности.

Ксилольный эквивалент (ГОСТ Р 50837.4) – характеризует устойчивость остаточных топлив к образованию осадка, особенно при их смешении. Метод заключается в растворении испытуемого образца в стандартных смесях ксилола и *н*-гептана и визуальной оценке пятен, образованных на бумажном фильтре. Ксилольный эквивалент выражается дробным числом: числитель – минимальная концентрация ксилола в *н*-гептане, при к-рой появляется кольцо внутри пятна, знаменатель – концентрация ксилола в *н*-гептане, при к-рой кольцо исчезает. Эквивалент ≤25/30 – один из критериев стабильности.

Общий осадок (ГОСТ Р 50837.6, соответствующий ISO 10307). Нормирование его в отечественных и зарубежных стандартах обусловлено образованием осадка и отложений. Метод определения общего осадка в остаточных топливах состоит из двух частей: горячее фильтрование и использование стандартных процедур старения. Для топлив с вязкостью ≤55 мм²/с при 100°С и для смесей, содержащих остаточные компоненты, общий осадок оценивается после горячего фильтрования. Количество осадка, определенное по этому методу, не должно превышать 0,5% масс. для остаточных топлив и 0,4% масс. для дистиллятных, содержащих остаточные компоненты. Превышение максимального времени фильтрации, установленного в этом методе, для некоторых топлив может быть обусловлено не только наличием значительных количеств нерастворимых органических и неорганических веществ, но и др. причинами.

Неорганический осадок можно определять методом ISO 3735 «Сырая нефть и топлива. Метод определения осадка экстрагированием».

Бромное число фракции остаточных топлив, выкипающей до 360°С, также характеризует С.о.т. Метод регламентируется ГОСТ Р 50837.2, ASTM D 1159. *Бромное число* ≤5 – один из критериев стабильности.

Число пептизации (ГОСТ Р 50837.5) – характеризует устойчивость продукта к флокуляции (образование хлопьев) асфальтенов. Показатель ≥1,9 – один из критериев стабильности.

Флокуляция (образование хлопьев) асфальтенов (ГОСТ Р 50837.8). Определение заключается в растворении пробы топлива в смеси «75% *н*-гептана – 25% ксилола» при нагревании и перемешивании. После охлаждения визуально исследуют пятно на фильтровальной бумаге. Нормируется как «присутствие» или «отсутствие».

Определение общего вида кривой дистилляции при давлении 0,133 кПа. (ГОСТ Р 50837.1, ASTM D 1160). Если графическая зависимость объемной доли фракций от т-ры пологая, испытуемый продукт считают стабильным (прямогонным).

СТАНДАРТ – документ, в к-ром в целях добровольного многократного использования устанавливаются характеристики продукции, правила осуществления и характеристики процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг. Стандарт также может содержать требования к терминологии, символике, упаковке, маркировке или этикеткам и правила их нанесения. Стандарты на нефтепродукты устанавливают, как правило, требования к отдельным классам нефтепродуктов, к конкретным маркам этих продуктов, методам их испытания, правилам отбора проб для проведения испытаний, требованиям по упаковке и транспортированию нефтепродуктов.

СТАНДАРТИЗОВАННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СОСТАВА БЕНЗИНА (показатели ограничения состава) тесно связаны с эксплуатационными свойствами и токсичностью. Современные стандарты ограничивают наличие в бензине некоторых неуглеводородных соединений: свинца, серы, фосфора, марганца, железа, кремния, кислорода и предписывают методы оценки их содержания. Кроме того, введены ограничения на *групповой углеводородный состав бензинов* – общее содержание ароматических и олефиновых углеводородов, а также на содержание канцерогенного соединения – бензола.

Ароматические углеводороды, содержание в бензине (% об.) – показатель, характеризующий склонность бензина к образованию высокотемпературных отложений – *нагара* – в камере сгорания двигателя, а также экологические свойства автомобильных бензинов, в частности, эмиссию с продуктами сгорания.. Методы их определения регламентируются ГОСТ Р 52063, ASTM D 1319, EN 14517.

Олефиновые углеводороды, содержание в бензине (% об.) – показатель, характеризующий склонность бензина к образованию отложений во впускной системе, впускных клапанах, инжекторе, а также экологические свойства автомобильных бензинов, в частности, эмиссию реактивных (озонообразующих) углеводородов и токсичных соединений с парами и продуктами сгорания. При этом наиболее существенное влияние на эмиссию реактивных углеводородов оказывают низкомолекулярные олефиновые соединения. Методы определения регламентируются ГОСТ Р 52063, ASTM D 1319, EN 14517.

Бензол, содержание в бензине (% об.) – показатель, характеризующий экологические свойства автобензинов. Попадание бензола в атмосферу с парами и отработавшими газами тесно связано с его концентрацией в бензине. Методы определения регламентируются ГОСТ 29040, 12177, ASTM D 6730 и др.

Сера, содержание в бензине (% масс., мг/кг) – показатель, характеризующий коррозионную активность, а также экологические свойства, поскольку продукты сгорания сернистых соединений снижают эффективность каталитических систем нейтрализации отработавших газов. Методы определения регламентируются ГОСТ Р 51859, EN ISO 20847, 20884, ASTM D 2622 и др.

Свинец, содержание в бензине (мг/дм^3) – показатель чистоты бензина, характеризующий также экологические свойства автобензинов. Его наличие в отработавших газах повышает их токсичность, снижает эффективность каталитических систем нейтрализации отработавших газов. Методы определения регламентируются ГОСТ 28828 или ГОСТ Р 51942, EN 237, ASTM D 3237 и др.

Кислород, содержание в бензине (% масс.) – показатель, характеризующий экологические свойства бензина, в частности, выбросы оксида углерода и несгоревших углеводородов. Однако при превышении предельного содержания снижается надежность работы двигателя. Методы определения регламентируют ГОСТ Р 52256, EN 1601 или EN 13132.

Оксигенаты, содержание в бензине (% об.) – показатель, характеризующий экологические и эксплуатационные свойства (совместимость с материалами, физическая и фазовая стабильность и др.). Оценивается по содержанию метанола, этанола, изопропилового, изобутилового, *трет*-бутилового спиртов, эфиров (C_{5+}), др. моноспиртов и эфиров с т-ой конца кипения не выше 210°С. Содержание определяется по ГОСТ Р 52256, EN 1601, ASTM D 5845 и др.

Меркаптановая сера, содержание в бензине (% масс.) – показатель, характеризующий коррозионную активность, совместимость с конструкционными материалами. Определяется потенциометрическими методами ГОСТ 17323, ISO 3012, ASTM D 3227 и др.

СТАНДАРТНЫЙ МЕТОД ИСПЫТАНИЯ – метод испытания нефтепродуктов по определению показателя качества, на к-рый дается ссылка в разделе «технические требования» нормативного докумен-

та на конкретную марку нефтепродукта. Если метод испытания стандартизован, т.е. на него разработан стандарт вида «Методы испытаний», то в разделе «Технические требования» дается ссылка на номер стандарта. Если метод испытания не стандартизован, то в разделе «Методы испытаний» нормативного документа на нефтепродукт приводится полный текст этого метода испытания.

СТАНДАРТНЫЙ ОБРАЗЕЦ ПРЕДПРИЯТИЯ – образец состава и свойств продукции предприятия, аттестованный в процессе испытаний по специально разработанной программе и методике аттестации СОП.

Один из способов обеспечения системы качества работы лабораторий – проведение внутрилабораторного контроля результатов испытаний с использованием специальных образцов. В качестве таковых для контроля при испытании нефтепродуктов можно применять стандартные образцы различного уровня: государственные и отраслевые стандартные образцы (ГСО и ОСО), а также стандартные образцы предприятий (СОП). Использование ГСО и ОСО связано с большими финансовыми затратами. В последнее время для установления и подтверждения уровня работы лабораторий (компетентности лаборатории), контролирующей качество товарной продукции (в том числе для целей сертификации), оценку погрешности и внутрилабораторной прецизионности проводят с использованием специально разработанных СОП. Установлены метрологические характеристики СОП: аттестованная характеристика СОП, аттестованное значение характеристики СОП, погрешность аттестованного значения.

Аттестуемая характеристика СОП – величина, характеризующая состав или свойство его материала. Аттестованное значение характеристики СОП – значение характеристики СОП, установленное при его аттестации и указываемое в паспорте. Абсолютная погрешность аттестованного значения характеристики СОП – полуширина интервала, в к-ром погрешность СОП находится с заданной вероятностью $P \geq 0{,}95$.

СОП сопровождаются паспортом и приложенной к нему инструкцией по применению. Паспорт на СОП – документ, содержащий основные сведения, необходимые для его применения (назначение, метрологические характеристики, технические данные, срок годности экземпляра, условия хранения, условия транспортирования).

СОП также может быть использован для проверки и поддержания необходимого технического состояния оборудования, применяемого при испытаниях по стандартизованным методам для аттестации испытательного оборудования (аппаратов, установок).

Испытание СОП при контроле результатов испытаний для определения и подтверждения погрешности лаборатории и внутрилабораторной прецизионности по показателям качества, для к-рых СОП был разработан, проводят в условиях повторяемости в точном соответствии с процедурой, регламентированной в соответствующем стандартном методе испытаний, а также требованиями ГОСТ Р ИСО 5725 и Руководством по качеству испытательной лаборатории. Применение СОП для аттестации испытательного оборудования осуществляется в соответствии с методиками аттестации аппаратов.

Разработка СОП проводится в соответствии с техническим заданием, в к-ром указывается качество используемого сырья, перечень требуемых показателей состава и свойств, диапазоны значений показателей состава (свойства) нефти или нефтепродукта, методы испытаний, требования к установлению значений показателей и погрешности СОП.

СТАНДАРТНЫЙ ОБРАЗЕЦ СОСТАВА И СВОЙСТВ (СО) НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ – средство измерений в виде определенного количества вещества или материала, предназначенное для воспроизведения и хранения размеров величин, характеризующих состав или свойство этого вещества (материала). Значения величин установлены в результате метрологической аттестации и используются для передачи размера единицы при поверке, калибровке, градуировке средств измерений, аттестации методов испытаний и утверждаются в качестве стандартного образца в установленном порядке (ГОСТ 8.315).

В международной практике в области СО состава и свойств веществ и материалов общепринятыми являются термины, рекомендованные Руководством ISO 30:1992 [Рекомендация по метрологии «Стандартные образцы веществ (материалов). Термины и определения»], согласно к-рому применяют приведенные ниже термины и определения.

Стандартный образец (СО), CRM: образец материала (вещества), аттестованный метрологически обоснованной процедурой на одно или несколько свойств, к к-рому прилагается документ, содержащий аттестованные значения этих свойств (аттестованные значения СО) и утверждение о прослеживаемости.

СО являются эталонами. СО могут быть в виде однородного материала или вещества (газ, жидкость, твердое тело) или в виде изделия определенной формы (стружка, проба Эпштейна, покрытие на подложке и т.п.). СО может входить в состав специально изготовленного устройства, напр. вещество известной тройной точки в соответствующей ячейке и др. В качестве материала

(вещества) СО может быть использован референтный материал (RM). Национальный институт по стандартам и технологиям (НИСТ, США) использует SRM (standard refererence material) в качестве аббревиатуры СО.

Аттестуемая характеристика СО – физическая величина, присущая материалу СО, значение к-рой подлежит установлению при аттестации СО. Один тип СО может иметь несколько аттестуемых характеристик, выражающих состав, физические, химические, биологические, технологические, эксплуатационные и др. свойства его материала (вещества), измеряемые как в основных и производных единицах СИ, так и в условных единицах (ОЧ, т-ра вспышки нефтепродуктов в закрытом тигле и т.п.).

«Референтный материал» (вещество) (РМ) – материал (вещество), достаточно однородный и стабильный по отношению к одному или нескольким определенным свойствам, к-рые были установлены в соответствии с его назначением в измерительном процессе. Свойства могут быть количественными или качественными, например, идентичность веществ или видов. Применение может включать градуировку, оценку и контроль качества. РМ может использоваться только для одной цели в данном измерении, напр., если РМ использован для градуировки средства измерений, то контроль точности результатов измерений следует проводить по СО. В качестве возможных синонимов РМ могут быть использованы «образцовое вещество (материал)» (Словарь по метрологии), или «образец сравнения» (ГОСТ 52361). Для РМ вводятся следующие понятия: характеризация РМ (вещества) – установление одного или нескольких значений физических, химических, биологических или технологических свойств материала (вещества), относящихся к его назначению и использованию; согласованное значение РМ – значение физической величины, получаемое в результате межлабораторных испытаний или путем соглашения между соответствующими органами или экспертами. Согласованное значение РМ в результате соответствующих действий сертифицирующего органа может стать аттестованным значением СО.

В аналитической практике СО состава и свойств нефти и нефтепродуктов применяют при внутрилабораторном контроле качества результатов испытаний, аттестации испытательного оборудования в испытательных лабораториях, аттестации методов испытаний, градуировке, поверке и калибровке средств измерений. Разработка, утверждение и регистрация типа СО в Реестре утвержденных типов СО осуществляется в установленном порядке.

Категории СО – признак, определяющий уровень его признания (утверждения) и область применения: межгосударственный СО (МСО), государственный СО (ГСО), СО КООМЕТ, отраслевой СО (ОСО), стандартный образец предприятия (СОП).

Межгосударственный стандартный образец (МСО) – стандартный образец, созданный в порядке сотрудничества в рамках СНГ, признанный в соответствии с правилами, установленными Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации, и применяемый в межгосударственных отношениях и во всех областях народного хозяйства стран, присоединившихся к его признанию (ГОСТ 8.315). Статус МСО присваивается СО, к-рые имеют беспрепятственное применение на территории государств – членов «Соглашения о проведении согласованной политики в области стандартизации, метрологии и сертификации», принятого в 1992 г. в рамках Содружества независимых государств.

Стандартный образец КООМЕТ (СО КООМЕТ) – стандартный образец состава и свойств веществ и материалов Евро-Азиатского сотрудничества государственных метрологических учреждений, разработанные совместно странами – членами КООМЕТ, признанный и допущенный к применению национальными органами по метрологии стран, участвующих в разработке СО.

Государственный стандартный образец (национальный СО, ГСО) – стандартный образец, признанный национальным органом по стандартизации, метрологии и сертификации, применяемый во всех областях народного хозяйства станы, включая сферы распространения государственного метрологического контроля и надзора (ГОСТ Р 8.315).

Отраслевой стандартный образец (ОСО) – стандартный образец, утвержденный органом, наделенным соответствующими полномочиями от Государственного органа управления или объединения юридических лиц, применяемый на предприятиях и в организациях отрасли или юридических лиц, утвердивших СО (ГОСТ 8.315).

Стандартный образец предприятия или организации (СОП) – стандартный образец, утвержденный руководителем предприятия (организации) и применяемый в соответствии с требованиями нормативных документов предприятия (организации), утвердившего СО (ГОСТ 8.315).

Разработкой СО состава и свойств веществ и материалов в России и за рубежом занимаются уполномоченные организации – участники системы ГССО (Государственной службы стандартных образцов веществ и материалов, к-рая функционирует в соответствии с Законом РФ «Об обеспечении единства измерений» от 27 апреля 1993 г. № 4871-1). Эти организации координируют разра-

ботку и производство СО. В настоящее время разработкой и производством стандартных образцов состава и свойств нефти и нефтепродуктов в России занимаются: АНО «НПО «ИНТЕГРСО» (Уфа), ОАО «ВНИИ НП» (Москва), ФГУП ВНИИМ им.Д.И.Менделеева (Санкт-Петербург), ЗАО «НПО «ЭКРОС» и др. ФГУП УНИИМ (Екатеринбург) ведет Государственный Реестр СО и утверждает типы СО. Разработано свыше 200 типов СО состава и свойств нефти и продуктов ее переработки. По планам международного сотрудничества разработаны и утверждены СО, имеющие статус МСО и СО КООМЕТ.

В практике испытательных лабораторий (особенно при введении в действие зарубежного испытательного оборудования) используются СО зарубежного производства. Для применения в повседневной практике они должны быть внесены в государственный реестр СО, допущенных к применению в России. СО состава и свойств выпускаются партиями и сопровождаются документацией утвержденного образца.

Тип СО – совокупность экземпляров (комплектов) стандартного образца одного и того же назначения, изготовляемых из одного и того же вида (марки) вещества (материала), по одной и той же технической документации, устанавливающей технические требования с СО, технологию изготовления и методику аттестации.

Экземпляр СО – отдельная упаковка материала СО в таре, в к-рую он расфасован, или изделие в индивидуальной упаковке, поставляемое потребителю вместе с паспортом экземпляра СО, оформленное этикеткой или имеющее маркировку. Комплект СО – совокупность нескольких (более двух) экземпляров СО, поставляемых с паспортом и применяемых совместно, имеющих разные аттестованные значения одной и той же величины, упорядоченные в пределах определенного диапазона ее значений. Как правило, комплект СО применяют при градуировке приборов в диапазоне их измерений.

Партия СО – совокупность экземпляров или комплектов СО одного типа, изготовленных и аттестованных одновременно и имеющих одинаковые метрологические характеристики.

Метрологические характеристики СО – характеристики, предназначенные для контроля результатов измерений (испытаний), выполненных с применением СО, а также для оценки погрешностей этих результатов. Ими являются аттестованное значение СО, погрешность установления аттестованной характеристики, срок годности. Аттестуемая метрологическая характеристика СО – величина или зависимость двух величин, характеризующих состав и свойство вещества (материала) СО, значение к-рых подлежит установлению при аттестации СО. Большинство СО имеет несколько аттестуемых характеристик. Метрологические характеристики устанавливают в результате метрологической аттестации СО.

Аттестованная характеристика СО – значение аттестуемой характеристики СО, установленное при его аттестации и приводимое в паспорте и других документах на СО с указанием его погрешности.

Погрешность аттестованного значения СО – отклонение аттестованного значения СО от истинного (или опорного) значения аттестуемой характеристики экземпляра СО, а также его части (доли, навески), используемой для измерений.

Срок годности экземпляра СО – интервал времени, исчисляемый с даты выпуска экземпляра СО, в течение к-рого гарантируется соответствие метрологических характеристик СО указанным в паспорте.

Метрологическая аттестация СО – исследование СО для определения его метрологических характеристик в соответствии с программой и (или) методикой аттестации с последующим включением полученных результатов в паспорт СО. В процессе этой аттестации СО устанавливают аттестованное значение СО и погрешность аттестованного значения СО и срок годности экземпляра СО. Метрологическая аттестация СО нефти и нефтепродуктов основана на результатах межлабораторной аттестации (межлабораторных испытаний), в к-рой участвуют не менее 10 испытательных лабораторий.

Межлабораторная аттестация СО – способ аттестации, основанный на использовании результатов независимых измерений (испытаний), выполненных в нескольких лабораториях (ГОСТ 8.532).

Реестр СО – учетный документ для регистрации стандартных образцов любой категории, типы к-рых утверждены (признаны) в установленном порядке. Утвержденные типы ГСО подлежат внесению в Госреестр, к-рый ведет национальный орган по метрологии или другая организация по его поручению. Национальные СО, утвержденные в качестве МСО, КООМЕТ, внесены в реестр МСО и КООМЕТ. Отраслевые СО регистрируются в Отраслевых реестрах; стандартные образцы предприятий СОП регистрируют в реестре СОП (каждая организация формирует свой реестр СОП).

Регистрация типа СО – присвоение номера типу СО в реестре СО. Регистрационный номер СО состоит из обозначения категории на национальном языке, порядкового номера и года утверждения.

Номера в Госреестре, основные типы ГСО и методы их испытаний, для обеспечения к-рых разработаны СО, приведены в **табл. С-47.**

С-47. Номенклатура государственных стандартных образцов (ГСО) состава и свойств нефти и нефтепродуктов

Определяемый параметр или свойство и нормативная документация на метод испытаиия	ГСО	
	Номер в Госреестре или регистрационный номер	Тип
1	2	3
Т-ра вспышки нефтепродуктов в закрытом тигле (углеводороды, масла), ГОСТ 6356, ASTM D 93	4088 4089 4090 4091 4092 8159	ТЗТ-1 ТЗТ-2 ТЗТ-3 ТЗТ-4 ТЗТ-5 ТЗТ-6
Т-ра вспышки нефтепродуктов в закрытом тигле, ГОСТ 6356, ASTM D 93*	09.01.001 09.01.002 09.01.003 09.01.004 09.01.005 09.01.006 09.01.007	ТВЗТ-1 ТВЗТ-2 ТВЗТ-3 ТВЗТ-4 ТВЗТ-5 ТВЗТ-6 ТВЗТ-7
Т-ра вспышки нефтепродуктов в закрытом тигле, ГОСТ 6356, ASTM D 93	7395 8410 8411	CRM 01000-329-51 CRM 01000 CRM 01000
Фракционный состав нефти и нефтепродуктов, ГОСТ 11011	8459	ФС-АРН
Фракционный состав нефти и нефтепродуктов, ГОСТ 2177, ASTM D 86	7947 7948 7949	ФС-1 ФС-2 ФС-3
Фракционный состав нефти и нефтепродуктов, ГОСТ 2177 (метод Б)	8700	ФС ТН
Массовая доля воды (углеводороды), ГОСТ 2477	5760 5761 5762	В-1 В-2 В-3
Массовая доля воды в нефти и нефтепродуктах, ГОСТ 2477, ASTM D 95, ASTM D 4377, ASTM D 1744*	09.04.001 09.04.002 09.04.003 09.04.004 09.04.005 09.04.006	ВН-1 ВН-2 ВН-3 ВН-4 ВН-5 ВН-6
Плотность нефти, ГОСТ 51069, ГОСТ 3900, ASTM D 1298	8156 8157 8158	ПЛ-1 ПЛ-2 ПЛ-3
Плотность жидкости, ГОСТ 3900	8579 8580 8581 8582 8583 8584 8585 8102 8103 8104 8105 8106 8107 8108 8109	РЭП-1 РЭП-2 РЭП-3 РЭП-4 РЭП-5 РЭП-6 РЭП-7 РЭП-8 РЭП-9 РЭП-10 РЭП-11 РЭП-12 РЭП-13 РЭП-14 РЭП-15
Давление насыщенных паров нефтепродуктов, ГОСТ 1756, ГОСТ 28781, ASTM D 323	4093 4094 4095 4096 8573 8574	ДНП-1 ДНП-2 ДНП-3 ДНП-4 ДНП-5 ДНП-6
Абсолютное давление насыщенных паров нефтепродуктов, ГОСТ 1756, ASTM D 323*	09.02.001 09.02.002 09.02.003	АДНП-10 АДНП АДНП
Массовая доля серы, ГОСТ 1437	5482 5483 5484 5485	СУ-1 СУ-2 СУ-3 СУ-4
Массовая доля механических примесей в нефти и нефтепродуктах, ГОСТ 6370	6460 6461 6462 6463	МП-1 МП-2 МП-3 МП-4
Массовая доля механических примесей в нефти и нефтепродуктах, ГОСТ 6370, ГОСТ 10577*	09.06.001 09.06.002 09.06.003 09.06.004	МПН-1 МПН-2 МПН-3 МПН-4
Массовая доля серы в нефти и нефтепродуктах, ГОСТ Р 50442, ASTM D 4294	6666 6667 6668 6669 6670 6671 6672	СРФ-1 СРФ-2 СРФ-3 СРФ-4 СРФ-5 СРФ-6 СРФ-7
Содержание меркаптановой серы в нефтепродуктах, ГОСТ 17323	8415 8416 8417 8418 8419	СМ-0.001-ЭК СМ-0.003-ЭК СМ-0.005-ЭК СМ-0.01-ЭК СМ-0.03-ЭК
Массовая доля серы в минеральном масле, ГОСТ Р 51947	8494 8495 8496 8497 8498	СН-0.200-ЭК СН-1.500-ЭК СН-2.000-ЭК СН-3.000-ЭК СН-4.000-ЭК
Т-ры текучести и застывания нефтепродуктов, ГОСТ 20287, ASTM D 97	7945 7946 8356 8357	ТЗ-1 ТЗ-2 ТЗ-3 ТЗ-4
Т-ра начала кристаллизации нефтепродуктов	8412	CRM 01000-860-51
Т-ра помутнения нефтепродуктов	7397	CRM 01000-815-51
Т-ра застывания нефтепродуктов	7396	CRM 01000-852-51
Массовая доля серы в нефтепродуктах, ГОСТ 19121	5479 5480 5481	СЛ-1 СЛ-2 СЛ-3
Массовая доля серы в нефти и нефтепродуктах, ГОСТ 1437, ГОСТ Р 50442, ГОСТ 19121, ГОСТ 3877, ГОСТ 1431, ASTM D 129, ASTM D 1552, ASTM D 1266	09.05.001 09.05.002 09.05.003 09.05.004 09.05.005 09.05.006 09.05.007 09.05.008 09.05.009 09.05.010 09.05.011	СН-1 СН-2 СН-3 СН-4 СН-5 СН-6 СН-7 СН-8 СН-9 СН-10 СН-11
Массовая доля серы в нефти и нефтепродуктах, ГОСТ Р 51947, ASTM D 4294	8160 8161 8162 8164 8165 8166 8167 8168	СРФБ-1 СРФБ-2 СРФБ-3 СРФБ-5 СРФБ-6 СРФБ-7 СРФБ-8 СРФБ-9
Массовая доля микропримесей серы в нефтепродуктах, ГОСТ 13380	5764 5765 5766 5767 5768	СМ-1 СМ-2 СМ-3 СМ-4/1 СМ-4/2

1	2	3
Массовая доля ароматических углеводородов в нефтепродуктах, ГОСТ 6994	6656 6657 6658 6659	АР-1 АР-2 АР-3 АР-4
Коксуемость нефтепродуктов, ГОСТ 19932 (ИСО 6615)	8069 8070 8071 8072	КК-1 КК-2 КК-3 КК-4
Т-ра начала кристаллизации моторных топлив, ГОСТ 5066	7350 8801	ТК ТНК МТ-1
Массовая концентрация хлористых солей в нефти, ГОСТ 21534	8183 8184 8185 8186 8187 8188	ХС-1 ХС-2 ХС-3 ХС-4 ХС-5 ХС-6
Содержание хлористых солей в нефти и нефтепродуктах, ГОСТ 21534, ASTM D 2547, ASTM D 3230, IP 262*	09.03.001 09.03.002 09.03.003 09.03.004 09.03.005 09.03.006	ХСН-1 ХСН-2 ХСН-3 ХСН-4 ХСН-5 ХСН-6
Зольность нефти и нефтепродуктов, ГОСТ 1461 (ИСО 6245)	8575 8576	ЗЛ-1 ЗЛ-2
Йодные числа светлых нефтепродуктов, ГОСТ 2070	8637 8637 8637 8637 8637	ЙЧ-1/1 ЙЧ-1/2 ЙЧ-1/3 ЙЧ-1/4 ЙЧ-1/5
Концентрация фактических смол в бензинах и авиационных топливах, ГОСТ 1567 (ИСО 6246), ASTM D 381	8644 8645	КФСА КФСБ
Детонационная стойкость (октановое число) бензинов, ГОСТ 511, ГОСТ 8226	8518 8519 8520	ОЧ-1(М) ОЧ-2(И) ОЧ-3(И)
Самовоспламеняемость дизельных топлив (цетановое число), ГОСТ 3122	8577	ЦЧ-1
Коэффициент фильтруемости дизельных топлив, ГОСТ 19006	8612	КФ
Предельная т-ра фильтруемости дизельного топлива на холодном фильтре, ГОСТ 22254	8413	CRM 01000-309-52
Тангенс угла диэлектрических потерь жидких электроизоляционных материалов нефтяного происхождения, ГОСТ 6581	8571 8572	tgδ-1 tgδ-2
Т-ра вспышки нефтепродуктов в открытом тигле, ГОСТ 4333, ASTM D 92	4407 4408 4409 5091 5092 8613 8804	ТОТ-1 ТОТ-2 ТОТ-3 ТОТ-4 ТОТ-5 ТОТ-6 ТОТ-7
Кислотность нефтепродуктов, ГОСТ 5985	8406 8407 8408 8409 8420 8428	К-0,5-ЭК К-1,0-ЭК К-3,0-ЭК К-5,0-ЭК К-0,3-ЭК К-1

Окончание табл. С-47

Кислотное число нефтепродуктов, ГОСТ 5985	8385 8386 8499 8500 8501 8502 8503 8504	КЧ-1 КЧ-2 КЧ-0,02-ЭК КЧ-0,05-ЭК КЧ-0,1-ЭК КЧ-0,3-ЭК КЧ-0,5-ЭК КЧ-1,0-ЭК
Т-ра каплепадения нефтепродуктов, ГОСТ 6793	8425 8426 8427	ТКП-1 ТКП-2 ТКП-3
pH водной вытяжки нефтепродуктов, ГОСТ 6307	8638 8829	ВКЩ-1 ВКЩ-2
Кинематическая вязкость нефтепродуктов, ГОСТ 33 (ИСО 3104)	7127 7128 7129 7130 7131 7132 7133 7134 7135 7136 7137 7138	ВК-21 ВК-22 ВК-23 ВК-41 ВК-42 ВК-43 ВК-51 ВК-52 ВК-53 ВК-101 ВК-102 ВК-105
Вязкость жидкости, ГОСТ 33 (ИСО 3104)	8586 8587 8588 8589 8590 8591 8592 8593 8594 8595 8596 8597 8598 8599 8600 8601 8602 8603 8604 8605 8606	РЭВ-2 РЭВ-5 РЭВ-10 РЭВ-20 РЭВ-30 РЭВ-40 РЭВ-60 РЭВ-80 РЭВ-100 РЭВ-150 РЭВ-200 РЭВ-300 РЭВ-600 РЭВ-1000 РЭВ-2000 РЭВ-4000 РЭВ-6000 РЭВ-10000 РЭВ-30000 РЭВ-60000 РЭВ-100000
Вязкость нефтепродуктов	7399	CVS 01000-445 (набор)
Условная вязкость нефтепродуктов, ГОСТ 6258	8543	$ВУ_t$
Содержание щелочей в нефтепродуктах (общее щелочное число), ГОСТ 11362	6660 6661 6662 6663 6664 6665	ЩЧ-1 ЩЧ-2 ЩЧ-3 ЩЧ-4 ЩЧ-5 ЩЧ-6
Т-ра хрупкости нефтяных битумов, ГОСТ 11507	8228 8229 8230	ТХБ-1 ТХБ-2 ТХБ-3
Глубина проникания иглы в битумы, ГОСТ 11501	7089 7090	ГПИ-3 ГПИ-4
Т-ра размягчения по кольцу и шару, ГОСТ 11506	8492 8493	ТКиШ-1 ТКиШ-2

* В этой строке таблицы указаны номера в реестре эталонных материалов ФГУП "ВНИИМ им. Д.И.Менделеева" 2004 г.

С-48. Номенклатура межгосударственных стандартных образцов состава и свойств (МСО) нефти и нефтепродуктов

Определяемый параметр или свойство нефти и нефтепродукта	МСО	
	Номер в реестре МСО / в реестре РФ	Тип
Массовая доля воды в нефти и нефтепродуктах, ГОСТ 2477	0319:2002/7928	ВН-0,1-ЭК
	0320:2002/7929	ВН-0,5-ЭК
	0321:2002/7930	ВН-1,0-ЭК
	0322:2002/7931	ВН-1,5-ЭК
	0323:2002/7932	ВН-2,0-ЭК
	0324:2002/7933	ВН-5,0-ЭК
Содержание хлористых солей в нефти и нефтепродуктах, ГОСТ 21534	0313:2002/7897	ХСН-5-ЭК
	0314:2002/7898	ХСН-10-ЭК
	0315:2002/7899	ХСН-50-ЭК
	0316:2002/7900	ХСН-100-ЭК
	0317:2002/7901	ХСН-300-ЭК
	0318:2002/7902	ХСН-900-ЭК
Массовая доля механических примесей в нефти и нефтепродуктах, ГОСТ 6370	0308:2002/7855	МПН-0,005-ЭК
	0309:2002/7856	МПН-0,015-ЭК
	0310:2002/7857	МПН-0,050-ЭК
	0311:2002/7858	МПН-0,250-ЭК
	0312:2002/7859	МПН-1,000-ЭК
Т-ра текучести и застывания, ГОСТ 20287, ASTM D 97	0326:2002/7945	ТЗ-1
	0327:2002/7946	ТЗ-2
Т-ра вспышки в закрытом тигле (углеводороды) - набор ТЗТ, ГОСТ 6356	Набор 0251:2001/4088	Набор ТЗТ-1
	0251:2001/4089	ТЗТ-2
	0251:2001/4090	ТЗТ-3
	0251:2001/4091	ТЗТ-4
	0251:2001/4092	ТЗТ-5
Т-ра вспышки в открытом тигле (углеводороды, масла), ГОСТ 4333	Набор 0252:2001/4407	Набор ТОТ-1
	0252:2001/4408	ТОТ-2
	0252:2001/4409	ТОТ-3
	0252:2001/5091	ТОТ-4
	0252:2001/5092	ТОТ-5
Давление насыщенных паров газо-жидкостной равновесной системы (углеводороды), ГОСТ 1756, ASTM D 323-99a	Набор 0253:2001/4093	Набор ДНП-1
	0253:2001/4094	ДНП-2
	0253:2001/4095	ДНП-3
	0253:2001/4096	ДНП-4

С-49. Номенклатура стандартных образцов КООМЕТ (СО-КООМЕТ) состава и свойств нефти и нефтепродуктов

Определяемый параметр или свойства	СО-КООМЕТ		
	Номер ГСО	Номер в реестре КООМЕТ	Тип
Т-ра вспышки в открытом тигле (углеводороды, масла)	4407-89	0043-2005-RU	ТОТ-1
	4408-89	0044-2005-RU	ТОТ-2
	4409-89	0045-2005-RU	ТОТ-3
	5091-89	0046-2005-RU	ТОТ-4
	5092-89	0047-2005-RU	ТОТ-5
Т-ра вспышки в закрытом тигле (углеводороды)	4088-97	0048-2005-RU	ТЗТ-1
	4089-97	0049-2005-RU	ТЗТ-2
	4090-97	0050-2005-RU	ТЗТ-3
	4091-97	0051-2005-RU	ТЗТ-4
	8159-2002	0052-2005-RU	ТЗТ-6
Массовая доля серы в нефтепродуктах	5479-90	0053-2005-RU	СЛ-1
	5480-90	0054-2005-RU	СЛ-2
	5481-90	0055-2005-RU	СЛ-3

Примечание. Координаторы работ по разработке СО КООМЕТ – ОАО "ВНИИ НП", АНО "НПО "ИНТЕГРСО"

С-50. Номенклатура отраслевых стандартных образцов состава и свойств (ОСО) нефти и нефтепродуктов

Определяемый параметр или свойства и нормативные документы на метод испытания	ОСО	
	Номер в отраслевом реестре	Тип
Массовая доля свинца в бензине, ГОСТ 28828	53-89	СБ-1
	159-90	СБ-2
Содержание МТБЭ в бензине, ОСТ 153-39.2-004-00	185-2000÷187-2000	МТБЭ-1 – – МТБЭ-3
Содержание моющих свойств по ПЗВ, ГОСТ 5726	188-2000÷189-2000	ПЗВ-1 – – ПЗВ-2
Состав *н*-алканов в дизельных фракциях	193-2003÷199-2003	НА ДС-1 – – НА ДС-7

В **табл. С-48 – С-50** представлена соответственно номенклатура МСО, СО КООМЕТ и ОСО.

СТАНДАРТЫ НА НЕФТЬ, ПОДГОТОВЛЕННУЮ К ТРАНСПОРТИРОВАНИЮ И ПЕРЕРАБОТКЕ. В России существуют два стандарта, в к-рых отражены потребительские свойства нефти – ГОСТ 9965 и ГОСТ Р 51858.

ГОСТ 9965 (**табл. С-51**) распространяется на нефть, поставляемую нефтеперерабатывающим предприятиям и предназначенную для переработки и не распространяется на нефти, уникальные по физико-химическому составу. В зависимости от степени подготовки устанавливаются три (I, II, III) группы нефти.

По содержанию серы нефти подразделяют на три класса: 1 – малосернистые (до 0,60%), 2 – сернистые (от 0,61 до 1,80%), 3 – высокосернистые (более 1,80%).

По плотности при 20°С каждый класс нефти подразделяют на три типа: 1 – легкие (до 850 кг/м³), 2 – средние (851–885 кг/м³), 3 – тяжелые (более 885 кг/м³).

Условное обозначение нефтей состоит из трех цифр, соответствующих классу, типу и группе.

С-51. ГОСТ 9965. Технические требования к нефти, подготовленной для переработки

Показатели	Группа нефти		
	I	II	III
Концентрация хлористых солей, мг/дм³, не более	100	300	900
Массовая доля воды, %, не более	0,5	1,0	1,0
Массовая доля механических примесей, %, не более	0,05		
ДНП, кПа (мм рт.ст.), не более	66,7 (500)		

С-52. Типизация нефти по плотности (согласно ГОСТ Р 51858)

Показатель	Тип нефти									
	0		1		2		3		4	
	РФ	экспорт	РФ	экспорт	РФ	экспорт	РФ	экспорт	РФ	экспорт
Плотность, кг/м^3, при:										
20°С	≤830,0		830,1-850,0		850,1-870,0		870,0-895,0		>895,0	
15°С	≤833,7		833,8-853,6		853,7-873,5		873,6-898,4		>898,4	
Выход фракций, %, не менее, при т-ре:										
200°С	–	30	–	27	–	21	–		–	
300°С	–	52	–	47	–	42	–		–	
Массовая доля парафина, %, не более	–	6	–	6	–	6	–		–	

С-53. Группы нефти по степени ее подготовки к транспортированию (согласно ГОСТ Р 51858)

Показатели	Группа нефти		
	I	II	III
Массовая доля воды, %, не более	0,5	0,5	1,0
Массовая концентрация хлористых солей, мг/дм^3, не более	100	300	900
Массовая доля механических примесей, %, не более	0,05		
ДНП, кПа (мм рт.ст.), не более	66,7 (500)		
Массовая доля органических хлоридов во фр.<204°С, ppm, не более	10		

С-54. Классификация нефти по содержанию серы (согласно ГОСТ Р 51858)

Класс нефти	Нефть	Массовая доля серы, %
1	Малосернистая	≤0,60
2	Сернистая	0,61-1,80
3	Высокосернистая	1,81-3,50
4	Особо высокосернистая	>3,50

С-55. Виды нефти (согласно ГОСТ Р 51858)

Массовая доля, ppm, не более	Вид нефти	
	1	2
Сероводорода	20	100
Суммы метил- и этилмеркаптанов	40	100

ГОСТ Р 51858 распространяется на нефти, подготовленные нефтегазодобывающими и газодобывающими предприятиями к транспортированию по магистральным нефтепроводам, наливным транспортом для поставки потребителям России и на экспорт. По этому стандарту нефть разделяют на классы, типы, группы и виды в зависимости от физико-химических свойств, степени подготовки, содержанию сероводорода и легких меркаптанов. Условное обозначение нефти состоит из четырех цифр, соответствующих классу, типу, группе, виду с указанием настоящего стандарта. При поставке нефти на экспорт к обозначению типа добавляется индекс «э».

По плотности, а при поставке на экспорт дополнительно по выходу фракций и содержанию парафина, нефть разделяют на пять типов (**табл. С-52**): 0 – особо легкая, 1 – легкая, 2 – средняя, 3 – тяжелая, 4 – битуминозная.

По степени подготовки нефть разделяют на три группы (**табл. С-53**).

В зависимости от содержания серы нефть разделяют на 4 класса (**табл. С-54**).

По содержанию сероводорода и легких меркаптанов нефть разделяют на два вида (**табл. С-55**).

СТАРЕНИЕ МОТОРНЫХ МАСЕЛ – совокупность процессов, сопровождающихся изменением состава и свойств работающего в двигателе масла, причем большинство изменений влечет за собой снижение *работоспособности масла*. Наиболее значимые процессы старения – окисление масла под действием высокой т-ры, окисляющей среды и катализаторов – продуктов изнашивания и коррозии; загрязнение продуктами неполного сгорания топлива, пылью; истощение эффективного действия присадок, расходуемых на реакции нейтрализации, диспергирование загрязнений, ингибирование окислительных процессов; *разжижение масла топливом*; механическая и термическая деструкция вязкостных присадок; испарение легких фракций базового масла. Даже стойкие к старению *долгоработающие моторные масла* утрачивают работоспособность и перестают выполнять свои функции в полном объеме.

СТЕНДОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ МОТОРНЫХ МАСЕЛ – испытания в двигателях, установленных на тормозных стендах.

СТЕПЕНЬ ЗАЩИТЫ – оценка эффективности выбранного метода защиты от коррозии (ГОСТ 5272).

СТЕПЕНЬ ОЛИГОМЕРИЗАЦИИ – число мономерных звеньев в молекуле олигомера.

СТЕПЕНЬ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ – число мономерных звеньев в молекуле полимера.

СТЕПЕНЬ СЖАТИЯ. В двигателе внутреннего сгорания отношение объемов над поршнем при его положении в нижней и верхней мертвых точках.

СТИРОЛ – жидкость, кипит при 145°С, легко полимеризуется, образуя высокомолекулярные соединения состава $(C_8H_8)_n$, известные под названием полистиролов. При совместной полимеризации стирола и бутадиена получают ценные сорта синтетического каучука, а также полупродукты для выработки вязкостных присадок.

СТОЙКОСТЬ МОТОРНОГО МАСЛА К МЕХАНИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ – см. *Деструкция загущающих присадок*.

СТОЙКОСТЬ МОТОРНОГО МАСЛА К ОКИСЛЕНИЮ – одно из важнейших его эксплуатационных свойств. Характеризует антиокислительные свойства масла, к-рые зависят от хим. состава базового масла и эффективности добавленных к нему присадок.

СТОЙКОСТЬ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК К АНТИОБЛЕДЕНИТЕЛЬНЫМ ЖИДКОСТЯМ определяют по методу FTMS 5410, сходному с методом оценки растворимости смазки в топливе (FTMS 5414) (см. *Стойкость пластичных смазок к топливам*). Вместо растворителя в пробирку заливают 100 мл антиобледенительной жидкости по спецификации MIL-A-8243. Центрифугирование проводят на центрифуге при частоте вращения 1800 мин$^{-1}$ с эффективным радиусом 190 мм. Осветленную жидкость из пробирки пропускают через пористый стеклянный фильтр. Смазку, сохранившуюся на стенках пробирки, и фильтр трижды промывают свежей антиобледенительной жидкостью (порциями по 25 мл) и затем отмывают от жидкости водой. Пробирку и фильтр сушат 1 ч при 100±2°С, после чего взвешивают. Растворимость смазки P, %, вычисляют по формуле:

$$P = (A–B–C)\cdot 100/A,$$

где A – исходная навеска смазки в пробирке; B и C – массы сухого остатка в пробирке и на фильтре соответственно.

Испытание повторяют дважды.

СТОЙКОСТЬ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК К ЖИДКОМУ КИСЛОРОДУ – важнейшая характеристика антифрикционных кислородостойких пластичных смазок. В России этот показатель оценивают на специальном оборудовании (см. *Антифрикционные кислородостойкие пластичные смазки*).

В США для оценки стойкости смазок к жидкому кислороду используется специализированный метод оценки взрывоопасности смазки ASTM D 2512, к-рый предусматривает оценку совместимости пластичных смазок с жидким кислородом и основан на испытании стойкости ее к удару в среде жидкого кислорода. Поскольку жидкий кислород пожаро- и взрывоопасен, а его попадание на кожу приводит к тяжелым последствиям, в стандарте большое внимание уделено технике безопасности. Установка должна быть размещена в огнестойком боксе, достаточно прочном, чтобы защитить персонал от возможных взрывов. Предписано применение спецодежды, очков. Даны указания по тщательной промывке и обезжириванию всех деталей, соприкасающихся с жидким кислородом и т.д.

СТОЙКОСТЬ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК К ТОПЛИВАМ – свойство, характерное для бензиноупорных пластичных смазок. Как правило, смазки при работе не соприкасаются с топливами и др. углеводородными средами. Однако те из них, к-рые применяют в аппаратах, перекачивающих углеводороды, должны быть устойчивы к ним.

Стойкость пластичных смазок к топливам оценивают по ГОСТ 7171, п. 9 на бензиноупорную смазку, к-рым предусмотрено определение растворимости смазки в смеси бензина (85%) и бензола (15%). Около 1 г смазки наносят тонким слоем на алюминиевую пластинку 20х20 мм. Последнюю выдерживают 24 ч при 20±5°С в стакане с 40 мл растворителя. Через 2, 4 и 6 ч с момента начала испытания растворитель пятикратно взбалтывают. По окончании испытания растворитель отфильтровывают и определяют массу сухого остатка на фильтровальной бумаге.

В США такие смазки подвергаются испытаниям по стандарту FTMS 5414. В нем описаны количественный и качественный методы оценки растворимости смазки. В обоих случаях используется стандартный растворитель по спецификации TT-S-735, type 2.

Для определения растворимости примерно 2 г смазки, взвешенной с точностью 0,2 мг, размазывают тонким слоем по внутренней поверхности пробирки от центрифуги объемом 200 мл. В пробирку заливают 100 мл растворителя, закупоривают ее пробкой и устанавливают на вибрационную площадку (частота 1350 циклов/мин, амплитуда около 40 мм). Через 30 мин пробирку снимают и устанавливают в центрифугу (650 мин$^{-1}$, диаметр между внешними концами пробирок 405 мм). Возможно использование центрифуг другого размера. Центрифугирование продолжают до полного разделения фаз и осветления жидкости. Во взвешенную испарительную чашку пипеткой переносят 50 мл прозрачной жидкости из пробирки и нагревают чашку на паровой бане до испарения жидкости. Остатки растворителя удаляют в течение 30 мин при 100°С в сушильном шкафу. Количество сухого остатка определяют взвешиванием с точностью до 0,2 мг. Растворимость смазки P выражают в процентах:

$$P = 200A/B,$$

где A – масса сухого остатка; B – навеска смазки.

Стойкость смазки к растворителю оценивают и качественно. В пробирку на высоту 25 мм наливают растворитель. В него наполовину погружают алюминиевую пластинку размером 50x12,5x0,5 мм, с двух сторон покрытую смазкой. Пробирку закрывают пробкой и оставляют на 8 ч при комнатной (около 25°С) т-ре. Затем пластинку осторожно вынимают из пробирки, однократно погружают в чистый растворитель и осматривают. Глядя на влажный слой смазки, фиксируют его набухание, появление пузырей, потерю сцепления с пластинкой и т. п. После высыхания в течение 24 ч при комнатной т-ре осмотр повторяют.

СТОЙКОСТЬ СОТС – свойство СОТС сохранять свои характеристики в течение заданного периода времени при хранении, транспортировании и эксплуатации.

СТРУКТУРНАЯ КОРРОЗИЯ обусловлена структурной неоднородностью металла или сплава (ГОСТ 5272). При этом происходит ускорение процесса разрушения металла из-за повышенной активности какого-либо компонента металла или сплава.

Различают **межкристаллитную** и **избирательную коррозию** (ГОСТ 5272).

Межкристаллитная коррозия (*Ндп.* термин «Интеркристаллитная коррозия») – коррозия, распространяющаяся по границам кристаллитов (зерен) металла.

При избирательной коррозии (*Ндп.* термин «Селективная коррозия») разрушается одна структурная составляющая или один компонент сплава. Избирательная коррозия серого литейного чугуна, протекающая вследствие растворения ферритных и перлитных составляющих с образованием относительно мягкой массы графитного скелета без изменения формы, называется графитизацией чугуна. Избирательное растворение латуней, приводящее к обеднению сплава цинком и образованию на поверхности губчатого медного осадка, называется обесцинкованием.

СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК – см. *Реология пластичных смазок*.

СТРУКТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИЛИКАГЕЛЯ. К С.х.с. относятся удельная поверхность, суммарный объем пор и средний радиус пор.

Удельную поверхность силикагеля оценивают по изменению концентрации толуола в его смеси с изооктаном в результате контакта с навеской адсорбента. Измерения проводят с помощью рефрактометра. Силикагель измельчают, отбирают фракцию 0,25–0,5 мм и прокаливают ее в муфеле при 200°С в течение 2 ч. Затем навеску адсорбента (1±0,01 г) помещают в герметичную пробирку или ампулу и приливают из микробюретки точно 2 мл смеси 40% толуола и 60% изооктана. Показатель преломления исходной смеси должен быть в пределах 1,4328–1,4330. Адсорбционное равновесие устанавливается через 3 ч. Далее определяют коэффициент преломления раствора при 20°С. Точное количество адсорбента и раствора устанавливают путем последовательного взвешивания пустой ампулы, ампулы с адсорбентом и раствором. Количество адсорбированного толуола, моль/г, составляет:

$$a_т = V\rho_т \cdot (n^{20}_{Дисх.} - n^{20}_{Дкон.})/g \cdot 100K \cdot M \cdot (1-c),$$

где V – объем исходного раствора, приливаемого к навеске адсорбента, мл; $\rho_т$ – плотность толуола при т-ре опыта (обычно 20°С), г/л; $n^{20}_{Дисх.}$, $n^{20}_{Дкон}$ – коэффициенты рефракции растворов до и после адсорбции соответственно; g – масса навески адсорбента, г; K – изменение коэффициента рефракции при изменении концентрации толуола в растворе на 1% об. (K=0,001054); M – молекулярная масса толуола; c – объемная доля толуола в растворе (c=0,4).

Удельная поверхность (м²/г) определяется по формуле $S = a_т N_A \omega_m 10^{-18}$, где N_A – число Авогадро, ω_m – размер площадки молекулы адсорбата на поверхности адсорбента.

В итоге $S = 47400(V/g)(n^{20}_{Дисх.} - n^{20}_{Дкон})$.

Суммарный объем пор силикагеля. В бюкс с крышкой вводят 0,2–0,5 г сухого адсорбента (фр. 0,25–0,50 мм). Пустой бюкс и бюкс с навеской взвешивают на аналитических весах с точностью до 0,0001 г. Затем бюкс без крышки помещают на фарфоровую подставку эксикатора, нижняя часть к-рого заполнена бензолом с 4–5 мл спирта. Взвешивание проводят через каждые 8–24 ч, пока масса не стабилизируется. Далее рассчитывают суммарный объем пор $V_\Sigma = \Delta g/g \cdot \rho_б$, где Δg – привес адсорбента за счет поглощения бензола, г; g – масса навески адсорбента, г; $\rho_б$ – плотность бензола при 20°С (0,876 г/мл).

Средний радиус пор силикагеля (нм) определяют на основе двух показателей адсорбента: суммарного объема пор V (см³/г) и удельной поверхности S (м²/г): $R_{ср} = 2 \cdot 10^3 \cdot V_\Sigma/S$.

СТРУКТУРНЫЙ КАРКАС ПЛАСТИЧНОЙ СМАЗКИ – твердая фаза двухфазной гетерогенной высоко- и связнодисперсной коллоидной системы, состоящая обычно из анизометричных в одном или двух измерениях дифильных, лиофобных или лиофилизированных частиц различной формы, образующих неупорядоченную пространственную сетку, пронизывающую дисперсионную среду во всех направлениях и придающую всей системе определенную механическую прочность (сотни Па) и способность удерживать жидкую фазу за счет высокой удельной межфазной энергии и большой площади поверхности раздела между фазами.

Прочность структурного каркаса пластичной смазки зависит от концентрации, размера, степени анизометричности и лиофобности дисперсных частиц, наличия ПАВ, предварительной механической обработки, т-ры и других факторов. Прочность структурного каркаса мыльной смазки определяется процессом *мицеллообразования*, являющегося начальной стадией структурообразования и формирования *мицеллярной системы*.

Поскольку большинство молекул мыл, входящих в состав пластичных смазок, имеет длинную цепь или составляют каркас из повторяющихся единиц, разумной моделью структурного каркаса пластичной смазки можно считать «вареную лапшу» (**рис. С-24**). Отдельные «лапшинки» могут

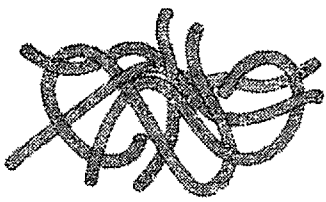


Рис. С-24. Схематическое изображение анизометричных частиц (мыльных волокон), составляющих структурный каркас мыльных смазок

быть короткими, длинными, свернутыми в спираль, прямыми или извивающимися; они могут соприкасаться различными способами, причем в зависимости от этого будет изменяться их взаимодействие. Взаимодействие между отдельными «лапшинками» в мыльных смазках может осуществляться только путем соприкосновения метиленовых групп соседних частиц. Сила взаимодействия на одну CH_2-группу невелика и составляет около 4 ккал/моль (в мицеллах между полярными группами сила взаимодействия равна около 30 ккал/моль). Однако с увеличением площади контакта между «лапшинками» когезионные силы возрастают пропорционально (аддитивность когезионного взаимодействия).

Микрореологической моделью структурного каркаса смазки типа «вареная лапша» является двучленное уравнение $\eta_э = a_1 M + a_2 M^n$, где $\eta_э$ – эффективная вязкость; M – среднее число молекул в частице; a_1, a_2 и n – коэффициенты, причем $n>1$.

В этом уравнении первый член отражает вклад межмолекулярного взаимодействия отдельных «лапшинок», а второй характеризует специфичную для таких сильно анизотропных частиц способность к переплетению, к-рая вносит значимый вклад только при весьма значительной длине частиц.

СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ – процесс образования пространственной структуры из первичных частиц дисперсной фазы и их агрегатов путем их соединения с резким увеличением прочности системы. В результате С. свободнодисперсная система переходит в связнодисперсную. Появление и характер структур, как правило, определяют по механическим свойствам систем, важнейшими из к-рых для пластичных смазок являются вязкость и прочность. Так как эти свойства непосредственно связаны со строением, структурой тел, то их часто называют структурно-механическими или реологическими.

СУДОВОЕ ТОПЛИВО – см. *Остаточное топливо*.

СУКЦИНИМИД – имид янтарной кислоты, пирролиндион-2,5. Бесцветные кристаллы, т-ра плавления – 126°С, кипения – 228°С, растворим в воде и спирте. Используется в качестве диспергирующей присадки к моторным маслам.

СУКЦИНИМИДНЫЕ ПРИСАДКИ К МАСЛАМ – беззольные диспергирующие присадки к маслам. С.п.м. представляет собой концентрат высокомолекулярного алкенилимида янтарной кислоты в масле.

С.п.м. получили широкое распространение в конце 60-х годов XX столетия благодаря высоким диспергирующим свойствам, что достигается характерной особенностью их строения (наличие в молекуле олефильной части – длинного углеводородного радикала, обеспечивающего растворимость и диспергирующую способность, и полярной части – остатка полиалкиленполиамина или сложноэфирной группировки).

Получение сукцинимидных присадок включает две стадии:

- получение алкенилянтарного ангидрида взаимодействием полиолефинов (обычно полиизобутиленов с ММ=900–2500) с малеиновым ангидридом;
- взаимодействие алкенилянтарного ангидрида с полиамином.

Применяя различные технологические приемы, получают моно- и бис-сукцинимиды, а также их модификации, содержащие бор или металлы переменной валентности, что повышает термическую стабильность присадок и придает им дополнительные функциональные свойства (антиокислительные, противоизносные, антифрикционые и др.).

Благодаря высоким эксплуатационным свойствам современных С.п.м. применение их в моторных маслах различного назначения значительно расширилось. В связи с этим объемы производства отечественных сукцинимидных присадок СД-73, К-51, С-5А в ближайшие годы возрастут, при этом ассортимент пополнится более эффективными С.п.м.

СУЛЬФАТНАЯ ЗОЛЬНОСТЬ – см. *Зольность сульфатная.*

СУЛЬФИДЫ – соединения серы с металлами, а также с более электроположительными металлами (неорганические сульфиды). Природные С. – исходное сырье для получения металлов. Органические С. содержатся в неочищенной нефти в качестве примесей.

СУЛЬФОКИСЛОТЫ – органические ПАВ общей формулы RSO_3H, состоящие из углеводородного радикала и сульфогруппы. Получают сульфированием нефтяного или синтетического (*алкилбензолов*, *олефинов*) сырья серной кислотой, олеумом, газообразным SO_3 или SO_3, растворенным в жидком SO_2.

СУЛЬФОНАТНЫЕ ПРИСАДКИ К МАСЛАМ (сульфонаты) – зольные моюще-диспергирующие присадки к маслам. Представляют собой соли длинноцепочечных алкиларилсульфокислот. Наряду с природными сульфокислотами, получаемыми из специально подготовленных масляных фракций, широкое применение получили синтетические сульфокислоты из алкилароматических углеводородов.

Наиболее распространены кальциевые, магниевые и натриевые соли алкиларилсульфокислот нейтрального и щелочного (основного) характера.

Нейтральные сульфонаты представляют собой соль сульфокислоты, растворенную в масле. Содержание сульфоната металла (активного компонента) в масле 30–40% масс., щелочное число – до 20 мг KOH/г.

Щелочные сульфонаты содержат сверхстехиометрическое количество катиона металла.

Стадии получения С.п.м.:

• сульфирование алкилароматических углеводородов;

• нейтрализация сульфокислоты окисью или гидроокисью металла;

• карбонатация – обработка газообразной углекислотой в присутствии избыточного количества гидроокиси металла с получением продукта с заданной избыточной щелочностью.

В России вырабатываются как нефтяные (С-300, КНД, НСК), так и синтетические (К-313, К-312, К-31) С.п.м. с различным щелочным числом.

СУЛЬФОНАТЫ (сульфонатные присадки) – соли (Ca, Mg, Ba, Na, Zn и др.) малорастворимых нефтяных или синтетических сульфокислот ММ>400. Применяются в качестве моюще-диспергирующих присадок (См. также *Нефтяные сульфонаты, Синтетические сульфонаты*).

СУММА ПРОДУКТОВ ОКИСЛЕНИЯ – показатель химической стабильности. Оценивается по ГОСТ 22054 как масса (мг/100см³) высокомолекулярных (растворимых и нерастворимых в *н*-гептане) продуктов окисления бензина кислородом воздуха в приборе ЛСА РТ (ГОСТ 9144).

СУММАРНЫЙ НЕФТЯНОЙ КОКС – нефтяной кокс с гранулометрическим составом 0–250 мм; получают дроблением всей массы кокса, выгружаемого из камер установок замедленного коксования, до частиц размеров менее 250 мм (**табл. С-56**). (Характеристика – см. *Кусковой нефтяной кокс*).

С-56. Характеристика электродного суммарного кокса (ТУ 38.301-19-99–99)

Показатели	Метод испытания	Норма для марок	
		А	Б
Массовая доля общей влаги, %, не более	ГОСТ 27588, пп.6-10	3,0	3,0
Массовая доля летучих веществ, %, не более	ГОСТ 22898, п.4.9	12,0	12,0
Зольность, %, не более	ГОСТ 22692	0,6	0,8
Массовая доля серы, %, не более	ГОСТ 1437 или	1,5	1,7
	ГОСТ 8606	1,7	1,9
Массовая доля мелочи с размером кусков менее 8 мм, %, не более	ГОСТ 22898, п.4.3	55	55
Массовая доля, %, не более:	ГОСТ 22898, п.4.6		
кремния		0,08	0,08
железа		0,08	0,08
ванадия		0,015	0,015

Примечание. Массовая доля общей влаги не является браковочным показателем и служит для расчета с потребителем

СУММАРНЫЙ ОБЪЕМ ПОР СИЛИКАГЕЛЯ – см. *Структурные характеристики силикагеля.*

СУПЕРЩЕЛОЧНЫЕ ПРИСАДКИ К МАСЛАМ (условное название) – зольные моюще-диспергирующие присадки с щелочным числом выше 300 мг KOH/г благодаря присутствию сверхстехиометрического количества катиона Ca, Ba, Mg и др. Наиболее широко применяют С.п.м. алкилфенолятного, сульфонатного, алкилсалицилатного типов.

СУСПЕНЗИЯ – грубодисперсная дисперсионная система с жидкой дисперсионной средой и твердой дисперсной фазой, частицы к-рой достаточно крупны, чтобы противостоять броуновскому движению. В отличие от высокодисперсных систем, в С. частицы сравнительно быстро выпадают в осадок или всплывают.

СХВАТЫВАНИЕ ПРИ ТРЕНИИ – явление местного соединения двух твердых тел в результате действия молекулярных сил при трении (ГОСТ 27674).

ТВЕРДАЯ СМАЗКА – смазка, при к-рой разделение поверхностей трения деталей, находящихся в относительном движении, осуществляется твердым смазочным материалом (ГОСТ 27674).

ТВЕРДОЕ СМАЗОЧНОЕ ПОКРЫТИЕ (ТСП). Образуется на поверхностях трения из суспензии – жидкого технологического состава, представляющего собой композицию антифрикционных компонентов (порошкообразных смазочных материалов), связующего, функциональных добавок и растворителя (ГОСТ 26098) (см. также *Твердый смазочный материал*).

ТВЕРДЫЕ АДСОРБЕНТЫ имеют развитую структуру, включающую поры разного размера (микро-, мезо- и макропоры).

Микропоры – наиболее мелкие поры радиусом менее 1,5–1,8 нм. Их линейные размеры соизмеримы с размерами адсорбируемых молекул. Ввиду малого радиуса микропор в них происходит наложение адсорбционного потенциала противоположных стенок, адсорбционное поле захватывает практически весь объем микропор. Послойное заполнение в микропорах не происходит, и понятие удельной поверхности этих пор теряет физический смысл. Удельной поверхностью называют поверхность адсорбента, отнесенную к единице его массы ($м^2/г$).

Мезо- или переходные поры – поры радиусом от 1,5–1,8 до 100–200 нм. На поверхности мезопор за счет взаимодействия молекул *адсорбтива* с ранее адсорбированными молекулами *адсорбата* происходит мономолекулярная, а затем и полимолекулярная адсорбция. Удельная поверхность мезопор 10–400 $м^2/г$. Мезопоры – основные транспортные артерии, по к-рым осуществляется подвод веществ к микропорам.

Макропоры – поры радиусом более 200 нм. Их удельная поверхность очень мала – от 0,5 до 2,0 $м^2/г$, вследствие чего адсорбцией на поверхности пор этого типа практически можно пренебречь. Макропоры играют роль крупных транспортных артерий в зернах адсорбента.

Имеется еще одна группа пор – **супермикропоры,** радиус к-рых меньше 1,5 нм (но не менее 0,5–0,7 нм).

По структурным свойствам различают непористые, макропористые, мезопористые, супермикропористые и микропористые адсорбенты.

К ***макропористым адсорбентам*** относятся адсорбенты с удельной поверхностью пор в несколько квадратных метров и размером пор порядка десяток сот нанометров (силохром); они предназначены для газовой хроматографии.

К ***мезопористым адсорбентам*** относятся однороднокрупнопористые силикагели.

Микропористыми адсорбентами являются цеолиты, некоторые пористые стекла и активные угли, обладающие весьма небольшим развитым объемом мезо- и макропор.

Адсорбенты смешанных структурных типов имеют по две или все разновидности пор. К ним относятся большинство активных углей. К микромезопористым относятся мелкопористые силикагели и алюмогели. Многие природные адсорбенты обладают мезомакропористой структурой.

Для характеристики плотности пористых тел применяют три показателя: истинная, кажущаяся и насыпная или гравиметрическая плотности: **кажущаяся плотность** ($\rho_{каж.}$) соответствует массе гранулы адсорбента, отнесенной к ее объему, **истинная плотность** (ρ) – характеризует массу единицы объема вещества, из к-рого состоит адсорбент, **насыпная плотность** ($\rho_{нас.}$) – характеризует массу единицы объема слоя адсорбента.

Удельный объем пористого пространства или суммарный объем пор можно выразить как сумму удельных объемов микро-, мезо- и макропор:

$V_{\Sigma}=V_{мик.}+V_{мез.}+V_{мак.}$.

Удельный объем сорбционных пор:

$V_S=V_{мик.}+V_{мез.}$.

Удельный суммарный объем пор:

$V_{\Sigma}=1/\rho_{каж}-1/\rho$.

ТВЕРДЫЕ СОТС по химическому составу разделяют на слоистые неорганические соединения (тальк, слюда, дисульфид молибдена, йодиды, сульфиды и галогениды металлов и др.); мягкие металлы (олово, свинец, медь, барий и др.); органические соединения (воски, мыла, твердые жиры); смеси слоистых неорганических соединений с органическими; другие твердые вещества (полимерные материалы: полиэтилен, полиамид, политетрафторэтилен и др.). К твердым СОТС условно относят смазочные составы, к-рые заключены в капсулы, т.е. тонкую оболочку пленкообразующего материала. Содержание капсулируемого вещества в капсуле составляет 70–85%, иногда больше. В качестве материала для капсул используют синтетические и природные полимеры, парафин или неорганические материалы. Принято подразделение по размерам капсул на макро (0,5–5,0 мм), микро (0,001–1 мм) и нанокапсулы (0,00005–0,0002 мм). Каждой из этих размерных групп капсул характерен особый способ получения. Применение капсулируемых СОТС позволяет улучшить решение ряда технических и экологических проблем, однако является процессом сложным и дорогостоящим.

ТВЕРДЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ – углеводороды масляных фракций нефти, имеющие при комнатной т-ре кристаллическое строение. Т.у. масляных фракций представляют собой многокомпонентную смесь парафиновых углеводородов (от C_{18} и выше), различающихся по структуре и числу атомов углерода в молекуле, твердых нафтеновых, содержащих 1–3 кольца в молекуле и имеющих длинные боковые цепи нормального и изостроения, а также твердых ароматических и нафтено-ароматических, различающихся по общему числу колец в молекуле, соотношению ароматических и нафтеновых колец, длине и структуре боковых цепей.

ТВЕРДЫЙ СМАЗОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ, в том числе покрытие (ТСП) – специфический смазочный материал, применяемый в тех случаях, когда использование в узлах трения обычного смазочного материала (пластичного или жидкого) по какой-либо причине затруднено или невозможно:

• при высоких удельных нагрузках (граничная смазка) – холодная штамповка, резание металла, волочение проволоки, нарезание резьбы, особенно в случае медленно окисляющихся (коррозионно-стойкая сталь, титан) или склонных к налипанию (алюминий) металлов;

• при очень низкой или высокой т-ре – в резьбовых соединениях, подшипниках скольжения паровых и газовых турбин, реактивных двигателей, рефрижераторов и др.;

• в специфичной среде (вакуум, жидкие кислород, азот и др.) – в ходовых винтах, подшипниках скольжения, вентилях, кранах и др.

• при использовании в паре трения одинаковых материалов (коррозионно-стойкая сталь по коррозионно-стойкой стали, бронза по бронзе и др.);

• при высоком начальном трении – в точных механизмах, где допуски малы и зазоры минимальны, а ТСП является элементом конструкции;

• для предотвращения фреттинг-коррозии при возвратно-поступательном движении;

• для предотвращения пригорания резиновых манжет к металлическому валу.

Т.с.м. до нанесения на поверхность трения представляют собой суспензии или пасты, состоящие из антифрикционного компонента, связующего вещества, смеси растворителей и добавок различного назначения. После нанесения на поверхности трения – это пленочные покрытия (как правило, толщиной 20–30 мкм).

Основное назначение антифрикционных компонентов – снижение коэффициента трения сопряженных деталей. Связующие вещества предназначены увеличивать адгезию антифрикционных компонентов к металлическим поверхностям и связывать отдельные частицы порошка антифрикционного компонента в сплошную пленку и обеспечивать необходимые когезионные свойства покрытий. В качестве антифрикционных компонентов наиболее часто применяют твердые слоистые материалы с низким коэффициентом трения (графит, CaI_2, PbI_2, CuCl, $PbCl_2$, AgI, Ag_2SO_4, BN, вермикулит, слюда, тальк дихалькогениды переходных металлов, напр. MoS_2, WS_2, $MoSe_2$, WSe_2, WTe_2, и т.п.). Эффективность применения антифрикционного компонента обеспечивается степенью его чистоты и размером частиц. В качестве связующего используют неорганические и органические вещества и их смеси.

Для продления долговечности ТСП важно соблюдать определенные правила их нанесения, а также грамотно выбирать метод предварительной обработки металлической поверхности (обезжиривание, пескоструйная, кислотная или бихроматная обработки, фосфатирование, азотирование, анодирование и др.).

Смазочные покрытия наносят на металлические поверхности пневматическим распылением, окунанием, кистью.

Необходимое условие получения качественных покрытий – правильный выбор режимов их формирования (обычно используют термин «отверждение») на металлической поверхности. Механизм отверждения ТСП определяется природой пленкообразователя (связующего). Различают термопластичные (образуют покрытие с необходимыми свойствами сразу после высыхания) и термореактивные (одновременно высыхают и отверждаются за счет протекания реакций полимеризации, поликонденсации и полиприсоединения) связующие. Первые, получаемые на основе высокомолекулярных пленкообразователей (нитраты целлюлозы, поливинилацетали и т.п.), растворимых в органических растворителях, как правило, имеют низкую атмосферостойкость. Вторые получают на основе глифталевых, алкидно-акриловых, уралкидных, мочевино-формальдегидных, меламино-формальдегидных, эпоксиэфирных смол при повышенной т-ре (>100°С) или на основе двухкомпонентных систем, содержащих эпоксиды, полиуретаны и отвердители – «холодного отверждения». Покрытия, к-рые содержат одновременно термопластичные и термореактивные компоненты, получают комбинированным отверждением.

ТСП характеризуются комплексом физико-механических свойств: относительной твердостью (ГОСТ 5233), адгезией к металлической основе (ГОСТ 15140), потерями массы при различной т-ре (ГОСТ 9566) и эксплуатационными свойствами (долговечностью при трении, нагрузочной способностью, коэффициентом трения).

Накопленный опыт по испытаниям на машинах трения и в реальных изделиях позволяет определять условия эксплуатации ТСП. В настоящее время ассортимент ТСП, разработанный в ОАО «ВНИИ НП», включает 12 наименований: ВНИИНП-209, -212, -213, -212, -229, -230, -251; -504М, -512, -556М, -579, Эонит-3. Температурный интервал эксплуатации ТСП от –200 до 600°С, они работоспособны на воздухе и в вакууме при различных режимах трения машин и механизмов. Применяются, в основном, в узлах трения авиационной и ракетно-космической техники.

ТЕМПЕРАТУРА ВСПЫШКИ – минимальная т-ра, до к-рой необходимо нагреть продукт для моментального воспламенения паров в присутствии пламени, при испытаниях в стандартных условиях (ГОСТ 26098, ISO 1998/1). Т-ра вспышки важна для характеристики состава и качества нефтепродукта. По ней легко определить наличие примеси легкоиспаряющихся углеводородов в нефтепродукте, судить о наличии или отсутствии в нефти легких фракций.

Следует различать т-ру вспышки и т-ру воспламенения. Т-ра, при к-рой продукт при поднесении пламени загорается и продолжает спокойно гореть в течение нек-рого времени, называется **температурой воспламенения.**

Т-ра вспышки, также как и т-ра воспламенения, находится в тесной зависимости от других термических характеристик нефтепродукта, таких как т-ра кипения, давление паров, испаряемость. Однако для нефтей и нефтепродуктов, представляющих в основном сложные углеводородные смеси, не имеющие определенной т-ры кипения, нельзя установить точную связь между т-рой вспышки и т-рой кипения или давлением паров. На практике эта связь выражается в том, что с повышением т-ры кипения нефтепродукта повышается т-ра вспышки, а следовательно, и т-ра воспламенения.

Для определения температур вспышки и воспламенения нефтепродуктов предложено несколько видов аппаратов, различающихся как конструктивно, так и условиями испытаний. Т-ры вспышки и воспламенения нефтепродукта в значительной степени зависят от устройства аппарата и методики работы на нем. Применяют аппараты закрытого и открытого типов.

Т-ра вспышки одного и того же нефтепродукта в аппаратах открытого типа всегда несколько выше, чем в аппаратах закрытого типа. Это объясняется тем, что в последних испарение нефтепродукта происходит в сосуде и давление паров, необходимое для воспламенения смеси с воздухом от поднесения пламени, достигается значительно раньше, чем в аппаратах открытого типа, в к-рых образующиеся пары свободно диффундируют в воздух, где значительная часть их рассеивается. Разность температур вспышек возрастает по мере увеличения вязкости нефтепродуктов: для тяжелых она достигает 50°С, для маловязких масел – 3-8°С.

ТЕМПЕРАТУРА ВСПЫШКИ БЕНЗИНА – показатель воспламеняемости, определяемый по значению минимальной т-ры, при к-рой происходит кратковременное воспламенение паров бензина от пламени в условиях испытания. Т.в.б. при определении стандартным методом (ГОСТ 6356) в закрытом сосуде составляет от –30 до –40°С, поэтому стандартами не нормируется.

ТЕМПЕРАТУРА ВСПЫШКИ В ЗАКРЫТОМ ТИГЛЕ. Методы определения. Т-рой вспышки называется самая низкая т-ра, скорректированная на атмосферное давление 101,3 кПа, при к-рой в определенных условиях испытаний применение зажигательного устройства вызывает воспламенение паров испытуемого образца и при этом пламя распространяется на всю его поверхность. Применяются несколько стандартов для определения т-ры вспышки в закрытом тигле, среди них: ГОСТ 6356 «Нефтепродукты. Метод определения т-ры вспышки в закрытом тигле», ISO 2719 «Нефтепродукты и смазочные материалы. Определение т-ры вспышки в закрытом тигле по Пенски-Мартенсу», EN ISO 2719 «Нефтепродукты и смазочные материалы. Определение т-ры вспышки по Пенски-Мартенсу», EN ISO 13736 «Нефтепродукты и другие жидкости. Определение т-ры вспышки с использованием закрытого тигля Абеля», ASTM D 93 «Методы определения т-ры вспышки и воспламенения в закрытом аппарате Пенски-Мартенса», ASTM D 56 «Метод определения т-ры вспышки в закрытом тигле Тага».

Несмотря на то, что сущность методов идентична и состоит в нагревании с постоянной скоростью и перемешивании образца, помещенного в испытательный тигель, с последующим поджиганием образовавшихся паров через определенные промежутки времени и фиксировании т-ры вспышки, последняя может быть определена только в терминах определенного стандартного метода испытания. Невозможно гарантировать какую-либо допустимую корреляцию между результатами, полученными различными методами или на аппарате, отличающемся от предписанного, поскольку значение т-ры вспышки – функция используемого аппарата и выполняемой процедуры.

Все указанные стандарты предусматривают ручной и автоматический методы испытания. При использовании автоматического аппарата необхо-

димо, чтобы точность результатов соответствовала бы таковым при использовании ручного аппарата, также как размеры и детали аппарата, указанные в методе. В случае спорной ситуации (если не оговорено что-либо другое) в качестве разрешающего спор испытания применяют ручной метод определения т-ры вспышки с использованием пламенного зажигательного устройства.

Процедура испытания состоит в следующем. Образец помещают в испытательный тигель и нагревают с постоянной скоростью при постоянном перемешивании. Через одинаковые интервалы повышения т-ры в отверстие крышки прибора вводят зажигательное устройство, одновременно прекращая перемешивание. Минимальную т-ру, при к-рой введение зажигательного устройства вызывает воспламенение паров образца и распространение этого пламени по всей поверхности жидкости, записывают в качестве т-ры вспышки при данном атмосферном давлении. С помощью соответствующего уравнения это значение т-ры корректируют на стандартное атмосферное давление. Выбор т-ры зависит от ожидаемой т-ры вспышки.

Аппаратуру размещают на прочной горизонтальной поверхности, где отсутствуют сквозняки. Если их невозможно устранить, то рекомендуется окружить аппаратуру экранами. При испытании образцов, выделяющих токсичные пары, аппаратура должна размещаться в вытяжном шкафу.

Правильность функционирования аппаратуры проверяют, как минимум, один раз в год с использованием сертифицированного эталонного материала. Рекомендуется также выполнять более частые контрольные поверки с использованием вторичных рабочих стандартов (ВРС). Числовые значения, полученные при контрольной поверке, не должны использоваться в качестве значений систематической ошибки и применяться для корректировки значений т-ры вспышки, получаемых в дальнейшем с помощью данной аппаратуры.

Пробы для испытания отбирают в соответствии с процедурами, указанными в ISO 3170, ISO 3177 или в эквивалентном национальном стандарте. Образцы отбирают при т-ре, к-рая не менее, чем на 28°С ниже ожидаемой т-ры вспышки. Если до проведения испытаний аликвота (часть) первоначального образца должна находиться на хранении, то следят за тем, чтобы контейнер с ним был заполнен больше, чем на 50% от его полной вместимости.

Если образец содержит нерастворенную воду, то перед перемешиванием образца сливают аликвоту с воды. Присутствие воды может сказаться на результатах определения т-ры вспышки. Для некоторых жидких топлив и смазочных материалов сливание образца со свободной водой может оказаться не всегда возможным. В таких случаях перед перемешиванием вода должна быть отделена от аликвоты физически.

Перед отбором испытуемого образца, находящегося при т-ре окружающей среды в жидком состоянии, пробу перемешивают легким встряхиванием, при этом следят за тем, чтобы потери летучих компонентов были минимальными. Образцы, находящиеся при т-ре окружающей среды в полутвердом и твердом состоянии, нагревают в оригинальном контейнере в течение 30 мин в нагревательной бане или термостате до 30±5°С или до более высокой т-ры, к-рая на 28°С ниже ожидаемой т-ры вспышки (используется более высокое из этих двух значений). Если по прошествии 30 мин проба не стала полностью жидкой, то ее предварительное нагревание продолжают дополнительными периодами по 30 мин, по мере необходимости. Нельзя допускать перегревания пробы, поскольку это может привести к потере летучих компонентов.

При испытаниях образцов топочных мазутов, содержащих значительные количества воды, необходимо соблюдать осторожность, поскольку нагревание таких образцов может привести к их вспениванию и выбросу из испытательного тигля.

Атмосферное давление вблизи аппаратуры во время испытаний определяют с помощью барометра.

Испытательный тигель заполняют образцом до уровня, указанного соответствующей меткой. Тигель закрывают крышкой и помещают в нагревательную камеру. Проверяют исправность фиксирующего или запирающего механизмов и вставляют термометр. Включают зажигательное устройство и регулируют пламя так, чтобы его диаметр составлял 3–4 мм (или используют альтернативный источник зажигания). Тепло в течение испытания подают с такой интенсивностью, чтобы т-ра испытуемого образца возрастала со скоростью 5–6°С/мин. Перемешивание образца должно производиться сверху вниз, частота вращения мешалки 90–120 мин$^{-1}$. Эти параметры в разных методах могут быть различными.

Если предполагается, что испытуемый образец имеет т-ру вспышки 110°С или ниже, то зажигательное устройство подносят при повышении т-ры на каждый градус, начиная с т-ры, к-рая на 23±5°С ниже предполагаемой т-ры вспышки. Включают мешалку и приводят в действие зажигательное устройство посредством расположенного на крышке механизма, управляющего заслонкой и зажигательным приспособлением так, что пламя опускается в паровое пространство прибора за 0,5 с, остается в самом нижнем по-

ложении в течение 1 с и быстро поднимается в верхнее положение. Если предполагаемая т-ра вспышки выше 110°С, то зажигательное устройство подносят через каждые 2°С, начиная с т-ры, к-рая на 23±5°С ниже предполагаемой т-ры вспышки. Выключают мешалку и выполняют процедуры, описанные выше. Если т-ра вспышки испытуемого материала неизвестна, то выполняют предварительные испытания, начиная с ориентировочно определенной т-ры, подходящей для данного материала. Зажигательное приспособление первый раз приводят в действие, когда т-ра образца превышает на 5°С его начальную т-ру, а далее выполняют процедуру по приведенному выше описанию.

За т-ру вспышки принимают показания термометра в тот момент, когда при приближении пламени зажигательного устройства возникает четкая вспышка внутри аппарата. Не следует принимать за истинную т-ру вспышки голубоватый ореол, к-рый иногда окружает пламя перед тем, как оно вызывает фактическую вспышку.

Если т-ра, при к-рой наблюдается вспышка, отстоит менее, чем на 18°С или более, чем на 28°С, от т-ры, при к-рой зажигательное устройство подносилось к образцу в первый раз, то полученные результаты считают недостоверными. В этом случае испытания повторяют на свежем образце, а т-ру, при к-рой зажигательное устройство подносят к образцу в первый раз, подбирают так, чтобы был получен достоверный результат, т.е. т-ра вспышки должна быть на 18–28°С выше т-ры первого поднесения пламени.

Обработка результатов. Преобразование значений атмосферного давления: если давление измеряют не в кПа, то пересчет в эти единицы выполняют с помощью следующих уравнений:

ГПа х 10^6 = кПа;

мбар х 0,1 = кПа;

мм. рт.ст. х 0,1333 = кПа.

Определение поправки т-ры вспышки на стандартное атмосферное давление: откорректированное под стандартное атмосферное давление 101,3 кПа значение т-ры вспышки T_c, получают с помощью уравнения:

$T_c = T_0 + 0{,}25(101{,}3 - p)$,

где T_0 – т-ра вспышки при атмосферном давлении, °С; p – атмосферное давление, кПа.

Данное уравнение выполняется только для давлений 98,0–104,7 кПа.

Записывают округленное до ближайших 0,5°С значение т-ры вспышки, скорректированное на стандартное атмосферное давление.

Прецизионность. Характеристики прецизионности получены статистическим исследованием результатов межлабораторных испытаний в соответствии с методикой ISO 4259.

Повторяемость (сходимость) и воспроизводимость могут превышать приведенные в соответствующем стандарте значения только в одном случае из двадцати.

Прецизионность установлена для каждого из указанных выше методов испытания для разных диапазонов температур или продуктов.

Принципиальные схемы аппаратов для определения т-ры вспышки в закрытом тигле по Пенски-Мартенсу, Абелю и Тагу приведены на **рис. Т-1 – Т-3.**

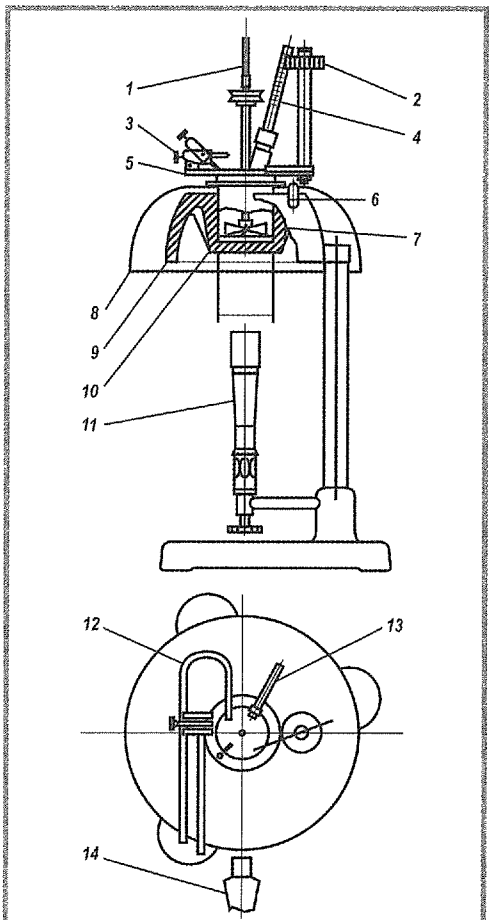


Рис. Т-1. Аппарат Пенски-Мартенса с закрытым тиглем:

1 – гибкий вал; *2* – рукоятка, приводящая в движение заслонку; *3* – зажигательное устройство; *4* – термометр; *5* – крышка; *6* – прокладка; *7* – тигель; *8* – колпак; *9* – воздушная баня; *10* – металлическая стенка воздушной бани, окружающей тигель; *11* – горелка; *12* – запальник; *13* – заслонка; *14* – ручка

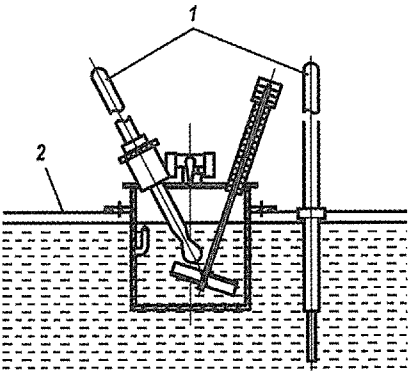


Рис. Т-2. Закрытый тигель Абеля с мешалкой, расположенный в термостатируемой бане:

1 – термометры; *2* – опора

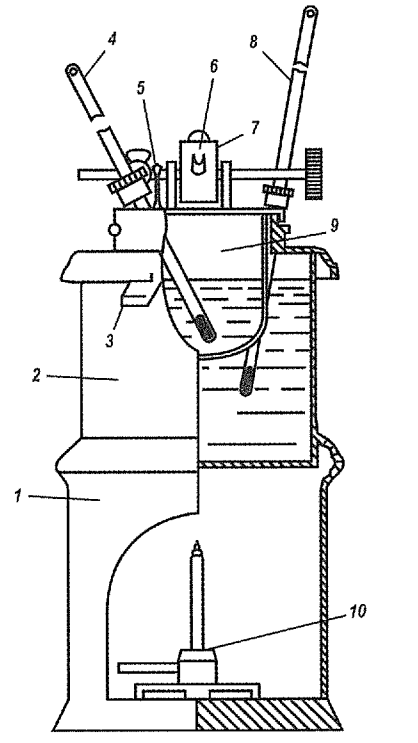


Рис. Т-3. Аппарат Тага для определения температуры вспышки в закрытом тигле:

1 – подставка для бани над газовой горелкой; *2* – баня; *3* – сливное отверстие; *4* – термометр для тигля; *5* – шаблон для контроля величины пламени; *6* – конус пламени; *7* – паровая камера; *8* – термометр для бани; *9* – испытательный тигель; *10* – газовая горелка

В качестве экспресс-метода используют ASTM D 3828–05 «Методы определения т-ры вспышки в закрытом аппарате с маленькой шкалой». Стандарт предусматривает два метода – А и В.

Метод А. Испытание по принципу «вспыхнет» – «не вспыхнет». Шприцем вводят образец в тигель выбранного аппарата, установленного и поддерживаемого при заданной т-ре. Через точно заданное время применяют испытательное пламя и наблюдают, произошла ли вспышка.

Метод В. Испытуемый образец вводится в тигель выбранного аппарата, поддерживаемого при предполагаемой т-ре вспышки. Через заданное время применяют испытательное пламя и наблюдают, произошла ли вспышка.

Образец удаляют из тигля. Тигель очищают и регулируют его т-ру до т-ры на 5°С ниже или выше в зависимости от того, произошла вспышка заранее или нет. Вводят свежий образец и проводят испытание. Эту процедуру повторяют до тех пор, пока т-ра вспышки не установится в пределах 5°С. Затем процедуру повторяют с интервалом в 1°С до определения т-ры вспышки с точностью 1°С.

Если требуется более высокая точность, то процедуру повторяют с интервалом 5°С до определения т-ры вспышки с точностью 0,5°С.

Преимущество данного метода – возможность использования малого количества образца (2–4 см^3) и соответственно сокращенное время испытания (1–2 мин).

Метод В метрологически аттестован. Комплект из испытательного тигля и крышки представлен на **рис. Т-4.**

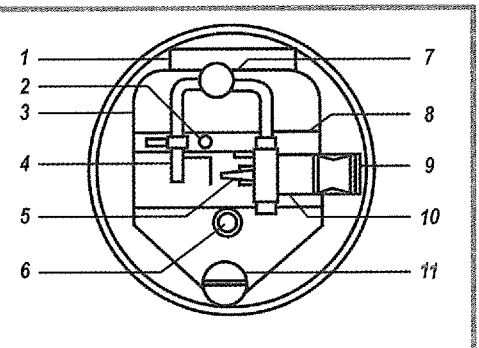


Рис. Т-4. Схема аппарата с маленькой шкалой:

1 – петля; *2* – шаблон для испытательного пламени; *3* – крышка; *4* – газовый рожок пускового пламени; *5* – газовый рожок испытательного пламени; *6* – отверстие для заполнения; *7* – регулировочный винт для испытательного пламени; *8* – направляющая заслонки; *9* – рукоятка заслонки; *10* – заслонка; *11* – замок крышки

ТЕМПЕРАТУРА ВСПЫШКИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА – показатель, харак-щий пожароопасность топлива, безопасность его применения в дизелях и условия хранения. В процессе эксплуатации техники топливо может стать источником возникновения пожара по следующим причинам: вспышка (загорание) паров топлива от открытого пламени или электрической искры; самовоспламенение топлива при попадании на поверхность, нагретую до т-ры выше т-ры самовоспламенения топлива; взрыв паров в газовом пространстве баков или другом замкнутом пространстве от разряда статического электричества. Т.в.д.т. существенно снижается даже при незначительных количествах легких фракций (**рис. Т-5**).

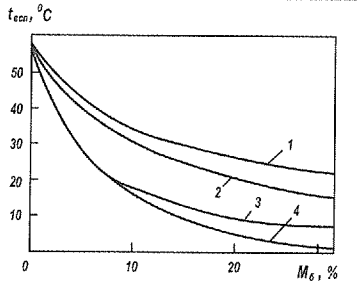


Рис. Т-5. Зависимость т-ры вспышки дизельного топлива $t_{всп}$ от содержания в нем бензиновых фракций $M_б$:
1 – фр. 105–180°С; *2* – фр. 80–120°С; *3* – фр. 62–180°С; *4* – фр. 62–105°С

Т-ра вспышки определяется по ГОСТ 6356 (аналог – EN ISO 2719 и ASTM D 93). Согласно ГОСТ 305 норма т-ры вспышки следующая: для дизелей общего назначения – не ниже 40°С, для тепловозных и судовых дизелей – не ниже 62°С. По ГОСТ Р 52368–05, ТУ 38.401-58-296–05 и EN 590 т-ра вспышки – не ниже 55°С.

ТЕМПЕРАТУРА ВСПЫШКИ И ВОСПЛАМЕНЕНИЯ В ОТКРЫТОМ ТИГЛЕ. Методы определения. Т-рой вспышки называется т-ра, при к-рой нефтепродукт, нагреваемый в строго определенных условиях, выделяет такое количество паров, к-рое образует с окружающим воздухом смесь, вспыхивающую при поднесении к ней пламени. Т-ра, при к-рой продукт при поднесении пламени загорается и продолжает спокойно гореть не менее 5 с., называется т-рой воспламенения.

В России и СНГ для определения т-ры вспышки в открытом тигле действует **ГОСТ 4333 «Нефтепродукты. Методы определения т-ры вспышки и воспламенения в открытом тигле».** Стандарт устанавливает методы определения температур вспышки и воспламенения в открытом тигле по методам Кливленда (метод А) и Бренкена (метод Б). Метод Б практически не используют как морально устаревший. Сущность методов заключается в нагревании пробы нефтепродукта в открытом тигле с установленной скоростью до тех пор, пока не произойдет вспышка паров (т-ра вспышки) нефтепродукта над его поверхностью от зажигательного устройства и пока при дальнейшем нагревании не произойдет загорание нефтепродукта (т-ра воспламенения) с продолжительностью горения не менее 5 с.

Определение т-ры вспышки и воспламенения проводят в аппаратах типа ТВО (ТВ-2) или полуавтоматических и автоматических типа АТВО (АТВ-2). При возникновении разногласий в оценке качества нефтепродукта определение проводят в аппарате ручного типа ТВО (ТВ-2).

Перед испытанием пробу тщательно и осторожно перемешивают. Пробы твердых нефтепродуктов предварительно расплавляют. Т-ра пробы после нагревания должна быть ниже предполагаемой т-ры вспышки не менее чем на 56°С.

Испытуемый нефтепродукт, содержащий воду, сушат встряхиванием с одним из осушающих реагентов при комнатной т-ре. Нефтепродукты с т-рой вспышки до 100°С сушат при т-ре не выше 20°С. Вязкие нефтепродукты (вязкость при 100°С свыше 16,5 мм²/с) сушат при т-ре более 80°С. Затем пробы фильтруют и декантируют.

Аппарат устанавливают на горизонтальном столе в таком месте, где нет заметного движения воздуха и вспышка хорошо видна. Для защиты от движения воздуха аппарат с трех сторон окружают трехстворчатым экраном, внутренняя сторона к-рого окрашена в черный цвет, с секциями шириной 46±1 см и высотой 60±5 см или щитом высотой 55–65 см из листовой кровельной стали, так же окрашенным с внутренней стороны. Перед проведением каждого испытания аппарат охлаждают.

При работе с токсичными продуктами или продуктами, содержащими ароматические углеводороды (продукты пиролиза), пары к-рых токсичны, аппарат помещают вместе с экраном или со щитом в вытяжной шкаф. При т-ре на 56°С ниже предполагаемой т-ры вспышки движение воздуха в вытяжном шкафу следует поддерживать без создания сильных потоков над тиглем, для чего необходимо работать при закрытой верхней заслонке вентиляционного устройства вытяжного шкафа.

Перед каждым испытанием тигель промывают растворителем. Углеродистые отложения удаляют металлической щеткой. Затем тигель промывают холодной водой и высушивают на открытом пламени или горячей электроплитке. Тигель охлаждают до т-ры не менее чем на 56°С ниже предполагаемой т-ры вспышки и помещают в аппарат. В тигле размещают термометр строго в вертикальном положении так, чтобы нижний конец термометра находился на расстоянии 6 мм от дна тигля и на равном расстоянии от центра и стенок тигля.

Тигель заполняют нефтепродуктом: верхний мениск должен совпасть с меткой. При наполнении тигля выше метки избыток нефтепродукта удаляют пипеткой или другими соответствующими приспособлениями. Пузырьки воздуха с поверхности пробы удаляют. Не допускается смачивание стенок тигля выше уровня жидкости. При попадании нефтепродукта на внешние стенки тигля его освобождают от нефтепродукта.

Тигель с пробой нагревают пламенем газовой горелки или при помощи электроэнергии сначала со скоростью 14–17°С/мин. Когда т-ра пробы будет ≈ на 56°С ниже предполагаемой т-ры вспышки, скорость подогрева регулируют так, чтобы последние 28°С перед т-рой вспышки нефтепродукт нагревался со скоростью 5–6°С/мин.

Диаметр пламени зажигательного устройства должен быть ≈4 мм. Его сравнивают с лекалом (шариком-шаблоном), вмонтированным в аппарат.

Начиная с т-ры не менее чем на 28°С ниже т-ры вспышки, зажигательное устройство применяют через каждые 2°С. Пламя зажигательного устройства перемещают в горизонтальном направлении, не останавливаясь над краем тигля, и проводят им над центром тигля в одном направлении в течение 1 с. При последующем повышении т-ры пламя перемещают в обратном направлении.

За т-ру вспышки принимают т-ру, показываемую термометром при появлении первого синего пламени над частью или над всей поверхностью испытуемого нефтепродукта. В случае появления неясной вспышки она должна быть подтверждена последующей вспышкой через 2°С. Голубой ореол, образующийся иногда вокруг пламени, во внимание не принимают.

Для определения т-ры воспламенения продолжают нагрев пробы со скоростью 5–6°С/мин и повторяют испытание пламенем зажигательного приспособления через каждые 2°С подъема т-ры нефтепродукта. За т-ру воспламенения принимают т-ру, показываемую термометром в тот момент, когда испытуемый нефтепродукт при поднесении к нему пламени загорается и продолжает гореть не менее 5 с.

Обработка результатов. Если атмосферное давление во время испытания ниже 95,3 кПа (715 мм рт.ст.), то к полученным значениям т-ры вспышки и т-ры воспламенения необходимо ввести соответствующие поправки (**табл. Т-1**).

Т-1. Расчет поправок

Атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.)	Поправка, °С
95,5-88,7 (715-665)	+ 2
88,6-81,3 (664-610)	+ 4
81,2-73,3 (609-550)	+ 6

За результат испытания принимают среднее арифметическое значение двух определений, округленное до целого числа, и выражается в градусах Цельсия.

Прецизионность: повторяемость и воспроизводимость метода представлены в **табл. Т-2.**

Т-2. Повторяемость и воспроизводимость

Температура	Повторяемость, °С	Воспроизводимость, °С
Вспышки	5	16
Воспламенения	8	14

Повторяемость и воспроизводимость результатов испытаний с 95%-ной доверительной вероятностью не превышают значений, указанных в табл. Т-2.

Аппараты и правильность результатов испытаний рекомендуется проверять по государственным стандартным образцам ГСО ТОТ 4407–88 – ГСО ТОТ 4410–88. Порядок использования ГСО изложен в инструкции по их применению.

За рубежом для определения т-ры вспышки в открытом тигле применяют ISO 2592 и ASTM D 92.

ISO 2592 «Нефтепродукты. Метод определения т-ры вспышки и воспламенения на аппарате Кливленда с открытой чашкой». Этот метод пригоден для всех нефтепродуктов, за исключением нефтяных топлив и продуктов, имеющих т-ру вспышки ниже 79°С. Сущность метода состоит в заполнении чашки прибора образцом до определенного уровня. Затем образец нагревают сначала быстро, а по мере приближения к т-ре вспышки медленно с постоянной скоростью. Через определенные интервалы температур над чашкой проводят небольшим испытательным пламенем. За т-ру вспышки принимают самую низкую т-ру, при к-рой поднесенное пламя вызывает воспламенение паров над поверхностью жидкости. Для определения т-ры воспламенения испытание продолжают до тех пор, пока время горения вспыхнувшего при поднесении пламени нефтепродукта достигнет, по крайней мере, 5 с.

Испытание проводят в аппарате Кливленда (**рис. Т-6**).

Применяются также автоматические приборы, к-рые позволяют сократить время испытаний и использовать меньшие количества проб, а также имеющие другие характеристики, оправдывающие их применение. При возникновении разногласий в оценке показателя нефтепродукта т-ру вспышки определяют с применением ручных аппаратов.

Изложение разделов «Подготовка аппарата», «Методика проведения испытаний» соответствует методу А (ГОСТ 4333).

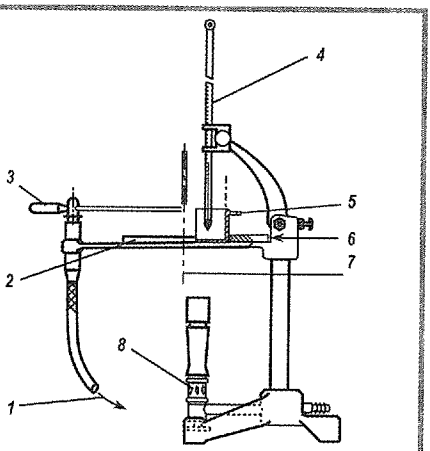


Рис. Т-6. Аппарат Кливленда с открытым тиглем:

1 – к источнику газа; *2* – металлический шарик; *3* – устройство для подведения испытательного пламени; *4* – термометр ASTM 11C IP 20C; *5* – испытательный тигель; *6* – нагревательная пластина; *7* – отверстие; *8* – пламенный или электрический нагреватель

Прецизионность метода, указанная в ISO 2592 (**табл. Т-3**), отличается от точности по ГОСТ 4333 (см. табл. Т-2).

Т-3. Повторяемость и воспроизводимость

Температура	Повторяемость, °С	Воспроизводимость, °С
Вспышки	8	16
Воспламенения	8	14

ASTM D 92 «Стандартный метод определения т-ры вспышки и воспламенения в открытом тигле по Кливленду». Стандарт устанавливает метод определения температур вспышки и воспламенения нефтепродуктов ручным или автоматическим способом на аппарате Кливленда с открытым тиглем и применяется для всех нефтепродуктов с т-рой вспышки выше 79°С и ниже 400°С. Испытательный тигель заполняется приблизительно 70 мл испытуемого образца. Т-ру образца сначала увеличивают быстро, затем скорость нагрева снижают и оставляют ее постоянной. Через определенные интервалы времени испытательное пламя проводят над тиглем. Образец греют до достижения предполагаемой т-ры вспышки. Чтобы определить т-ру воспламенения, испытание продолжают до тех пор, пока испытательное пламя не вызовет воспламенения и устойчивого горения испытуемого образца в течение как минимум 5 с.

Отбор проб – одна из важнейших процедур испытания. Подготовку образца проводят в соответствии с руководствами ASTM D 140, ASTM D 4057, ASTM D 4177 или E 300. Для каждого испытания требуется по крайней мере 70 мл образца.

Хранение образцов. Ошибочно высокие т-ры вспышки могут быть получены, если не будут приняты меры предосторожности, предотвращающие потерю летучего материала. Не следует открывать контейнеры без необходимости. Это предотвратит потерю летучего материала и возможное проникание влаги.

Переносить образец можно, если его т-ра, по крайней мере, на 56°С ниже ожидаемой т-ры вспышки. По возможности т-ру вспышки следует определять в первую очередь, и образец следует хранить при низкой т-ре. Обычно образец хранят при комнатной т-ре или ниже. Образец не следует хранить в пластмассовых контейнерах (полиэтиленовых, полипропиленовых и т.д.), так как летучий материал диффундирует через стенки емкости. Образцы, хранящиеся в негерметичных контейнерах, сомнительны и не являются источником достоверных результатов.

Легкие углеводороды могут присутствовать в виде газов, таких как пропан или бутан, но не могут быть отделены при испытании из-за потерь при отборе проб и загрузке тигля.

Перед испытанием образцы очень вязких материалов могут быть нагреты до жидкого состояния. Однако нет такого образца, к-рый следовало бы греть больш, чем это необходимо. Его никогда не следует нагревать выше т-ры, к-рая на 56°С ниже ожидаемой т-ры вспышки. Перед переносом образца, если он был нагрет выше этой т-ры, его следует охладить до тех пор, пока его т-ра не станет, по крайней мере, на 56°С ниже ожидаемой т-ры вспышки.

Образцы, содержащие растворенную или свободную воду, могут быть обезвожены с помощью хлористого кальция или фильтрацией через качественный бумажный фильтр либо через сухую поглотительную (абсорбирующую) рыхлую ватную пробку (тампон). Перед фильтрацией образцы очень вязких материалов также могут быть нагреты до умеренно жидкого состояния, но их не следует нагревать долго или до т-ры выше той, к-рая на 56°С ниже ожидаемой т-ры вспышки.

Подготовка аппарата. Ручной или автоматический аппарат размещают на горизонтальном стационарном (устойчивом) столе. Для защиты испытательного тигля от движения воздуха используют щит (экран) 460x610 мм или других размеров с открытой стенкой.

Перед испытанием тигель моют растворителем для удаления следов образца, смол или остаточных продуктов от предыдущего испытания.

Если присутствуют нагары, их следует удалить щеткой из высококачественной стали. Для удаления следов растворителя и воды тигель тщательно моют холодной водой и высушивают в течение нескольких минут над открытым пламенем или горячей плиткой. Перед использованием тигель охлаждают до т-ры, по крайней мере, на 56°С ниже ожидаемой т-ры вспышки.

Устройство для измерения т-ры устанавливают в вертикальном положении так, чтобы его нижняя часть (напр. часть ртутного шарика термометра) находилось на расстоянии 6,4±0,1 мм от дна тигля и в середине между центром и стенкой тигля.

Для правильного монтажа и настройки аппарата руководствуются инструкциями изготовителя. В соответствии с инструкциями по эксплуатации готовят ручной или автоматический аппарат к работе и при необходимости проводят его калибровку и регулировку. Проверку ручного или автоматического аппарата выполняют, по крайней мере, один раз в год, определяя т-ру вспышки с помощью сертифицированного стандартного образца (SRM), к-рый достаточно близок по т-ре вспышки к ожидаемым температурным пределам испытуемых образцов нефтепродуктов.

Процедура проведения испытания на ручном аппарате не отличается от процедуры, изложенной в ГОСТ 4333. Использование автоматического аппарата имеет некоторые особенности. Прежде всего, он должен обеспечивать выполнение изложенной методики, в том числе контролировать скорость нагрева подведением испытательного пламени, определять т-ры вспышки или воспламенения или обе и регистрировать их.

Заполнение испытательного тигля образцом производят так, чтобы верхний мениск испытуемого образца находился точно на линии отметки заполнения. Тигель с образцом помещают в центре нагревателя. Т-ра тигля и образца должна быть на 56°С ниже ожидаемой т-ры вспышки.

Избыток образца удаляют шприцем (или аналогичным устройством). Однако если образец попал на внешнюю стенку тигля, то его опорожняют, чистят и заполняют снова. Любые пузырьки или пену на поверхности испытуемого образца разрушают острым ножом или другим приспособлением и обеспечивают требуемый уровень образца. Если во время последних этапов испытания пена сохраняется, испытание прерывают и результаты не учитывают.

В тигель не должен попадать твердый материал. Твердые и вязкие образцы следует нагреть до жидкого состояния до переноса в тигель. Однако т-ра образца во время нагревания не должна быть ниже ожидаемой т-ры вспышки, более чем на 56°С.

Пламя регулируют так, чтобы его диаметр достигал 3,2–4,8 мм или диаметра шарика сравнения, установленного на аппарате. В некоторых автоматических аппаратах испытательное пламя может зажигаться автоматически и размер пламени устанавливается предварительно.

Давление газа не должно превышать 40 кПа (300 мм рт.ст.).

В испытании используют газовое пламя. Если оно гаснет, то пары в испытательном тигле не поджигаются и газ, используемый для пламени, к-рый соприкасается с поверхностью паров, может оказать влияние на результат испытания.

Обработка результатов. Во время испытания отмечают атмосферное давление. Если оно отлично от 101,3 кПа (760 мм рт.ст.), то т-ру вспышки или воспламенения корректируют с помощью следующих уравнений:

$C+0{,}25(101{,}3-K)$;

$C+0{,}033(760-P)$,

где C – наблюдаемая т-ра вспышки или воспламенения по шкале Цельсия, °С; P – атмосферное давление, мм рт.ст.; K – атмосферное давление, кПа.

Атмосферное давление, используемое в этих расчетах, является давлением окружающей среды лабораторной комнаты во время испытания. Многие барометры–анероиды, подобные применяемым в метеорологических станциях и аэропортах, предварительно скорректированы так, чтобы показывать давление на уровне моря. При их использовании могут быть получены ошибочные результаты. Если атмосферное давление ниже или выше 101,3 кПа (760 мм рт. ст.), скорректированную т-ру вспышки или воспламенения (или ту и другую) округляют с точностью до 1°С.

Прецизионность метода. Повторяемость (сходимость) может превышать 8°С только в одном случае из двадцати. Воспроизводимость может превышать для т-ры вспышки 18°С, а для т-ры воспламенения 14°С только в одном случае из двадцати.

Отклонение (смещение) для данного метода испытания не установлено, так как т-ры вспышки и воспламенения могут быть определены только в условиях данного метода.

Статистическая оценка данных не выявила какого-либо существенного расхождения относительного отклонения между результатами по воспроизводимости, полученными ручным или автоматическим методами определения т-ры вспышки по Кливленду в открытом тигле для исследованных образцов, за исключением высоковязкого смазочного масла. В любом спорном случае т-ра вспышки, определенная ручным способом, должна рассматриваться как арбитражная.

ТЕМПЕРАТУРА ВСПЫШКИ ОСТАТОЧНЫХ ТОПЛИВ – показатель *воспламеняемости*, характеризующий пожарную безопасность остаточных топлив, т.е. т-ру до к-рой можно нагревать топливо. Стандартизованы два типа методов определения: *температура вспышки в открытом тигле* и *температура вспышки в закрытом тигле*. Использование топлив с низкой т-рой вспышки приводит к возрастанию пожароопасности, ухудшению условий труда вследствие выделения вредных паров, возникновению перебоев при всасывании мазута насосами, возможному вспениванию при подогреве, особенно в случае обводненности мазута.

ТЕМПЕРАТУРА ВСПЫШКИ ПРИБОРНЫХ МАСЕЛ не имеет прямого отношения к их работоспособности, но косвенно характеризует верхний температурный предел безопасного применения приборных масел. Определяют ее в открытом или закрытом тигле по ГОСТ 4333.

ТЕМПЕРАТУРА ВСПЫШКИ РЕАКТИВНОГО ТОПЛИВА – минимальная т-ра топлива, при к-рой его пары образуют в закрытом сосуде смесь с воздухом, способную воспламениться от внесенного постороннего источника зажигания. Для российских реактивных топлив т-ра вспышки определяется по ГОСТ 6356 в закрытом тигле. Для зарубежных топлив – по методу ASTM D 56. Отечественный метод отличается от зарубежного тем, что в процессе определения в нем предусматривается перемешивание топлива, в результате чего нижний концентрационный предел воспламенения, к-рый определяет т-ру вспышки, достигается при более низкой (примерно на 4°С) т-ре.

ТЕМПЕРАТУРА ВСПЫШКИ СОТС – характеризует температурные условия, при к-рых СОТС становится огнеопасным в открытом сосуде или при разливе. Т.в. СОТС применяют при классификации горючих СОТС по воспламеняемости. Т.в. СОТС определяется по ГОСТ 4333.

ТЕМПЕРАТУРА ЗАСТЫВАНИЯ – т-ра, при к-рой нефтепродукт в стандартных условиях теряет подвижность, называется т-рой застывания (ГОСТ 26098).

ТЕМПЕРАТУРА ЗАСТЫВАНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА – показатель, характеризующий *прокачиваемость топлива* и определяющий условия его хранения. Т.з.д.т. определяет условия складского хранения и нормируется ГОСТ 305, °С: для летнего – минус 10; для зимнего – минус 35; для арктического – минус 55. Определяют по ГОСТ 20287. Разность т-р помутнения и застывания большинства дизельных топлив без присадок составляет 5–10°С.

ТЕМПЕРАТУРА ЗАСТЫВАНИЯ ОСТАТОЧНЫХ ТОПЛИВ – показатель, характеризующий *прокачиваемость топлива* при низких т-рах. В зарубежных стандартах т-ра застывания не нормируется, а нормируется **температура текучести остаточных топлив** – самая низкая т-ра, при к-рой сохраняется текучесть топлива в охлажденном состоянии. Т-ра текучести определяется по ГОСТ 20287 (метод А), ASTM D 97, ISO 3016 и на 3°С выше т-ры застывания.

Т-ра застывания определяет поведение топлива в условиях перекачивания, слива, транспортирования и хранения. Зависит от двух основных факторов: качества перерабатываемой нефти и способа получения топлива. Т-ра застывания топочных мазутов марок 40 и 100 находится в пределах 22–25°С и практически постоянна при их хранении. Остаточные топлива, получаемые смешением остаточных и дистиллятных фракций, довольно нестабильны: их т-ра застывания (текучести) при хранении может повышаться на 4–15°С. Явление это присуще только топливам, содержащим остаточные компоненты.

Повышение т-ры застывания при хранении (регрессия) обусловлено взаимодействием парафиновых углеводородов и асфальтено-смолистых веществ с образованием более жесткой кристаллической структуры. Это свойство топлив затрудняет их применение и не позволяет гарантировать соответствующее качество после хранения и транспортирования. Регрессия т-ры застывания вызывает необходимость вырабатывать топлива с запасом качества по данному показателю, вовлекая в состав таких продуктов неоправданно большое количество дизельной фракции. Так, для получения флотского мазута Ф-5 в мазут вовлекают 50–60% дизельного топлива, а для получения топлива, удовлетворяющего требованиям ГОСТ 10585 по всем показателям качества, кроме т-ры застывания, достаточно 12,5-40% дизельного топлива.

На снижение Т.з.о.т. влияет т-ра застывания дистиллятной фракции. Нередко полагают, что чем она ниже, тем меньше дистиллятной фракции требуется для получения товарного мазута. Это справедливо до определенного содержания дистиллятного компонента в товарном мазуте (**рис. Т-7**). Практика показала, что для снижения т-ры застывания мазута (при использовании 10–50% дизельных фракций) необходимо, чтобы т-ра застывания дистиллятного компонента была не выше –(10–12)°С, в противном случае его содержание в смеси заметно возрастает. Напр., для получения остаточного топлива с т-рой застывания –10°С потребуется 25% дизельного топлива с т-рой застывания –2°С или 18% с т-рой застывания –12°С.

Большое влияние на т-ру застывания оказывают т-ра нагрева, скорость охлаждения, наличие

или отсутствие перемешивания и даже диаметр сосуда, в к-ром она определяется.

Рассчитать т-ру застывания или установить ее значение во времени не представляется возможным, т.к. нельзя учесть все факторы, влияющие на нее – продолжительность хранения, термические изменения, происходящие в процессе хранения. Учитывая нестабильность т-ры застывания, стандарты на флотский мазут и моторное топливо предусматривают гарантии изготовителя: по истечении 3 мес. хранения т-ра застывания не должна превышать установленного стандартом значения –5°С.

Для снижения т-ры застывания применяют депрессорные присадки, механизм действия к-рых заключается в модификации структуры кристаллизующегося парафина, препятствующей образованию прочной кристаллической решетки.

Т-ра застывания определяется экспериментально. Метод определения Т.з.о.т. регламентируется ГОСТ 20287 (метод Б).

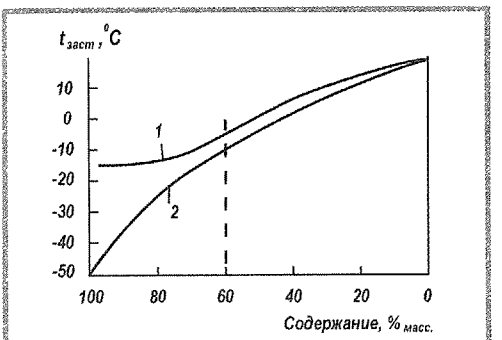


Рис. Т-7. Зависимость температуры застывания ($t_{заст.}$) прямогонного мазута от температуры застывания:
1 – дистиллятного компонента, $t_{заст.}$ – 15°С;
2 – денормализата процесса «Парекс», $t_{заст.}$ – 48°С

ТЕМПЕРАТУРА КАПЛЕПАДЕНИЯ АКТИВНОГО ВЕЩЕСТВА ПИНС. Для оценки показателя из образца ПИНС массой 5–10 г удаляют растворитель, как при определении массовой доли *активного вещества ПИНС*. Оставшийся сухой остаток анализируют по ГОСТ 6793.

ТЕМПЕРАТУРА КАПЛЕПАДЕНИЯ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК – эмпирический показатель, не характеризующий эксплуатационные свойства пластичных смазок. Тем не менее, он включен во многие зарубежные спецификации, отечественные ГОСТ, а также технические условия на пластичные смазки.

При повышении т-ры большинство пластичных смазок из пластичного состояния переходят в жидкотекучее. Для смазок, содержащих в качестве загустителя твердые углеводороды, мыла и многие органические вещества, такой переход связан с разрушением структурного каркаса, образованного загустителем, в результате его частичного или полного расплавления.

Т-ра каплепадения смазок не всегда обусловлена одними и теми же причинами. Напр., у солидолов падение первой капли связано с размягчением смазки и в какой-то мере может рассматриваться как верхний температурный предел их применения. Для других смазок падение первой капли является следствием их коллоидной нестабильности: капля состоит из выделившейся жидкой фазы, тогда как в объеме смазка сохраняет структуру. Иногда капля вообще не падает, или смазка сама выдавливается из чашечки в виде столбика. Последнее характерно для длинноволокнистых смазок, в частности некоторых сортов консталинов и бариевых смазок.

Обычно считают, что смазки можно применять при т-рах на 15–20°С ниже т-ры их каплепадения. Однако ряд смазок теряет свои свойства задолго до достижения этой т-ры.

В отличие от кристаллических тел пластичные смазки из-за сложного химического состава и фазовых превращений, происходящих в них при изменении т-ры, переходят в текучее состояние не сразу, а постепенно в нек-ром температурном интервале. Так, т-ра каплепадения литиевых смазок на основе углеводородных масел может достигать 190°С, в то время как максимальная т-ра их применения обычно не превышает 120–130°С.

Т-ру каплепадения определяют по ГОСТ 6793. Сущность метода заключается в определении т-ры, при к-рой происходит падение первой капли или касание дна пробирки столбика нефтепродукта, помещенного в чашечку прибора и нагреваемого в строго определенных условиях.

Наиболее близок к отечественному методу определения т-ры каплепадения по ГОСТ 6793 метод IP 31 (Великобритания). Метод оценки т-ры каплепадения приведен в унифицированном стандарте ASTM D 566, IP132, ANSI Z11.51, а также аналогичных стандартах FTMS 1421, DIN 51801 B1.1. Методы ASTM D 2265, ISO 6299 разработаны для испытания смазок при особо высоких т-рах, вплоть до 400°С.

Отечественные полуавтоматические аппараты «Капля-1» и «Капля-20» по конструкции и размерам основных деталей соответствующие стандарту ISO 6299, позволяют определять т-ру каплепадения как по методу ГОСТ 6793, так и методу ASTM D 2265.

ТЕМПЕРАТУРА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ. Методы определения.

ГОСТ 5066 (ИСО 3013-74) «Топлива моторные. Методы определения т-ры помутнения, начала кристаллизации и кристаллизации» распространяется на авиационные бензины, реактивные и дизельные топлива. Указанные показатели характеризуют процесс выделения растворенной воды и кристаллов парафинов при охлаждении.

Т-ру, при к-рой образовавшиеся в топливе при охлаждении кристаллы при нагревании исчезают, называют **температурой начала кристаллизации.**

Сущность метода определения Т.к. состоит в охлаждении образца топлива в пробирке с двойными стенками и термометром, помещенным в охлаждающую смесь, и регистрации т-ры исчезновения кристаллов углеводородов (**рис. Т-8**).

В чистую сухую пробирку с двойными стенками наливают 25 см³ испытуемого топлива и плотно закрывают пробкой с мешалкой и термометром. Добавляют одну каплю спирта в латунную трубку, к-рую закрепляют так, чтобы обеспечивалось свободное движение мешалки. Пробирку с испытуемым топливом помещают в сосуд с охлаждающей смесью. В ходе охлаждения пробы в охлаждающую смесь добавляют твердую углекислоту, чтобы т-ра смеси была на 20–25°С ниже т-ры пробы. Пробу топлива постоянно перемешивают, при этом витки спирали мешалки должны находиться ниже нижней части ртутного шарика термометра. Если известна ориентировочная т-ра начала кристаллизации, то до т-ры, превышающей ее приблизительно на 10°С, пробу перемешивают периодически, затем – непрерывно. Допускается механическое перемешивание.

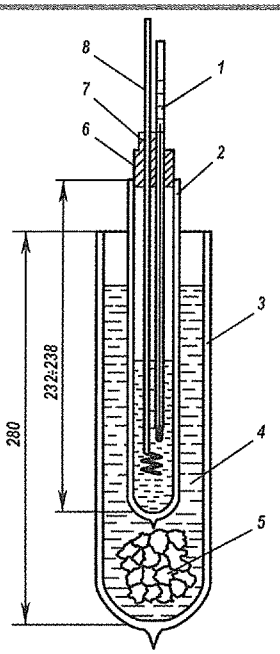


Рис. Т-8. Аппарат для определения температуры кристаллизации:

1 – термометр; *2* – пробирка с двойными стенками без серебряного покрытия типа сосуда Дьюара; *3* – сосуд типа сосуда Дьюара без серебряного покрытия; *4* – охлаждающая смесь; *5* – твердая углекислота; *6* – корковая пробка; *7* – устройство для задержания влаги; *8* – мешалка

В момент наблюдения за пробой перемешивание прерывают. При наблюдении не следует обращать внимание на помутнение пробы, вызванное присутствием воды, к-рое может появиться при т-ре около –10°С и не увеличиваться при дальнейшем ее снижении. Если помутнение мешает наблюдать образование кристаллов углеводородов, пробу высушивают над безводным сернокислым натрием. При появлении в пробе первых кристаллов углеводородов регистрируют т-ру. Ее принимают за т-ру начала кристаллизации с учетом поправки на погрешность термометра.

Пробирку с пробой вынимают из охлаждающей смеси и, постоянно перемешивая, наблюдают за испытуемым топливом при комнатной т-ре. Регистрируют т-ру, при к-рой полностью исчезают кристаллы углеводородов. Ее принимают за т-ру кристаллизации с учетом поправки на погрешность термометра.

Разница между обеими т-рами не должна превышать 3°С. В противном случае охлаждение и нагрев повторяют. За результат испытания принимают среднее арифметическое двух параллельных определений.

Метод метрологически аттестован, установлены точностные характеристики: повторяемость – 1°С; воспроизводимость – 3°С.

ISO 3013 «Топливо авиационное. Метод определения точки замерзания», ASTM D 2386 «Метод определения т-ры замерзания авиационных топлив», ASTM D 5972 «Авиационные топлива. Определение т-ры кристаллизации методом автоматического фазового перехода» (на основе к-рого разработан ГОСТ Р 52332) – зарубежные стандарты определения образования кристаллов в авиационном топливе. Термин «Температура замерзания» в зарубежных стандартах соответствует термину «Температура кристаллизации» в ГОСТ 5066.

Наличие кристаллов углеводородов в топливе может ограничивать поток топлива и вызвать забивку фильтров в топливной системе самолета.

Т-ра замерзания (кристаллизации) топлива должна быть всегда ниже минимальной рабочей т-ры топливного бака. По сущности метода, применяемой аппаратуре и процедуре испытаний ГОСТ 5066, ISO 3013 и ASTM D 2386 идентичны. Однако ISO 3013 и ASTM D 2386 имеют более высокие точностные характеристики: повторяемость – 0,8°С; воспроизводимость – 2,5°С.

Метод по ASTM D 5972 назван методом автоматического фазового перехода, т.к. в нем использованы процедуры автоматического охлаждения образца авиационного топлива до появления твердых кристаллов углеводорода, за к-рым следует регулируемое нагревание и регистрация т-ры, при к-рой твердые кристаллы углеводородов полностью расплавляются.

Предусмотрено использование устройства Peltier – термоэлектрического устройства твердой структуры, с различными полупроводниковыми материалами, конфигурация к-рых позволяет подводить теплоту к образцу для испытания и отводить ее в зависимости от направления электрического тока, подаваемого к устройству.

Испытание сводится к следующему: образец, непрерывно освещаемый источником света, охлаждают со скоростью 15±5°С/мин с помощью устройства Peltier. За образцом ведут непрерывное наблюдение с помощью матрицы оптических детекторов для определения первых твердых кристаллов углеводорода. После сформирования кристаллов образец подогревают со скоростью 10±0,5°С/мин до тех пор, пока последние кристаллы углеводорода не расплавятся и не перейдут в жидкую фазу. Т-ру образца, при к-рой последние кристаллы углеводорода переходят в жидкую фазу, регистрируют как т-ру замерзания.

Метод метрологически аттестован. Установлены высокие метрологические характеристики: повторяемость – 0,68°С; воспроизводимость – 1,3°С.

ГОСТ 18995.5 «Продукты химические органические. Методы определения температуры кристаллизации» – стандарт для определения т-ры кристаллизации (замерзания) химических органических продуктов (реактивов, особо чистых веществ и технических продуктов, кроме бензола). Устанавливает методы определения Т.к. от –50 до +250°С. Сущность метода заключается в наблюдении за изменением т-ры охлаждаемой жидкой или расплавленной пробы испытуемого вещества и установлении Т.к.

Т.к. от –30 до +150°С определяют в приборе Баумана-Фрома, от –10 до +140°С – в приборе Жукова, от –30 до +250°С – в приборе, состоящем из двух пробирок (**рис. Т-9**).

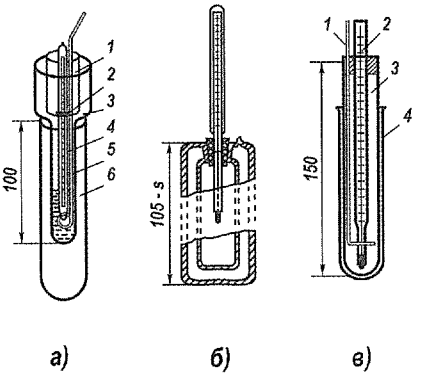


Рис. Т-9. Приборы для определения т-ры кристаллизацни.

а) Прибор Баумана-Фрома: *1* - насадка; *2* - резиновые кольца; *3* - цилиндрический сосуд.

б) Прибор Жукова.

в) Прибор из двух пробирок: *1* - мешалка; *2* - термометр; *3* - внутренняя пробирка; *4* - наружная пробирка

Прибор Баумана-Фрома (см. рис Т-9, *а*). Испытуемое вещество помещают в цилиндрический сосуд. При испытании твердого вещества его расплавляют при т-ре на 10–15°С выше предполагаемой Т.к. Слой расплавленного или жидкого вещества должен быть высотой 25–30 мм. В сосуд с расплавленным веществом помещают термометр и мешалку, к-рые после расплавления вещества не должны касаться дна и стенок цилиндрического сосуда, а ртутный резервуар термометра должен находиться в середине слоя вещества. Сосуд с испытуемым веществом вставляют в широкую пробирку, закрепленную на штативе.

Испытуемое вещество в приборе охлаждают на воздухе или погружением в охлаждающую баню, при этом жидкость осторожно перемешивают в цилиндрическом сосуде мешалкой, не касаясь дна и стенок прибора. Т-ра охлаждающей бани должна быть на 5–10°С ниже предполагаемой Т.к. испытуемого вещества.

При определении Т.к. вещества, способного переохлаждаться, т-ра сначала понижается ниже предполагаемой Т.к., затем самопроизвольно повышается (в этот момент прекращают перемешивание) и, достигнув максимума, остается на этом уровне в течение некоторого времени, а затем снова понижается. Минимальная т-ра перед началом самопроизвольного ее повышения не должна отличаться от найденной Т.к. более чем на 3°С. За Т.к. в данном случае принимают наивысшую т-ру.

При определении Т.к. непереохлаждающихся веществ с момента начала кристаллизации понижение т-ры прекращается, т-ра остается постоянной в течение некоторого времени (в этот момент также прекращают перемешивание) и снова начинает понижаться. За Т.к. в этом случае принимают т-ру, сохраняющуюся в течение кристаллизации.

Если образец остается жидким при т-ре более чем на 3°С ниже предполагаемой Т.к., испытание повторяют, используя свежую порцию вещества. Когда т-ра жидкости будет чуть ниже предполагаемой Т.к., добавляют «затравку» т.е. кристаллик испытуемого вещества, и вызывают кристаллизацию трением мешалки о стенки пробирки. При испытании жидких веществ «затравку» готовят сильным охлаждением небольшой порции вещества. Если вещество существует в нескольких полиморфных формах, «затравка» должна представлять наиболее стабильную модификацию (т.е. форму с наивысшей Т.к.).

Прибор Жукова (см. рис. Т-9, *б*). Расплавленное вещество помещают в подогретый прибор, заполняя его на 3/4 высоты, и закрывают корковой или резиновой пробкой со вставленным в нее термометром. Ртутный резервуар термометра должен находиться в середине слоя расплавленного вещества. Прибор предварительно нагревают в термостате при т-ре на 10–15°С выше предполагаемой Т.к. испытуемого вещества. При определении Т.к., превышающей комнатную т-ру более чем на 10°С, прибор с расплавленным веществом оставляют на воздухе. При определении более низких Т.к. прибор погружают в охлаждающую баню с т-рой примерно на 10°С ниже Т.к. испытуемого вещества. Расплавленное вещество осторожно перемешивают термометром, не касаясь дна и стенок прибора до тех пор, пока оно не начнет кристаллизоваться (вещество кристаллизуется без переохлаждения) или т-ра вещества не будет на 2–3°С ниже предполагаемой Т.к. (вещество способно переохлаждаться). Если при этом кристаллизация не начинается, то добавляют «затравку». С момента прекращения понижения т-ры или начала ее подъема перемешивание прекращают. Т.к. вещества отмечают так же, как при определении в приборе Баумана-Фрома.

Прибор, состоящий из двух пробирок (см. рис. Т-9, *в*). Жидкую или расплавленную пробу, подогретую на 5–10°С выше ожидаемой Т.к., заливают во внутреннюю пробирку на высоту до 60 мм. При ограниченном количестве пробы допускается заполнять пробирку на высоту до 35–40 мм. Допускается расплавлять пробу непосредственно в приборе и при т-ре на 20°С выше предполагаемой Т.к. В заполненную пробирку опускают мешалку и термометр так, чтобы нижний край ртутного резервуара был на 15 мм выше дна, а термометр и мешалка не касались дна и стенок пробирки. Затем внутреннюю пробирку с помощью корковой или резиновой пробки укрепляют в защитной пробирке.

Для определения Т.к. в диапазоне от комнатной т-ры до –35°С собранный прибор опускают в сосуд Дьюара (см. рис. Т-8) или баню, заполненную охлаждающей смесью с т-рой на 3–5°С ниже ожидаемой Т.к. Для определения Т.к. в диапазоне от комнатной т-ры до 100°С собранный прибор опускают в сосуд Дьюара или нагревательную баню, заполненную теплоносителем, т-ра к-рого на 5–10°С ниже ожидаемой Т.к. Для определения Т.к. в диапазоне 100–250°С собранный прибор опускают в нагревательную баню, заполненную теплоносителем, т-ра к-рого на 5–10°С ниже ожидаемой Т.к.

Пробу охлаждают, перемешивая мешалкой со скоростью 30–60 движений в минуту, и записывают изменения т-ры через каждые 30 с. Т-ра сначала равномерно понижается, затем при появлении кристаллов немного повышается и на короткое время остается постоянной, затем снова равномерно понижается. В момент кристаллизации перемешивание испытуемой пробы прекращают.

Повышение т-ры после охлаждения более чем на 1°С означает нежелательное переохлаждение пробы. В таком случае определение повторяют, увеличивая скорость перемешивания или добавляя несколько кристаллов «затравки» в начале кристаллизации.

Т.к. вещества отмечают так же, как при определении в приборе Баумана-Фрома.

В стандарте изложен метод графического определения Т.к. по кривой охлаждения.

За результат анализа принимают среднее арифметическое двух параллельных определений, абсолютное расхождение между к-рыми не превышает 0,2°С для термометров с ценой деления 0,1 и 0,2°С и 1°С для термометров с ценой деления 0,5°С. При использовании других приборов допускаемые абсолютные расхождения между результатами параллельных определений указывают в НТД на испытуемый продукт.

Допускаемая абсолютная суммарная погрешность результата ±0,2°С для термометров с ценой деления 0,1 и 0,2°С и ±1°С для термометров с ценой деления 0,5°С при доверительной вероятности P=0,95.

ASTM D 1015 «Метод определения т-ры замерзания высокочистых углеводородов». Сущность метода состоит в определении точной т-ры замерзания через интерпретацию кривых, построенных в координатах «т-ра – время» или по кривым плавления. Испытания проводят в специальном приборе. Метод метрологически аттесто-

ван: повторяемость – 0,005°С, воспроизводимость – 0,015°С. Применим для ароматических (бензол, толуол, ксилол) и других углеводородов.

ТЕМПЕРАТУРА НАЧАЛА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ АВИАЦИОННЫХ БЕНЗИНОВ – показатель прокачиваемости, т-ра начала образования кристаллов в условиях, регламентируемых ГОСТ 5066, ISO 3013. В методе ГОСТ 5066 т-рой начала кристаллизации считают ту, при к-рой кристаллы появляются, а в методе ISO ту, при к-рой кристаллы, образовавшиеся при охлаждении, исчезают. Разница между т-рами появления кристаллов и их исчезновения не должна превышать 3°С.

ТЕМПЕРАТУРА НАЧАЛА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ РЕАКТИВНОГО ТОПЛИВА – т-ра, при к-рой в топливе невооруженным глазом обнаруживаются кристаллы. Т-ра начала кристаллизации российских реактивных топлив определяется по ГОСТ 5066 (метод Б), зарубежных – по методу ASTM D 2386. По ГОСТ 5066 за Т.н.к.р.т. принимается т-ра, при к-рой в процессе охлаждения топлива в нем появляются кристаллы парафинов, по методу ASTM D 2386 – т-ра, при к-рой при нагреве топлива (предварительно охлажденном до появления кристаллов) в нем исчезают кристаллы парафинов. Т-ра, определенная по методу ГОСТ 5066 примерно на 3°С ниже, чем по ASTM D 2386.

ТЕМПЕРАТУРА ПЛАВЛЕНИЯ ВЫСОКООЧИЩЕННЫХ ТВЕРДЫХ ПАРАФИНОВ. Определяется по ГОСТ 4255. Для этого расплавленный твердый парафин заливают в прибор Жукова, представляющий собой небольшой стеклянный сосуд Дьюара, на 3/4 его высоты. Термометр устанавливают так, чтобы шарик находился приблизительно на середине высоты залитого твердого парафина. За 3–4°С до предполагаемой т-ры плавления содержимое прибора встряхивают, после чего прибор устанавливают на стол и пускают секундомер. Отмечают в первую минуту температуры через каждые 10 с, а затем через каждую минуту. Сначала столбик ртути понижается очень быстро, затем понижение замедляется и в определенный момент в течение 3–4 мин столбик ртути практически стоит на месте. Эта т-ра и является Т.п.в.т.п.

ТЕМПЕРАТУРА ПЛАВЛЕНИЯ ОЧИЩЕННЫХ ТВЕРДЫХ ПАРАФИНОВ. Определяют по ГОСТ 23683, п.3.2. Для этого на шарик термометра наносят каплю расплавленного твердого парафина. Затем термометр помещают в пробирку с корковой пробкой. Пробирку с термометром нагревают на водяной бане до тех пор, пока капля на термометре не расплавится. Затем пробирку с термометром охлаждают на воздухе, переводя ее все время из вертикального положения в наклонное. Т-ру, при к-рой капля твердого парафина затвердевает на шарике термометра, принимают за Т.п.о.т.п.

За рубежом т-ру плавления твердого парафина определяют по ASTM D 87–04. Метод аналогичен методу Жукова (см. *Т-ра плавления высокоочищенных твердых парафинов*), только образец заливают не в сосуд Дьюара, а в пробирку, к-рую помещают на корковой пробке в воздушную баню и затем уже воздушную баню помещают в водяную для охлаждения. Воздушная баня, водяная баня и крышка для них могут быть изготовлены в виде одного аппарата.

ТЕМПЕРАТУРА ПЛАВЛЕНИЯ ТВЕРДЫХ ПАРАФИНОВ И КОМПОЗИЦИЙ характеризует т-ру, при к-рой твердые парафины и композиции при охлаждении переходят из жидкого состояния в твердое кристаллическое, т.е. фактически характеризует т-ру кристаллизации, а не Т.п. Так, т-ра плавления (т-ра образования жидкой фазы) из твердого парафина, находящегося в кристаллическом состоянии, намного выше т-ры его кристаллизации в жидком состоянии. Эта разница составляет 1–10°С. Следует отметить, что данные по Т.п. в значительной степени зависят от метода определения и свойств твердого парафина (см. *Т-ра плавления высокоочищенных твердых парафинов*, *Т-ра плавления очищенных твердых парафинов*).

ТЕМПЕРАТУРА ПОМУТНЕНИЯ. Методы определения – т-ра, при к-рой топливо в условиях испытания начинает мутнеть. Т.п. в России определяют по **ГОСТ 5066 (ИСО 3013-74) «Топлива моторные. Методы определения т-ры помутнения, начала кристаллизации и кристаллизации».** Стандарт распространяется на авиационные бензины, реактивные и дизельные топлива и устанавливает методы: А – определение т-ры начала кристаллизации и кристаллизации и Б – определение т-ры помутнения и начала кристаллизации.

Сущность метода определения Т.п. заключается в охлаждении образца топлива, помещенного в охлаждающую смесь в пробирке с двойными стенками и термометром, и определении т-ры, при к-рой в топливе появляется муть. Для испытания подготавливают две чистые сухие пробирки с двойными стенками. Первая пробирка предназначена для испытания топлива в охлаждающей смеси. Во внутреннюю часть второй пробирки наливают испытуемое топливо до метки. Каждую из пробирок закрывают корковой пробкой с термометром и мешалкой. Вторую пробирку вставляют в качестве прозрачного эталона в прибор с зеркальным отражением света или при наличии хорошего проходящего света – в штатив для пробирок.

Первую пробирку с испытуемым образцом вставляют в охлаждающую смесь и понижают ее т-ру, добавляя углекислоту так, чтобы т-ра смеси постоянно была на 15±2°С ниже т-ры налитого в пробирку топлива. Т-ру помутнения определяют

без обезвоживания и с обезвоживанием испытуемого топлива.

Определение Т.п. топлива без обезвоживания проводят следующим образом. Топливо во время охлаждения перемешивают вручную или механически. За 5°С до ожидаемой т-ры помутнения пробирку вынимают из бани, быстро опускают в стакан со спиртом, а затем вставляют в прибор с зеркальным отражением света и наблюдают состояние топлива по сравнению с прозрачным эталоном.

При наличии хорошего проходящего света пробирку с испытуемым топливом вставляют вместо прибора с зеркальным отражением света в штатив для пробирок рядом с прозрачным эталоном. Если топливо по сравнению с прозрачным эталоном не изменилось, то пробирку снова опускают в баню и дальнейшее наблюдение проводят через каждый градус Цельсия. Сравнения с прозрачным эталоном проводят до тех пор, пока топливо не станет отличаться от эталона, т.е. когда в нем появится муть. Т-ра, при к-рой в испытуемом топливе появляется муть, принимается за Т.п. данного образца топлива.

Если требуется только проверить соответствие топлива по Т.п. норме, установленной в документации на продукт, то проверяют, останется ли топливо прозрачным при испытании по изложенной выше методике при т-ре на 1°С выше т-ры, установленной документом на топливо, и при т-ре, установленной этим документом.

Определение Т.п. с обезвоживанием (для дизельных топлив) проводят с предварительной фильтрацией его через сухой фильтр, а при наличии воды сначала обезвоживают свежепрокаленным измельченным сульфатом натрия или зернистым хлоридом кальция, дают хорошо отстояться и затем фильтруют через сухой фильтр. Далее поступают так, как указано выше.

Пробирку с испытуемым топливом и термометром помещают в водяную баню с т-рой 80–100°С и выдерживают до тех пор, пока т-ра топлива не станет равной 50±1°С. Готовят сосуд с охлаждающей смесью, добавляя в спирт столько углекислоты, чтобы т-ра охлаждающей смеси была на 10°С ниже намеченной т-ры испытуемого топлива. Уровень топлива в пробирке должен быть на 30–40 мм ниже уровня охлаждающей смеси.

Пробирку с испытуемым топливом вынимают из водяной бани, охлаждают до 30–40°С, а затем помещают в сосуд с охлаждающей смесью. Т-ру охлаждающей смеси поддерживают с точностью ±2°С. За 5°С до ожидаемой т-ры пробирку вынимают из охлаждающей смеси, быстро протирают снаружи спиртом, а затем наблюдают помутнение, как указано выше.

Проводят два определения. Для второго определения берут новый образец испытуемого топлива и наливают в чистую сухую пробирку.

За результат испытания принимают среднее арифметическое значение двух определений, руководствуясь при обработке результатов определения характеристиками прецизионности:

повторяемость (сходимость) – 1°С, воспроизводимость – 3,0°С.

За рубежом Т.п. определяют согласно ISO 3015, ASTM D 2500, IP 219, EN 23015. «Нефтепродукты. Метод определения температуры помутнения». Сущность метода во всех стандартах изложена идентично и состоит в охлаждении пробы с определенной скоростью и периодическом осмотре. Т-ру, ниже к-рой в нижней части плоскодонного лабораторного сосуда впервые появляется помутнение, регистрируют как Т.п. Эта т-ра самая низкая, при к-рой испытуемый продукт может быть использован.

Этот метод определения Т.п. состоит в следующем. Т-ру анализируемого образца доводят до т-ры не ниже чем на 14°С выше приблизительной Т.п., но не выше 49°С и удаляют малейшую влагу фильтрацией через неволокнистую фильтровальную бумагу до получения прозрачного продукта. Чистый образец наливают в испытательный сосуд до метки. Сосуд плотно закрывают корковой пробкой с подходящим термометром. Т-ру охлаждающей бани поддерживают от –1 до –2°С.

Показания термометра для измерения т-ры пробы снимают через 1°С, при этом испытательный сосуд быстро вынимают из рубашки, не взбалтывая образец, проверяют на помутнение и снова помещают в нее. Эта операция не должна занимать более 3 с. Если образец не помутнел до 10°С, его переносят в кожух во второй бане, где поддерживается т-ра от –18±1,5°С.

Для определения очень низких температур требуются дополнительные бани, причем в каждой бане должна поддерживаться т-ра в соответствии с **табл. Т-4.**

Т-4. Пределы температур бани и образца (ASTM D 2500)

Баня	Температура бани, °С	Температурный предел образца, °С
1	0±1,5	От начала испытания до 10
2	-18±1,5	От 9 до -6
3	-33±1,5	От -6 до -24
4	-51±1,5	От -24 до -42
5	-69±1,5	От -42 до -60

В каждом случае, когда в образце не наблюдается помутнение и его т-ра достигает самой низкой т-ры в диапазоне, установленном для используемой бани, сосуд переносят в следующую

баню. Показание термометра, при к-ром наблюдалось любое помутнение в образце на дне сосуда, подтверждаемое дальнейшим охлаждением, записывают как Т.п. с точностью до 1°С.

Прецизионность метода: повторяемость – 2°С, воспроизводимость – 4°С. Процедура этого метода не имеет смещения, поскольку Т.п. может быть определена только с помощью настоящего метода испытания.

Прецизионность метода ASTM D 2500–02 для смесей биодизельных топлив: повторяемость – 2°С, воспроизводимость – 3°С. Процедура выполнения настоящего метода испытания не имеет смещения.

ТЕМПЕРАТУРА ПОМУТНЕНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА – показатель, характеризующий *низкотемпературные свойства дизельного топлива*, а именно *прокачиваемость топлива*. Определяют как т-ру, при к-рой наблюдается образование кристаллической фазы. Бесперебойная работа автотракторной техники обеспечивается при т-ре окружающего воздуха выше т-ры помутнения топлива.

Т.п.д.т. зависит от суммарного содержания парафиновых углеводородов и их строения.

Её определяют по ГОСТ 5066, зарубежный аналог – ISO 3013. Согласно ГОСТ Р 52368–05, ТУ 38.401-58-296–05 и европейскому стандарту EN 590 Т.п.д.т. определяют по методу EN ISO 23015 (аналог – ASTM D 2500). Разница т-р помутнения летних сортов топлива, определенных по ГОСТ 5066 и EN ISO 23015, практически отсутствует. Для зимних сортов т-ра, определенная по EN ISO 23015, на 1–3°С ниже аналогичных показателей по ГОСТ 5066.

ТЕМПЕРАТУРА ПРИМЕНЕНИЯ ПЛАСТИЧНОЙ СМАЗКИ МАКСИМАЛЬНАЯ – т-ра, рекомендуемая в технической документации на смазку. Зависит от компонентного состава пластичной смазки и не может быть выше или равной т-ре плавления загущающего компонента. Т.п.п.с.м. определяется также испаряемостью, термической или термоокислительной стабильностью ее дисперсионной среды, прочностью структурного каркаса пластичной смазки и др. факторами.

ТЕМПЕРАТУРА ПРИМЕНЕНИЯ ПЛАСТИЧНОЙ СМАЗКИ МИНИМАЛЬНАЯ – т-ра, при к-рой вследствие возросшего внутреннего трения (эффективной вязкости пластичной смазки) мощность привода становится недостаточной для приведения механизма в движение или выхода его на нужный скоростной режим. Обычно условно считают, что это т-ра, при к-рой вязкость смазки, определенная по ГОСТ 7163 (при скорости деформации сдвига 10 $с^{-1}$), составляет 2000 Па·с. Однако для смазок, предназначенных для применения в маломощных или мощных механизмах, максимальная вязкость может быть соответственно ниже или выше. Для приработочных, узкоспециализированных, брикетных, консервационных, канатных, резьбовых смазок минимальная т-ра указывается в технической документацией на смазку.

ТЕМПЕРАТУРА РАЗМЯГЧЕНИЯ НЕФТЯНОГО БИТУМА – т-ра, при к-рой материал в стандартизированных условиях из относительно твердого состояния переходят в жидкое. При нагревании битумы не плавятся, а постепенно размягчаются. При превышении значения т-ры размягчения, установленного для конкретной марки битума, он переходит из вязкого состояния в жидкое. Принцип определения т-ры размягчения по методу кольца и шара (КиШ): два горизонтальных диска, сформованных из битума внутри медных или латунных колец, с постоянной скоростью (5°С/мин) нагревают в жидкой среде до тех пор, пока они выдерживают массу стандартного стального шарика. Т-ра размягчения – среднее значение двух т-р, при к-рых диски битума размягчаются до степени, достаточной, чтобы каждый шарик, окруженный испытуемым продуктом, переместился через кольцо вниз на расстояние 25,0±0,4 мм. Для т-ры размягчения от 30 до 80°С в качестве рабочей жидкости в ванне используют дистиллированную (или недавно прокипяченную) или деминерализованную воду, для т-ры размягчения от 80 до 150°С – глицерин. Методика определения данного показателя условна и научно не обоснована, однако широко применяется на практике. Условия определения т-ры размягчения нефтяного битума нормируются ГОСТ 11506 (СТ СЭВ 5473). Зарубежные аналоги – ASTM D 36, ASTM E 28, IP 58, ISO 4625-1, EN 1427, EN 13 179-1, BS 6782-6, JIS K2207.

ТЕМПЕРАТУРА САМОВОСПЛАМЕНЕНИЯ – самая низкая т-ра вещества (или его оптимальной смеси с воздухом), при нагреве до к-рой происходит резкое увеличение скорости экзотермических реакций, приводящее к возникновению пламенного горения.

Т-ра самовоспламенения углеводородов в значительной степени зависит от их строения. Наиболее высокой т-рой самовоспламенения обладают углеводороды с короткими боковыми цепями и конденсированными циклами.

ТЕМПЕРАТУРА СЛИПАНИЯ – т-ра, при к-рой две прижатые друг к другу полоски парафинированной бумаги слипаются настолько, что при их разделении поверхности полосок бумаги разрушаются на 50%.

ТЕМПЕРАТУРА СПОЛЗАНИЯ ЗАЩИТНОЙ ПЛЕНКИ ПИНС наряду с *т-рой каплепадения активного вещества ПИНС* характеризует верхний температурный предел применения.

Для формирования защитной пленки ПИНС стальные пластины размером 50х50х5мм погружают на 1 мин в стакан с ПИНС и сушат при комнатной т-ре в течение 24 ч. Затем с помощью растворителя очищают 2 см нижней части пластин от продукта. Пластины в вертикальном положении помещают в термостат с заданной т-рой на 3 ч. ПИНС считается выдержавшим испытание, если при заданной т-ре не перетекает за контрольную полосу на чистую часть пластины.

Т.с.з.п. ПИНС можно оценивать также по ГОСТ 6037. В этом случае ПИНС наносят на три стальные пластины так же, как указано выше, и помещают в термостат, нагретый до т-ры на 8°С ниже ожидаемой т-ры сползания. Т-ру повышают через каждые 30 мин на 2°С до тех пор, пока хотя бы на одной пластине не будет обнаружено сползание пленки ПИНС.

ТЕМПЕРАТУРА СПОЛЗАНИЯ ПЛАСТИЧНОЙ СМАЗКИ – см. *Склонность к сползанию пластичных смазок*.

ТЕМПЕРАТУРА ТЕКУЧЕСТИ ОСТАТОЧНЫХ ТОПЛИВ – см. *Т-ра застывания остаточных топлив*.

ТЕМПЕРАТУРА ХРУПКОСТИ НЕФТЯНОГО БИТУМА ($Т_{хр.}$) – т-ра, при к-рой материал разрушается под действием кратковременно приложенной нагрузки. Показатель $Т_{хр.}$ характеризует поведение битума в условиях пониженных температур. Битумы, полученные по технологии окисления сырья, имеют более низкие значения $Т_{хр.}$ при равной пенетрации, в сравнении с битумами, полученными по другим технологиям. Наиболее низкие значения $Т_{хр.}$ имеют битумы дорожных и кровельных марок. Для определения $Т_{хр.}$ применяют метод Фрааса, описанный в ГОСТ 11507 (СТ СЭВ 5031). Условия определения строго стандартизированы и идентичны нормативам, заложенным в IP 80, EN 12 593, JIS K2207. Сущность методов заключается в измерении т-ры, при к-рой на пленке битума толщиной 0,1 мм и массой 0,4 г, нанесенной на поверхность стандартной стальной пластинки, при охлаждении со скоростью 1°С/мин и при изгибе пластинки по радиусу 9 мм, появляется сквозная трещина. Увеличение толщины пленки материала на пластинке, так же как увеличение скорости охлаждения и уменьшение радиуса изгиба пластинки приводят к значениям $Т_{хр}$, превышающим значения для того же материала, но полученным при стандартных условиях. Стандарт EN 12 591 не включает этот показатель в число обязательных для определения, поскольку в странах с мягким климатом он не информативен.

ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕКУЧЕСТИ И ЗАСТЫВАНИЯ. Методы определения. Низкотемпературные свойства нефтепродуктов характеризуются в первую очередь т-рами застывания или текучести. Т-ра, при к-рой нефтепродукты теряют текучесть, зависит от химического состава и в первую очередь от содержания в них высокомолекулярных парафиновых углеводородов с относительно высокой т-рой плавления.

Переход нефтепродуктов из жидкого состояния в твердое совершается не при определенной т-ре, как у индивидуальных химических соединений, а в интервале температур. Он всегда имеет промежуточную стадию помутнения, а затем загустевания, в к-рой нефтепродукт постепенно теряет подвижность и застывает. Т-ра застывания нефтепродукта не является его физической характеристикой, а носит условный характер. Значение этой величины важно, особенно при изучении циркуляции масла в смазочной системе двигателя, при транспортировании, а также при производстве и применении нефтепродуктов.

Потеря подвижности нефтепродуктов связана не только с присутствием парафинов: во время охлаждения жидкие углеводороды постепенно становятся более вязкими и застывают в труднодвижную массу. Существенное влияние на т-ру застывания оказывает присутствие асфальтосмолистых веществ, к-рые обволакивают частички парафина и затрудняют образование кристаллической решетки. Поэтому, если у двух нефтей или нефтепродуктов одинаково содержание парафина, то т-ра застывания будет выше у продукта с меньшим содержанием смолистых веществ. При механическом перемешивании кристаллическая решетка парафина разрушается, и т-ра застывания нефтепродукта снижается. Поэтому даже застывшие нефтепродукты после перемешивания могут снова переходить в подвижное состояние и перекачиваться насосами по трубопроводам.

Т-ра застывания, определенная по стандартной методике, не всегда позволяет правильно судить о прокачиваемости нефтепродукта через систему при низких т-рах. Предельная т-ра прокачиваемости выше т-ры застывания.

Т-ра застывания зависит также от предварительного подогрева продукта, при к-ром взвешенные частички парафина распределяются в продукте более равномерно, что способствует адсорбции асфальтосмолистых веществ на частичках парафина и приводит к некоторому понижению т-ры застывания.

На т-ру застывания помимо состава и свойств продукта влияют скорость и условия охлаждения, диаметр пробирки, в к-рой проводят определение, и др. факторы.

ГОСТ 20287 «Нефтепродукты. Методы определения т-ры текучести и застывания». Сущность метода состоит в охлаждении предварительно подготовленного образца в сосуде с охлаждаю-

щей смесью, т-ру к-рой заранее устанавливают на 5°С ниже намеченной для определения т-ры застывания. Установленную т-ру охлаждающей смеси поддерживают с точностью ±1°С. Когда продукт в пробирке примет т-ру, намеченную для определения застывания, пробирку наклоняют под углом 45° и, не вынимая из охлаждающей смеси, держат в таком положении в течение 1 мин. После этого пробирку с муфтой осторожно вынимают из охлаждающей смеси, быстро вытирают муфту и наблюдают, не сместился ли мениск испытуемого продукта.

При определении т-ры застывания ниже 0°С в муфту перед испытанием помещают 0,5–1,0 см³ серной кислоты, олеума или др. осушителя. Если мениск сместился, то пробирку вынимают из муфты, снова подогревают до 50±1°С и проводят новое определение при т-ре на 4°С ниже предыдущей до тех пор, пока при некоторой т-ре мениск не перестанет смещаться. Если мениск не сместился, то пробирку вынимают из муфты, снова подогревают до 50±1°С, проводят новое определение застывания при т-ре на 4°С выше предыдущей до тех пор, пока при некоторой т-ре мениск будет смещаться.

После нахождения границы застывания (перехода от подвижности к неподвижности или наоборот) определение повторяют, понижая или повышая т-ру испытания на 2°С до тех пор, пока не будет установлена такая т-ра, при к-рой мениск продукта остается неподвижным, а при повторном испытании при т-ре на 2°С выше не смещается. Эту т-ру фиксируют, как установленную для данного опыта.

Для установления т-ры застывания продукта проводят два определения, начиная второе определение с т-ры на 2°С выше установленной при первом определении. При проверке т-ры застывания, установленной в нормативном документе на нефтепродукты, смотрят, смещается ли мениск этого продукта после его испытания при т-ре на 2°С выше установленной.

За т-ру застывания испытуемого нефтепродукта принимают среднее арифметическое результатов двух определений.

Прецизионность: повторяемость результатов испытаний (r=2) с 95%-ной доверительной вероятностью не превышает 2°С, воспроизводимость (R=8) с 95%-ной доверительной вероятностью не превышает 8°С.

ISO 3016 «Масла нефтяные. Метод определения температуры текучести» дан в приложении к ГОСТ 20287. В зарубежной практике т-ра текучести выше т-ры застывания. Испытания на потерю текучести проводят в тех же условиях, что и определение т-ры застывания. Фиксируют т-ру, при к-рой образец теряет подвижность, и к полученному значению т-ры прибавляют 3°С. Это и есть условное значение т-ры текучести нефтепродукта.

Температура текучести масла – самая низкая т-ра, при к-рой текучесть масла в охлажденном состоянии сохраняется при условиях, установленных стандартом. После предварительного нагревания пробу охлаждают с определенной скоростью и через каждые 3°С проверяют подвижность. Наиболее высокая т-ра, при к-рой наблюдается движение масла, считается т-рой текучести. Испытание проводят в аппарате, показанном на **рис. Т-10.**

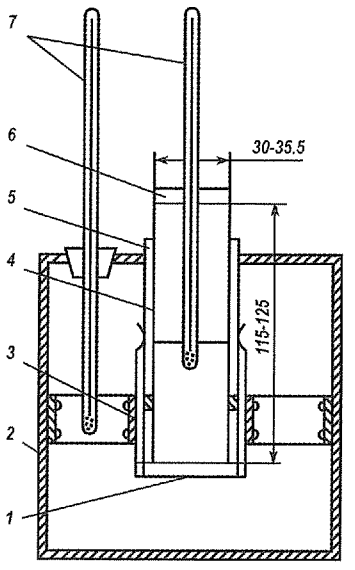


Рис. Т-10. Аппарат для определения т-ры текучести:

1 – диск; *2* – баня; *3* – прокладка; *4* – пробирка; *5* – муфта; *6* – корковая пробка; *7* – термометры

Для испытания в пробирку наливают светлое масло до отметки уровня или между двумя вытравленными отметками. Если необходимо, то масло нагревают в водяной бане до состояния, при к-ром его легко вылить в пробирку. Если пробу нагревали выше 45°С в течение предшествующих 24 ч или неизвестны тепловые свойства пробы, то перед испытанием пробу выдерживают в течение 24 ч при комнатной т-ре.

При испытании продукта с высокой т-рой текучести пробирку закрывают пробкой и вставляют термометр. Необходимо, чтобы пробка плотно закрывала пробирку, термометр и пробирка были соосными, а шарик термометра был погружен так, чтобы начало капилляра находилось на 3 мм ниже поверхности масла.

Масло в пробирке подвергают предварительной обработке. В ГОСТ 20287 изложены особенности охлаждения испытуемого образца в зависимости от интервала, в к-ром находится ожидаемая т-ра текучести: выше 33°С, от +33 до –33°С, ниже –33°С. Т-ру в охлаждающей бане поддерживают с точностью от –1 до +2°С. Проводят цикл охлаждения, перемещая муфту с пробиркой последовательно в несколько бань, различающихся т-рой охлаждения: т-ра каждой последующей бани должна быть на 17°С ниже т-ры предыдущей. Подвижность продукта проверяют через каждые 3°С при наклоне пробирки. Как только прекращается текучесть масла в пробирке, последнюю устанавливают в горизонтальном положении и наблюдают за поведением масла. Если в течение 5 с будет обнаружено какое-либо смещение поверхности масла (время измеряют секундомером), то сразу же помещают пробирку в муфту и повторяют испытание при т-ре на 3°С ниже предыдущей. Муфта может быть оставлена в бане или перемещена с пробиркой. Не следует помещать пробирку непосредственно в охлаждающую среду.

Испытание продолжают до момента, при к-ром масло не течет, если сосуд находится в горизонтальном положении в течение 5 с. Записывают показания термометра и проводят второе определение. Прибавляют 3°С к записанной т-ре, что является т-рой текучести.

Прецизионность метода: сходимость с 95%-ной доверительной вероятностью не должна превышать 6°С.

ASTM D 97 «Метод определения температуры текучести» в отличие от ISO 3016, распространяющегося на нефтяные масла, **распространяется на любой нефтепродукт.** Сущность метода состоит в охлаждении предварительно нагретого образца с определенной скоростью и оценке текучести через каждые 3°С. Минимальную т-ру, при к-рой еще наблюдается течение образца, принимают за т-ру текучести. Аппаратура, процедура испытания, обработка результатов и прецизионность аналогичны изложенным в ISO 3016.

ASTM D 5853 «Метод определения температуры текучести сырых нефтей» Т-ра текучести сырой нефти характеризует самую низкую т-ру, при к-рой нефть может использоваться в определенных условиях. Предусмотрены две процедуры определения т-ры текучести сырых нефтей до –36°С: метод А – для определения максимальной т-ры текучести, а метод Б – для минимальной. Максимальная и минимальная т-ры текучести обеспечивают температурный диапазон, при к-ром сырая нефть в зависимости от условий ее предварительной обработки может находиться как в жидком, так и в твердом состоянии.

Метод может использоваться как дополнительный при определении характеристик режима текучести при низких т-рах. Он особенно важен для определения влияния добавок к нефти (модификаторов парафинов) на текучесть сырой нефти.

Метод А для определения максимальной (высшей) т-ры текучести. Образец помещают в испытательную пробирку до метки. При необходимости повторно нагревают испытуемый образец до т-ры не менее чем на 20°С выше ожидаемой т-ры текучести, но не выше 60°С. Немедленно закрывают испытательную пробирку корковой пробкой с установленным термометром для определения высоких температур помутнения и текучести или с термометром для определения т-ры плавления, если ожидаемая т-ра текучести выше 36°С. Регулируют положение корковой пробки и термометра так, чтобы она была установлена плотно, оси термометра и пробирки совпадали, а шарик (резервуар) термометра был погружен настолько, чтобы начало капилляра было расположено на 3 мм ниже поверхности испытуемого образца. Выдерживают испытательную пробирку с испытуемым образцом при комнатной т-ре (от 18 до 24°С) не менее 24 ч.

Если ожидаемая т-ра текучести выше 36°С, пробу нагревают до т-ры на 9°С выше ожидаемой т-ры текучести. Если ожидаемая т-ра текучести ниже 36°С, пробу нагревают до 45±1°С. Т-ру водяной бани для нагревания пробы поддерживают при 48±1°С или при т-ре на 12°С выше ожидаемой т-ры текучести в зависимости от того, какая т-ра выше.

Как только испытуемый образец достигает требуемой т-ры, снимают корковую пробку с термометром и осторожно перемешивают испытуемый образец лопаточкой или подобным инструментом. Снова устанавливают корковую пробку с термометром на место.

Необходимо, чтобы диск, прокладка и внутренняя поверхность кожуха были чистые и сухие. Диск устанавливают на дно кожуха в охлаждающую среду за 10 мин до установки пробирки. Допускается использовать крышку кожуха во время его охлаждения. Испытательную пробирку из водяной бани вынимают и вытирают насухо тканью. Устанавливают прокладку на испытательную пробирку на расстоянии 25 мм от дна. Испытательную пробирку помещают в кожух первой бани, т-ра в к-рой 21°С, и наблюдают за т-рой текучести образца. Нельзя устанавливать испытательную пробирку непосредственно в охлаждающую среду.

Принимают специальные меры предосторожности, чтобы сохранить пробный образец и не допустить смещение термометра в нем. Любое нарушение пористой кристаллической структуры

парафинов будет приводить к получению более низкой т-ры текучести и ошибочным результатам.

Т-ру текучести выражают положительными или отрицательными числами, кратными 3°С. Начинают наблюдение за состоянием пробного образца при т-ре на 9°С выше ожидаемой т-ры текучести. При каждом показании термометра, кратном 3°С ниже начальной т-ры, испытательную пробирку вынимают из кожуха, удаляют влагу с поверхности испытательной пробирки. Затем немного наклоняют пробирку для определения движения пробного образца в пробирке. Если движение есть, немедленно вставляют испытательную пробирку обратно в муфту. Общее время извлечения и обратной установки пробирки не должно превышать 3 с.

Если пробный образец не теряет подвижность при достижении т-ры 30°С, то испытательную пробирку переносят в баню с более низкой т-рой в следующем порядке: если т-ра пробного образца достигает 30°С, то устанавливают испытательную пробирку в баню с т-рой 0°С; если т-ра пробного образца достигает 9°С, то испытательную пробирку устанавливают в баню с т-рой –18°С; если т-ра пробного образца достигает –9°С, то испытательную пробирку устанавливают в баню с т-рой –33°С; если т-ра пробного образца достигает –24°С, то испытательную пробирку устанавливают в баню с т-рой –51°С.

Как только пробный образец теряет подвижность при наклоне пробирки, пробирку устанавливают в горизонтальное положение, выдерживают в течение 5 с, точно контролируя время по показанию таймера, и внимательно наблюдают за состоянием пробного образца. При наличии какого-либо движения испытуемого образца немедленно устанавливают испытательную пробирку обратно в муфту и повторяют испытание на текучесть при следующей т-ре на 3°С ниже.

Продолжают испытания таким способом до тех пор, пока не будет достигнута т-ра, при к-рой не будет наблюдаться какого-либо движения пробного образца при удерживании испытательной пробирки в горизонтальном положении в течение 5 с. Записывают измеренное значение т-ры испытания.

Если т-ра пробного образца достигает –36°С и все еще наблюдается какое-либо движение, то испытание прекращают.

Метод Б для определения минимальной (низшей) т-ры текучести. Помещают 50 г испытуемого образца в чистый аппарат высокого давления (**рис. Т-11**). При необходимости повторно нагревают испытуемый образец до т-ры не менее чем на 20°С выше ожидаемой т-ры текучести, но не выше 60°С.

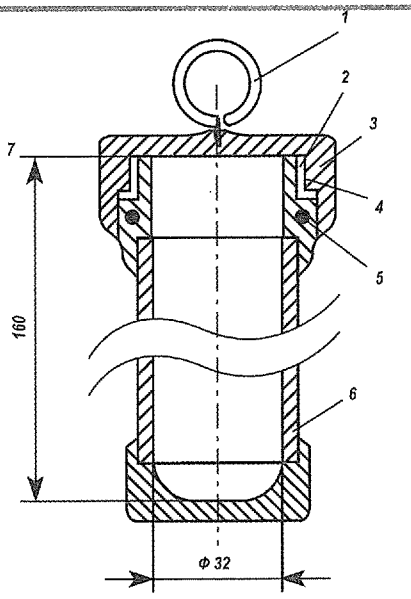


Рис. Т-11. Аппарат высокого давления для определения минимальной (низшей) т-ры текучести:

1 – подъемная петля; *2* – широкая канавка для сброса давления; *3* – крышка с насечкой; *4* – упорная резьба; *5* – фаска внутри крышки для защиты уплотнительного кольца при закрытии бомбы; *6* – бесшовная труба; *7* – уплотнительное кольцо из синтетической резины, не содержащей серы

ДНП сырых нефтей при т-рах выше 60°С обычно превышает 100 кПа. При таких условиях может произойти разрыв пробоотборного контейнера. Открытие контейнера может привести к вспениванию с последующей потерей пробы и возможному нанесению травм персоналу. Резиновое кольцо должно быть установлено на месте, а крышка плотно завинчена.

Аппарат высокого давления нагревают в масляной бане или с помощью любых других средств до т-ры 105±2°С и выдерживают при этой т-ре в течение не менее 30 мин. Далее аппарат вынимают из масляной бани, насухо вытирают поверхность сосуда, осторожно встряхивают для гомогенизации пробы (получения однородности содержимого) и охлаждают при комнатной т-ре в течение 20 мин. Аппарат осторожно открывают, образец переносят в испытательную пробирку (заполняемую до уровня метки), к-рую предварительно нагревают в водяной бане при т-ре 48±1°С.

После нахождения при т-ре окружающей среды в течение 20 мин т-ра испытуемого образца будет составлять примерно 50°С. ДНП при этой т-ре все еще может превышать 100 кПа. При этих условиях также следует соблюдать осторожность.

Немедленно закрывают испытательную пробирку корковой пробкой с установленным термометром для определения высоких температур помутнения и текучести или с термометром для определения т-ры плавления, если ожидаемая т-ра текучести выше 36°С. Корковая пробка должна быть установлена плотно, оси термометра и пробирки должны совпадать, а шарик (резервуар) термометра должен быть погружен настолько, чтобы начало капилляра было расположено на 3 мм ниже поверхности испытуемого образца. Далее поступают аналогично методу А.

Добавляют 3°С к зарегистрированной т-ре и записывают результат как максимальную (высшую) т-ру текучести, определенную по методу А или как минимальную (низшую) т-ру текучести, определенную по методу Б.

Прецизионность метода: с 95%-ной доверительной вероятностью повторяемость (сходимость) по методу А (высшая т-ра текучести) равна 3,1°С, по методу Б (низшая т-ра текучести) – 5,8°С; воспроизводимость по методу А (высшая т-ра) равна 18,0°С, по методу Б (низшая т-ра) – 22,0°С;

ТЕОРИЯ ДЕЙСТВИЯ СОТС – основы современных представлений о влиянии смазочно-охлаждающей среды на процессы трения, пластифицирования и диспергирования металлических тел при их механической обработке. Т.д. СОТС предусматривает изучение теоретических основ образования на соприкасающихся поверхностях инструмента и обрабатываемого материала непрерывных разделительных смазочных пленок, сводящие к минимуму их трение, износ, повреждение и сваривание при обработке резанием и давлением.

Т.д. СОТС базируется на трудах П.А.Ребиндера, А.С.Ахматова, С.Я.Вейлера, Г.И.Епифанова, В.И.Лихтмана, Е.Д.Щукина, Ф.П.Боудена, Д.А.Тейбора и др. Их труды положили начало широкому использованию ПАВ в композициях смазочных материалов, в том числе СОТС для обработки металлов. Большой вклад в изучение механизма действия СОТС при резании металла внесли работы М.И.Клушина, В.Н.Латышева, Л.В.Худобина и М.Б.Гордона. Проведенные ими исследования позволили дать общую картину действий СОТС при поступлении в зону резания. Разработанные при этом положения о влиянии воздуха, кислорода, воды и активных компонентов СОТС на процессы, происходящие в контактной зоне, являются шагом вперед на пути создания теории действия СОТС и решения проблемы создания новых, эффективных СОЖ.

Вместе с тем на данном этапе наука о влиянии СОТС на процессы обработки металлов не располагает детальным описанием механизмов химических реакций, протекающих на контактных поверхностях. Не установлены в ряде случаев состав и свойства смазочных пленок на контактных поверхностях инструмента, стружки и заготовки. Предстоит изучить в полной мере, какие физические, химические, термоэлектрические и другие процессы являются переобладающими (доминирующими) при выполнении конкретных операций обработки металлов резанием и в какой степени можно регулировать (ограничивать или устранять) эти процессы с помощью СОТС.

ТЕПЛОВЫЕ СВОЙСТВА НЕФТЯНОГО БИТУМА. К показателям Т.с.н.б. относятся удельная теплоемкость, коэффициенты теплопроводности и объемного расширения, т-ра вспышки.

Удельная теплоемкость – показатель тепловых свойств, практически одинаков для различных битумов. С повышением т-ры на 1° она увеличивается на 1,34–3,26 Дж/(кг·К). В области температур размягчения битумов 40–100°С и в интервале рабочих температур от 0 до 300°С теплоемкость определяют по уравнению:

$$c=4{,}187/\sqrt{\rho}(0{,}403+0{,}00081\,t),$$

где c – теплоемкость, кДж/(кг·К); ρ – плотность при 15°С, кг/м³; t – рабочая т-ра, °С.

Наличие твердых парафинов в битуме способствует повышению теплоемкости и нарушению ее линейной зависимости от т-ры. В среднем удельная теплоемкость битумов составляет, Дж/(кг·К): при 0°С – 1674,72; при 100°С – 1884,06; при 200°С – 2093,40; при 300°С – 2302,74.

Коэффициент теплопроводности практически одинаков для любых битумов и незначительно уменьшается с возрастанием т-ры. При 0°С он равен 1,51–1,69, при 20°С – 1,45–1,57, при 40°С – 1,4–1,5 Вт/(м·К). Теплопроводность нефтяных битумов сравнительно мала, поэтому они находят применение в качестве теплоизоляционных материалов.

Коэффициент объемного расширения при повышении т-ры на 1° в интервале 60–300°С для дорожных битумов находится в пределах 0,000033–0,000042.

Т-ра вспышки битума в открытом тигле и обычно превышает 220°С. По этому показателю судят о наличии низкокипящих фракций в сырье и готовом битуме, а также об их взрыво- и пожароопасности в процессах производства и применения битумов.

ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ – перенос теплоты от более нагретых частей тела к менее нагретым, приводящий к выравниванию т-ры. При Т. перенос энергии осуществляется в результате непосредственной передачи энергии от частиц (молекул, атомов, электронов), обладающих большой энергией к частицам с меньшей энергией.

ТЕПЛОТА ИСПАРЕНИЯ (то же, что и теплота парообразования) – количество теплоты , к-рое необходимо сообщить веществу в равновесном изобарно-изотермическом процессе, чтобы перевести его из жидкого состояния в газообразное.

ТЕПЛОТА СГОРАНИЯ БЕНЗИНА – экспериментально определяется сжиганием навески в калориметрической бомбе при условиях, регламентированных ГОСТ 21261. Имеются стандартные расчетные методы оценки: по значениям плотности и анилиновой точки (ГОСТ 11065); по формуле Д.И. Менделеева при заданном содержании в бензине углерода, водорода, кислорода и серы (см. также *Теплота сгорания топлива*).

Теплота сгорания стехиометрической топливовоздушной смеси (для двигателей с искровым зажиганием) всех сжиженных, газообразных и жидких топлив находится в пределах 3500–3700 кДж/м³.

ТЕПЛОТА СГОРАНИЯ ОСТАТОЧНЫХ ТОПЛИВ – характеристика, от к-рой зависит расход топлива, особенно в судовых энергетических установках, т.к. при использовании топлива с более высокой теплотой сгорания увеличивается дальность плавания. При тепловых расчетах запаса хода на корабле учитывают теплоту сгорания безводного и беззольного топлива.

Стандарты на остаточные топлива регламентируют низшую теплоту сгорания. Для котельных топлив она находится в пределах 39900–41454 кДж/кг при плотности 940–970 кг/м³. Теплота сгорания высокосернистых топлив всегда ниже, чем сернистых или малосернистых. Зная соотношение углерода и водорода и плотность топлива по номограмме (**рис. Т-12**) можно найти низшую теплоту сгорания.

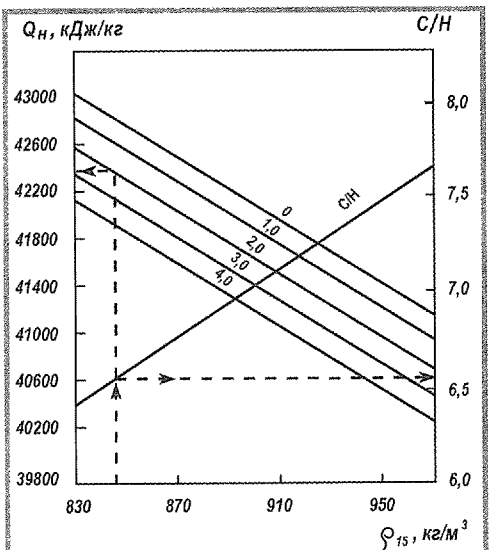


Рис. Т-12. Номограмма для определения низшей теплоты сгорания топлив $Q_н$ в зависимости от плотности ρ_{15} и соотношения C/H (цифра у линии – содержание серы, %)

ГОСТ 21261 регламентирует метод определения высшей теплоты сгорания и вычисление низшей. Сущность метода заключается в полном сжигании массы испытуемого жидкого топлива в калориметрической бомбе в среде сжатого кислорода и измерении количества теплоты, выделившейся при сгорании топлива и вспомогательных веществ, а также при образовании водных растворов азотной и серной кислот в условиях испытания (см. также *Теплота сгорания топлива*).

ТЕПЛОТА СГОРАНИЯ РЕАКТИВНОГО ТОПЛИВА – показатель, характеризующий экономичность двигателя. Также как и *полнота сгорания реактивного топлива* влияет на дальность полета летательного аппарата. Экономичность двигателя улучшается с увеличением полноты и теплоты сгорания. Для дозвуковых самолетов, не имеющих больших ограничений по объему топливных баков, определяющий показатель теплоты сгорания – массовая теплота сгорания, для сверхзвуковых самолетов, объем топливных баков к-рых строго лимитирован, превалирующее значение приобретает объемная теплота сгорания. Для всех марок реактивных топлив стандартами регламентируется массовая теплота сгорания, объемная регламентируется косвенно, так как она представляет собой произведение массовой теплоты сгорания на его плотность.

Теплота сгорания топлива зависит от его углеводородного состава. Массовая теплота сгорания обусловливается отношением водорода и углерода (H/C): наибольшее для парафиновых и наименьшее для ароматических углеводородов. По мере увеличения молекулярной массы парафиновых углеводородов (т.е. повышения их т-ры кипения) массовая теплота сгорания снижается, а ароматических углеводородов (в случае увеличения молекулярной массы за счет боковых алкильных групп) наоборот – повышается.

В теплотехнических расчетах двигателей внутреннего сгорания применяется только низшая теплота сгорания, к-рая с достаточной точностью может быть вычислена по эмпирическим формулам, учитывающим данные по *анилиновой точке* и плотности. Такой расчетный метод определения низшей удельной теплоты сгорания реактивных топлив приведен в ГОСТ 11065. Зарубежный расчетный метод (ASTM D 4529) отличается от отечественного только тем, что в нем предусмотрена поправка на содержание серы.

Учитывая, что содержание серы в российских реактивных топливах не превышает 0,3% масс., эта поправка составляет не более 0,1% от значения низшей теплоты сгорания. Все отечественные стандартные реактивные топлива имеют примерно одинаковые значения низшей теплоты сгорания (на уровне 43000 кДж/кг).

Теплота сгорания определяется по ГОСТ 21261 путем полного сжигания в колориметрической бомбе навески топлива в среде сжатого кислорода, насыщенного водяным паром, с последующим подведением теплового баланса. Зарубежная методика экспериментального определения теплоты сгорания (ASTM 4809) идентична отечественной.

ТЕПЛОТА СГОРАНИЯ ТОПЛИВА – количество тепла, выделяющегося при полном сгорании единицы массы или объема топлива. Показатель характеризует потенциальный запас энергии топлива и влияет на мощность теплового двигателя. Различают теплоту сгорания низшую (без учета тепла, выделяемого при конденсации водяных паров) и высшую (с учетом тепла, выделяемого при конденсации паров воды), обозначаемые $Q_н$ и $Q_в$ соответственно.

ТЕРМИЧЕСКАЯ И ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ СМАЗОЧНОГО МАСЛА является важным требованием к маслу, поскольку в условиях хранения, эксплуатации, технологических операциях неизбежен их контакт с кислородом воздуха и, как следствие, наличие окисления, приводящего к нежелательному изменению вязкости, кислотного числа, появлению различных кислородсодержащих соединений. На скорость и глубину окисления, кроме т-ры, существенно влияет присутствие материалов, загрязнений органического и неорганического характера, продуктов коррозии. Эти вещества катализируют процесс окисления.

Стабильность масел к окислению повышается при введении в основу антиокислителей – органических соединений с различным механизмом действия, а также комбинаций антиокислителей.

ТЕРМИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ (термостойкость) (ГОСТ 26098, ISO 1998/2) – способность нефтепродукта сопротивляться химической деструкции при высоких т-рах.

ТЕРМИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК – способность смазок сохранять эксплуатационные свойства при повышенных т-рах. В этих условиях смазки подвержены термоупрочнению, разжижению, испарению, чрезмерному выделению дисперсионной среды. Термоупрочнение смазки может вывести из строя подшипники качения и другие узлы, поскольку смазка перестает поступать в зону трения.

ТЕРМИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ ПРИБОРНЫХ МАСЕЛ. Для приборных масел характерно использование их в различных газовых средах. Это относится, в первую очередь к маслам, предназначенным для эксплуатации в приборах, помещаемых в замкнутые системы, заполненные сухим воздухом или (в большинстве случаев) инертными газами – азотом, аргоном или гелием. В этом случае работоспособность приборных масел зависит от их термической стабильности.

Для оценки термической стабильности приборных масел используется ампульный метод, суть к-рого заключается в определении изменений их физико-химических свойств (вязкости, кислотного числа, испаряемости, образования осадков) в результате термостатирования масла в запаянной ампуле в среде аргона.

Предварительно для испытуемого масла определяют исходные константы: вязкость при 50 или 100°С по ГОСТ 33, кислотное число по ГОСТ 5985, испаряемость по ГОСТ 7934.1 за 20 ч при заданной т-ре.

В ампулы из термостойкого стекла (молибденового или пирекса) наливают по 5 мл испытуемого приборного масла. Один образец масла испытывается параллельно в двух ампулах. В ампулы, заполненные маслом, опускают капилляры, через к-рые производят продувку аргоном в течение 2 ч, после чего ампулы запаивают в токе аргона. Запаянные ампулы помещают в термостат, нагретый до заданной т-ры. Т-ру и продолжительность испытания устанавливают в зависимости от химической природы масла. После окончания испытания ампулы охлаждают до комнатной т-ры, вскрывают. Фиксируют внешний вид масла и ампулы: изменение цвета масла, расслоение, образование осадка, нагара и отложений на стенках ампулы. Затем масло отфильтровывают при наличии осадка и для него определяют те же константы, к-рые определяли для исходного масла.

На основании двух параллельных определений рассчитывают среднее арифметическое значение вязкости, кислотного числа и испаряемости масла после термической деструкции. Допустимое расхождение между параллельными определениями для всех показателей (вязкости, кислотного числа и испаряемости) не должно превышать 20% от среднего арифметического.

На основании полученных данных рассчитывают:

1) изменение вязкости масла (% к исходной) по формуле $(\nu_{кон.}-\nu_{исх.})\cdot 100/\nu_{исх.}$, где $\nu_{кон.}$ и $\nu_{исх}$ – конечная и исходная вязкость масла;

2) изменение кислотного числа как разность между значением кислотного числа после и до испытания;

3) изменение испаряемости как разность между значениями испаряемости масла после и до испытания.

Визуально оценивают состояние масла после испытания.

ТЕРМОКОНТАКТНОЕ КОКСОВАНИЕ (ТКК) В ПСЕВДООЖИЖЕННОМ СЛОЕ НЕФТЯНОГО ПОРОШКООБРАЗНОГО КОКСА. В отличие от *замедленного коксования* процесс ТКК является непрерывным, высокопроизводительным, технологически более универсальным, позволяющим перерабатывать разнообразные нефтяные остатки, включая природные битумы коксуемостью 7–50% масс.

Целевой продукт – дистилляты, направляемые на последующую каталитическую переработку в высококачественные моторные топлива, **побочный** – порошкообразный кокс – малоценный продукт, что является недостатком этого процесса.

Схема процесса (**рис. Т-13**). Установка состоит из реакторного блока и блока разделения газообразных и жидких продуктов коксования. Реакторный блок включает реактор *1* с парциальным конденсатором *2* (скруббером), коксонагреватель *3* с сепаратором-холодильником *4*.

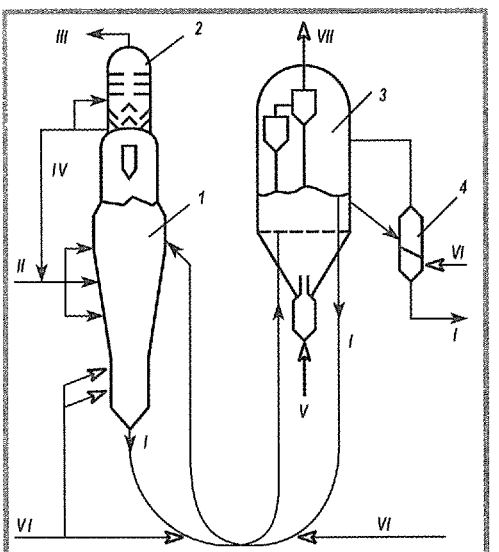


Рис. Т-13. Принципиальная технологическая схема установки термоконтактного коксования (ТКК):

1 – реактор; *2* – парциальный конденсатор; *3* – коксонагреватель; *4* – сепаратор.

Потоки: *I* – порошкообразный кокс; *II* – сырье; *III* – парообразные продукты реакции; *IV* – рециркулят; *V* – воздух; *VI* – водяной пар; *VII* – дымовые газы

Сырье, нагретое до 260–360°С, вводят в реактор через систему форсунок в псевдоожиженный слой частиц кокса. Форсунки размещают по окружности и высоте слоя в несколько ярусов. На крупных установках число форсунок достигает 100.

Пары и газы продуктов коксования после выхода из псевдоожиженного слоя проходят через циклонные сепараторы, где улавливается основная часть коксовой пыли, и поступают в парциальный конденсатор *2*. На верх последнего для орошения подается охлажденный тяжелый газойль. За счет контакта паров продукта с рециркулятом конденсируются наиболее тяжелые компоненты паров и улавливается коксовая пыль, не задержанная в циклонах, к-рая возвращается в реактор. Далее продукты разделяют на газ, бензиновую фракцию (НК=160°С или НК=220°С), легкий газойль (КК=350–370°С) и тяжелый газойль (КК = 500–565°С). Кокс выводят через нижнюю отпарную секцию реактора, оборудованную 7–10 рядами отбойных элементов, обеспечивающих равномерное распределение и улучшающих контактирование водяного пара, подаваемого на отпарку, и выводимого кокса. Водяной пар одновременно выполняет функцию псевдоожижающего агента. Транспортирование кокса из реактора в коксонагреватель и обратно осуществляют также подачей водяного пара в соответствующие коксопроводы. Нагревают кокс до 600–620°С в коксонагревателе *3* за счет теплоты сгорания части кокса. Дымовые газы, покидающие псевдоожиженный слой, проходят двухступенчатые циклоны, где от них отделяется и возвращается в слой коксовая пыль, затем поступают в котел-утилизатор (на схеме не показан). Поскольку количество сжигаемого кокса меньше вновь образуемого, избыток его в виде фракции более крупных частиц непрерывно выводят из системы через сепаратор-холодильник *4*, менее крупные частицы возвращаются в коксонагреватель.

По качеству газы и дистиллятные фракции процесса близки аналогичным продуктам замедленного коксования. Жидкие продукты процесса, содержащие значительное количество непредельных соединений, ароматических углеводородов, серы и азота, обычно подвергают гидрогенизационной обработке на установках гидроочистки. Во многих случаях такую обработку осуществляют в смеси с прямогонными фракциями. Бензины установки ТКК часто в смеси с газойлем используют как сырье каталитического крекинга. Тяжелый газойль после гидроочистки, как правило, направляют вместе с прямогонным вакуумным газойлем на каталитический крекинг.

Кокс установки ТКК может использоваться как энергетическое топливо или подвергаться газификации с получением низкокалорийного топливного газа или технологических газов (водорода или смеси водорода и оксида углерода). Качество кокса оценивается по показателям: влажность, массовая доля летучих веществ, содержание серы, зольность (см. *Нефтяной кокс*). При использовании в энергетике определяют теплотворную способность по общепринятым для твердых видов топлив методам испытаний.

ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА – см. *Химическая стабильность дизельного топлива*.

ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ И КОРРОЗИОННАЯ АКТИВНОСТЬ АВИАЦИОННЫХ МАСЕЛ И ЖИДКОСТЕЙ ДЛЯ АВИАЦИОННЫХ ГИДРОСИСТЕМ (ГОСТ 20944). Для их определения применяют прибор, представляющий собой широкую стеклянную пробирку с вводом в нижней части для подачи воздуха и пропускания его через 100 г испытуемого продукта. В испытуемый продукт погружены различные металлические пластины. Испытания проводят при нормируемых для каждой жидкости т-ре, скорости подачи воздуха и времени испытания. После окончания опыта определяются: внешний вид жидкости (изменение цвета), изменение кислотного числа, массовый показатель коррозии всех металлов. Все эти показатели нормируются.

ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ МАСЕЛ ДЛЯ АВИАЦИОННЫХ ГТД В ОБЪЕМЕ МАСЕЛ (ГОСТ 23797). Сущность метода заключается в оценке изменения свойств авиационных масел (вязкости, кислотного числа, наличия осадкообразования, коррозии на металлах-катализаторах) при пропускании воздуха в количестве 10 дм^3/ч в течение 50 ч через 100 см^3 нагретого до определенной т-ры масла с погруженными в объем масла металлическими пластинками из стали, меди и алюминия. Т-ра эксперимента и предельные значения показателей масла устанавливаются на каждый сорт масла. Прибор представляет собой стеклянный реактор, соединенный с приемником конденсата, с обратным шариковым холодильником и трубкой для подачи воздуха с подвешенными на нее пластинками металлов.

ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ ПРИБОРНЫХ МАСЕЛ – определяется для композиций приборного масла с антиокислителем. Для повышения Т.с.п.м. особенно приборных масел специального назначения, в составе масел используют антиокислительные присадки, такие как алкилированные ароматические амины, алкилированные фенолы, металлсодержащие присадки. Для уменьшения каталитического действия металлов, особенно меди и ее сплавов, в композицию приборных масел вводят антикоррозионные присадки типа гетероциклических азотсодержащих соединений, напр. бензотриазол.

Т.с.п.м. при воздействии т-ры и кислорода воздуха – один из важнейших факторов, определяющих работоспособность приборных масел. Загустевание масла в процессе окисления, образование осадков, накопление кислых продуктов, приводящих к коррозии конструкционных материалов – все это вызывает изменение чувствительности приборов, выход их из строя. Для приборных масел оценка термоокислительной стабильности приобретает особенно важное значение в связи с длительным ресурсом работы без возможности замены масла в процессе эксплуатации.

Для оценки Т.с.п.м. используется метод «микроВТИ», разработанный в ОАО «ВНИИ НП». Согласно этому методу применяются микрореакторы, позволяющие проводить окисление всего 5–10 мл масла. Образец масла подвергают окислению воздухом при заданной т-ре в течение 50 ч. Так как летучие продукты окисления, образующиеся при эксплуатации масла, не возвращаются в жидкую фазу, окисление по методу «микроВТИ» производится без возврата летучих продуктов в присутствии металлов, наиболее широко используемых в подшипниках (сталь ШХ-15, латунь Л-62). Оценочные параметры – изменение агрегатного состояния масла, вязкости, кислотного числа, коррозия металлических пластинок.

ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ РЕАКТИВНОГО ТОПЛИВА – характеристика склонности к образованию твердых нерастворимых осадков при высоких т-рах. Т.с.р.т. определяется в статических (ГОСТ 11802) и динамических (ГОСТ 17751) условиях.

По ГОСТ 11802 топливо окисляется кислородом воздуха в замкнутом сосуде в присутствии медного катализатора. 50 мл топлива наливают в стеклянный стакан, к-рый помещают в стальную бомбу, снабженную манометром для контроля герметичности бомбы в процессе опыта. Соотношение объемов воздуха и топлива – 3,5:1 (50 мл топлива и 175 мл воздуха). Топливо в бомбе выдерживают 4 ч при 150°С в приборе ТСРТ-2, представляющем собой металлическую болванку-термостат с четырьмя гнездами для размещения снаряженных бомб. Т.с.р.т. оценивают по количеству образовавшихся нерастворимых осадков, растворимых и нерастворимых смол.

По ГОСТ 17751 топливо в количестве 28 л в течение 5 ч прокачивается через узел нагрева, включающий в себя обогреваемые трубку и контрольный фильтр. От контакта с наружной поверх-

ностью трубки топливо нагревается до 150°С, через металлический фильтр топливо проходит при 180°С. Т.с.р.т. оценивают по цвету отложений на трубке и перепаду давлений на фильтре.

Термоокислительная стабильность зарубежных реактивных топлив (напр. Jet A-1) определяют только в динамических условиях по методу ASTM D 3241 на приборе JFTOT путем прокачивания 0,45 л топлива сначала через образованный двумя соосными трубками кольцевой канал и затем через контрольный фильтр. Внутренняя трубка нагревается проходящим через нее электрическим током. Топливо прокачивается в течение 150 мин при т-ре воздуха 260°С в точке по оси канала внутренней обогреваемой трубки, близкой к ее выходному сечению. Т.с.р.т. оценивают по цвету отложений на наружной поверхности трубки-подогревателя и по перепаду давления на фильтре.

ТЕРМООКИСЛЯЕМОСТЬ НЕФТЕПРОДУКТА – *термостойкость нефтепродукта* в присутствии кислорода или воздуха (ГОСТ 26098).

ТЕРМОПЛАСТИЧНАЯ ДОБАВКА – компонент *композиций на основе твердых углеводородов*, служащий для изменения ее свойств, плавящийся при нагреве и растворяющийся в твердых парафинах и нефтяных церезинах.

ТЕРМОСТОЙКОСТЬ НЕФТЕПРОДУКТА – физико-химическое свойство, определяющее способность нефтепродукта противостоять химическим превращениям под действием высоких температур. Зависит от технологии производства нефтяной основы, содержания синтетических добавок и антиокислительных присадок.

ТЕРМОУПРОЧНЕНИЕ ПЛАСТИЧНОЙ СМАЗКИ – изменение предела прочности смазки под воздействием т-ры. Свойства большинства пластичных смазок после нагревания (до т-ры на 50–100°С ниже т-ры плавления) и охлаждения практически не меняются. Однако отдельные смазки (напр. сажевые, на натриевых мылах синтетических жирных кислот, некоторые комплексные мыльные смазки) после кратковременного нагрева и последующего охлаждения термоупрочняются – их предел прочности повышается, причем иногда в десятки и даже сотни раз. В результате смазка может перестать поступать к рабочим поверхностям, что приводит к быстрому выходу узла трения из строя.

Термоупрочнение оценивают по ГОСТ 7143 (метод А) на прочномере СК (**рис. Т-14**), измеряя предел прочности смазки перед выдержкой при повышенной т-ре и после нее. Смазку помещают между двумя соосными цилиндрами *11* и *12* (эти цилиндры в собранном виде составляют датчик прибора), имеющими глубокие продольные насечки.

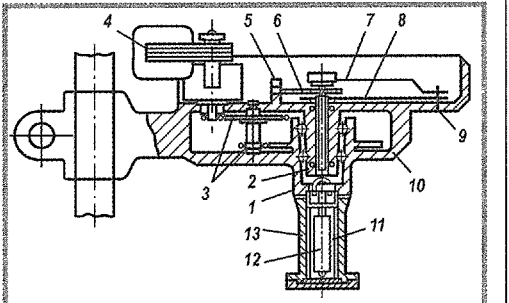


Рис. Т-14. Прочномер СК для оценки термоупрочнения смазок:

1 – приводная втулка; *2* – ось; *3* – понижающий редуктор; *4* – электродвигатель; *5* – цилиндрическая колонка; *6* – пружина; *7* – контрольная стрелка; *8* – стрелка-фиксатор; *9* – шкала; *10* – корпус; *11* – внешний цилиндр; *12* – внутренний цилиндр; *13* – смазка

Усилие, соответствующее началу сдвига смазки в кольцевом зазоре между цилиндрами, фиксируется пружинным динамометром 6 и соответствует пределу прочности смазки. Для определения термоупрочнения смазки ею заполняют два датчика, один из к-рых помещают в термостат и выдерживают при т-ре и в течение времени, указанных в технических условиях на испытуемую смазку, например 120°С и 1 ч. С помощью первого датчика, не подвергавшегося термообработке, измеряют предел прочности $\tau_п'$ исходной смазки, а с помощью второго, подвергавшегося термообработке, – $\tau_п''$. Термоупрочнение (%) вычисляют по формуле $T=[(\tau_п''-\tau_п')/\tau_п']\cdot 100$.

ТЕТРАМЕР – см. *Полимер*.

ТЕХНИКА ПРИМЕНЕНИЯ СОТС – оборудование, механизмы, устройства и приборы, предназначенные для реализации технологического процесса применения СОТС при механической обработке металлов.

ТЕХНИЧЕСКАЯ КОМПЕТЕНТНОСТЬ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ – способность выполнять технические требования, обеспечивающие проведение испытаний по профилю лаборатории и стабильность функционирования лаборатории в рамках возложенных на нее задач (ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025).

ТЕХНИЧЕСКИЕ МОЮЩИЕ СРЕДСТВА И ДЕЗИНФЕКТАНТЫ ДЛЯ СИСТЕМ ЦИРКУЛЯЦИИ СОТС – средства используемые для очистки и дезинфекции систем подачи и циркуляции СОТС в металлообрабатывающих станках.

Порошкообразные технические моющие средства и дезинфектанты. При промывке оборудования часто используют технические моющие средства (ТМС) общего назначения – высоко щелочные порошкообразные ТМС, к-рые выпуска-

ются отечественной промышленностью и зарубежными фирмами. Они представляют собой смеси таких традиционных компонентов, как кальцинированная сода, силикат натрия, смесь солей фосфорной кислоты с небольшой добавкой ПАВ, ингибиторов коррозии и т.п. ТСМ общего назначения для дизенфекции систем хранения, транспортирования и подачи СОТС применяют вместе с биоцидными присадками. Эффективность мытья ТМС возрастает с повышением т-ры моющих растворов до 50–70°С.

Основной недостаток применения порошкообразных ТМС – способность образовывать солевые налеты на оборудовании, вызывать нарушение стабильности эмульсий и растворять масла, смазывающие направляющие станков. При концентрации 1–2% они могут вызвать коррозию металлической части станка, склонны к слеживанию, медленно растворяются в воде и имеют невысокие моющие свойства при т-ре окружающей среды.

Порошкообразные ТМС используются для очистки систем циркуляции СОТС по специальной технологии, к-рая исключает их попадание в рабочие растворы СОТС.

Жидкие технические моющие средства и дезинфектанты. Более перспективным является применение жидких ТМС. Они лучше совмещаются с большинством водосмешиваемых СОТС. При этом можно использовать те же дозаторы и насосы, к-рые применяются для приготавливания и циркуляции СОТС. А способ очистки оборудования без промывного раствора путем добавки жидких ТМС в отработанное СОТС позволяет уменьшить количество сточных вод и сократить простой оборудования на слив и перезаправку отработанных эмульсий, мытье и дезинфекцию емкостей.

Моюще-дезинфицирующие средства (МДС) характеризуются комплексом моющих, дезинфицирующих, смазывающих свойств и совместимостью с водосмешиваемыми СОТС. Это позволяет использовать МДС без специальной дополнительной остановки оборудования на очистку и замену технологической среды. Моющая основа МДС содержит ПАВ: смачиватели, эмульгаторы, моечные агенты, к-рые диспергируют нерастворимые загрязнения и обеспечивают агрегатную стойкость рабочим эмульсиям. Также они содержат добавки, к-рые удерживают в растворимом состоянии нек-рую часть загрязнений и обеспечивают повторное осаждение этих загрязнений на поверхности

Дезинфектанты, входящие в состав МДС, проявляют микробиологическую активность при более низких концентрациях, чем при использовании их в качестве индивидуальных растворов. Присутствуют в МДС диспергаторы и эмульгаторы, облегчающие доступ биоцидных присадок раствора к микробиологическим клеткам (грибам), в то же время при индивидуальном использовании дезинфектанты частично адсорбируются на загрязнениях, и их биоцидные свойства ослабляются.

Разнообразие компонентного состава загрязнений водосмешиваемых СОТС требует использования дезинфектантов, совместимых со смазочными продуктами, к-рые имеют фунгицидную и бактерицидную активность.

Дезинфицирующие добавки, применяемые в композициях МДС, не снижают их моющего действия и сохраняют антимикробную активность в присутствии моющей основы, органического загрязнителя, металлических примесей, а также при продолжительном хранении и транспортировании.

Роль смачивателей, диспергаторов, эмульгаторов и стабилизаторов в составе МДС выполняют полифункциональные *поверхностно-активные вещества к СОТС*: сульфонаты и алкилсульфонаты, мыла жирных кислот, оксиэтиллированные спирты, амиды, алкилфенолы, эфиры фосфорной кислоты и высших жирных спиртов и т.п.

Для улучшения стабильности композиций МДС и ее способности растворять смолистые компоненты загрязнений СОТС в состав МДС иногда вводят растворители.

В качестве биоцидных добавок используют формальдегид-содержащие компоненты, четвертичные аммониевые соли, производные фенола и.т.д. Благодаря рациональному подбору компонентов МДС имеют определенный комплекс физико-химических и эксплуатационных свойств. Компонентный состав МДС развивается под влиянием изменения ассортимента СОТС.

Эффективность МДС определяют относительно того загрязнения, к-рое имеет наиболее значительное влияние на срок службы эмульсий СОТС.

Наиболее известными являются такие МДС: Mildet G/M (фирма Mill Oil, Италия), System Cliner (фирма British Petroleum, Англия), System Cliner E (фирма Mobil Oil, США), Reiniger RAST (фирма Hoechst, Германия), Preventol CMK (фирма BASF, Германия) и др.

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ИСПЫТАНИЙ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ – средства, используемые для испытаний, классифицируемые по их функциональному назначению, применению и метрологическим признакам. Классификация технических средств, находящихся в эксплуатации, установлена в действующей рекомендации по метрологии МИ 2418–97 «ГСИ. Классификация и применение

Т-5. Средства измерений общепромышленного и целевого назначения, применяемые для измерений и испытаний состава и свойств нефти, нефтепродуктов и продуктов нефтехимического производства

Наименование, тип	Нормативная и техническая документация, регламентирующая применение средств измерений
1	2
Вискозиметры капиллярные стеклянные	ГОСТ 33 "Нефтепродукты. Прозрачные и непрозрачные жидкости. Определение кинематической вязкости и расчет динамической вязкости"
Вискозиметр автоматический капиллярный типа АКВ	ГОСТ 7163 "Нефтепродукты. Метод определения вязкости автоматическим капиллярным вискозиметром"
Вискозиметры ротационные типа Реотест	ГОСТ 26581 "Смазки пластичные. Метод определения эффективной вязкости на ротационном вискозиметре" ГОСТ 1929 "Нефтепродукты. Метод определения динамической вязкости на ротационном вискозиметре"
Ареометры типа АН для нефти с поправкой на каждой оцифрованной отметке	ГОСТ 3900 "Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности"
Ареометры типа АНТ для нефти	ГОСТ Р 51069 "Нефть и нефтепродукты. Метод определения плотности, относительной плотности и плотности в градусах API ареометром"
Пикнометры	То же
Плотномеры лабораторные и поточные	Методики измерений массы нефти и нефтепродуктов
Ареометры для спирта	Методика измерений при количественном анализе
Влагомеры нефти и нефтепродуктов лабораторные и поточные	То же
Анализаторы солей в нефти электрометрические	-"-
Электроды измерительные и вспомогательные для потенциометрических измерений, измерений активности ионов	ГОСТ 6307 "Нефтепродукты. Метод определения наличия водорастворимых кислот и щелочей" ГОСТ 21534 "Нефть. Методы определения содержания хлористых солей" ГОСТ 17323 "Топливо для двигателей. Метод определения меркаптановой и сероводородной серы потенциометрическим титрованием"
Иономеры, pH-меры. Титраторы потенциометрические, кулонометрические и др.	ГОСТ 11362 (ИСО 6619-88) "Нефтепродукты и смазочные матвриалы. Число нейтрализации. Метод потенциометрического титрования" ГОСТ 30050 "Нефтепродукты. Общее щелочное число. Метод потенциометрического титрования хлорной кислотой" ГОСТ 8997 "Нефтепродукты. Электрометрический метод определения бромных чисел и непредельных углеводородов" ГОСТ 17323 Топливо для двигателей. Метод определения меркаптановой и сероводородной серы потенциометрическим титрованием" ГОСТ Р 52030 (ASTM D 3227-99) "Нефтепродукты. Потенциометрический метод определения меркаптановой серы" ГОСТ Р 52247 (ASTM D 4929. Методы А, Б) "Нефть. Методы определения хлорорганических соединений"
Хроматографы	ГОСТ 13379 "Нефть. Определение углеводородов C_1-C_6 методом газовой хроматографии". ГОСТ 14920 "Газ сухой. Метод определения компонентного состава" ГОСТ 10679 "Газы углеводородные сжиженные. Метод определения углеводородного состава" ГОСТ 2706.2 "Углеводороды ароматические бензольного ряда. Хроматографический метод определения основного вещества и примесей в бензоле, толуоле и ксилоле". ГОСТ 29040 "Бензины. Метод определения бензола и суммарного содержания ароматических углеводородов". ГОСТ Р 51941 (ASTM D 4420-94) "Бензины. Газохроматографический метод определения ароматических углеводородов" ГОСТ 9536 "Спирт изобутиловый технический. Технические условия". ГОСТ 25559 "Парафины нефтяные жидкие. Метод определения содержания примесей и расчет содержания *н*-апканов"

Окончание табл. Т-5

1	2
Масс-спектрометры	Определение химического состава жидких и твердых парафинов. Определение группового углеводородного и компонентного состава фракций нефти и нефтепродуктов
Калориметры сжигания с бомбой жидкостные	ГОСТ 21261 "Нефтепродукты. Метод определения высшей теплоты сгорания и вычисление низшей теплоты сгорания"
Рефрактометры	ГОСТ 15886 "Масла нефтяные. Метод определения смол". ГОСТ 12329 "Нефтепродукты и углеводородные растворители. Метод определения анилиновой точки и ароматических углеводородов"
Микроскопы	ГОСТ 9270 "Масла и смазки пластичные. Метод определения механических примесей в камере счисления". ГОСТ 9490 "Материалы смазочные жидкие и пластичные. Метод определения трибологических характеристик на четырехшариковой машине"
Спектрофотометры типа СФ (VIS-UF)	ГОСТ 17749 "Топливо для реактивных двигателей. Спектрофотометрический метод определения содержания нафталиновых углеводородов". ГОСТ 22385 "Кислоты синтетические жирные. Фотометрический метод определения эфирного числа . ГОСТ 27808 "Парафины нефтяные жидкие. Определение ароматических углеводородов спектрофотометрическим методом. Методика выполнения измерений". Экоаналитический контроль. ГОСТ 28828 "Бензины. Метод определения свинца"
Спектрометры ИК	ГОСТ Р 51930 (ASTM D 4053-98) "Бензины автомобильные и авиационные. Определение бензола методом инфракрасной спектроскопии". ГОСТ Р 52256 (ASTM D 5845) "Бензины. Определение МТБЭ, ЭТБЭ, ТАМЭ, ДИПЭ, метанола, этанола и трет-бутанола методом инфракрасной спектроскопии". ГОСТ Р 52240 (ASTM D 1091) "Масла смазочные и присадки. Методы определения фосфора"
Фотоэлектроколориметры	ГОСТ 7423 "Бензины авиационные. Метод определения содержания параоксидифениламина". ГОСТ 20924 "Бензины автомобильные и авиационные. Метод определения интенсивности окраски". ГОСТ 10364 "Нефть и нефтепродукты. Метод определения ванадия". ГОСТ Р 51942 (ASTM D 3237-97) "Бензины. Определение свинца методом атомно-абсорбционной спектрометрии". ГОСТ Р 51925 (ASTM D 3831-98) "Бензины. Определение марганца методом атомно-абсорбционной спектрометрии". ГОСТ 1057 "Масла селективной очистки. Метод определения содержания фенола и крезола". ГОСТ 19296 "Масла нефтяные. Фотоэлектроколориметрический метод определения натровой пробы"
Слектрометры рентгенофлуоресцентные (энерго- и волнодисперсионные)	ГОСТ Р 52247 (ASTM D 4929) "Нефть. Методы определения хлорорганических соединений". ГОСТ Р 51947 (ASTM D 4294-98) "Нефть и нефтепродукты. Определение серы методом энергодисперсионной рентгенофлуоресцентной спектрометрии"
Газоанализаторы промышленные автоматические	ГОСТ 14920 "Газ сухой. Метод определения компонентного состава" ГОСТ 11382 "Газы нефтепереработки. Метод определения содержания сероводорода"
Анализаторы давления насыщенных паров нефти и нефтепродуктов (метод расширения)	ГОСТ Р 52340 (ASTM D 6377) "Нефть. Определение давления паров методом расширения"
Прибор УОСТ-100 СКП для определения удельной электрической проводимости	ГОСТ 25950 "Топливо для реактивных двигателей с антистатической присадкой. Метод определения удельной электрической проводимости"

Т-6. Испытательное оборудование (аппараты)

Наименование, тип	Стандарт на методы испытаний
1	2
Общие методы испытаний	
Аппарат типа ПОСТ для определения серы ускоренным методом	ГОСТ 1437 "Нефтепродукты темные. Ускоренный метод определения серы"
Аппарат типа АРНС для разгонки нефтепродуктов	ГОСТ 2177 (ИСО 3405) "Нефтепродукты. Методы определения фракционного состава"
Аппаратура типа АКОВ для количественного определения содержания воды	ГОСТ 2477 "Нефть и нефтепродукты. Метод определения содержания воды"
Аппарат КНС-1	ГОСТ 2667 "Нефтепродукты светлые. Метод определения цвета"
Аппарат для определения содержания фосфора, серы, хлора сжиганием в бомбе	ГОСТ 3877 "Нефтепродукты. Метод определения серы сжиганием в калориметрической бомбе". ГОСТ 9827 "Присадки и масла с присадками. Метод определения фосфора". ГОСТ 20242 "Присадки и масла с присадками. Метод определения хлора"
Аппарат для определения т-ры плавления нефтепродуктов	ГОСТ 4255 "Нефтепродукты. Метод определения т-ры плавления по Жукову"
Аппараты типов ТВО, АТВО для определения т-ры вспышки и воспламенения в открытом тигле	ГОСТ 4333 "Нефтепродукты. Методы определения температур вспышки и воспламенения в открытом тигле"
Аппараты типов ТВЗ, АТВЗ для определения т-ры вспышки нефтепродуктов в закрытом тигле	ГОСТ 6356 "Нефтепродукты. Метод определения т-ры вспышки в закрытом тигле"
Аппарат для определения т-ры каплепадения	ГОСТ 6793 "Нефтепродукты. Метод определения т-ры каплепадения"
Аппарат типа ЛКН для определения коксуемости	ГОСТ 8852 "Нефтепродукты. Метод определения коксуемости на аппарате типа ЛКН"
Аппарат "Папок" для определения термоокислительной стабильности	ГОСТ 8674 "Нефтепродукты. Определение фракционного состава методом испарения". ГОСТ 9566 "Смазки пластичные. Метод определения испаряемости". ГОСТ 10734 "Масла смазочные с присадками. Метод определения моющего потенциала". ГОСТ 20354 "Масла для авиационных газотурбинных двигателей. Метод определения испаряемости в чашечках". ГОСТ 23175 "Масла смазочные. Метод оценки моторных свойств и определения термоокислительной стабильности"
Аппарат для определения фракционного состава нефти и нефтепродуктов	ГОСТ 11011 "Нефть и нефтепродукты. Метод определения фракционного состава в аппарате АРН-2"
Аппарат для определения содержания азота сжиганием в бомбе	ГОСТ 13301 "Органические химические продукты. Микрометод определения содержания азота"
Аппарат для определения микроколичеств серы	ГОСТ 13380 "Нефтепродукты. Метод определения микропримесей серы".
Аппарат ТЛ-1 для определения коксуемости нефтепродуктов	ГОСТ 19932 (ИСО 6615) "Нефтепродукты. Определение коксуемости методом Конрадсона"
Колориметр ЦНТ	ГОСТ 20284 "Нефтепродукты. Метод определения цвета". ГОСТ 28582 "Нефтепродукты. Метод определения цвета"
Аппараты типов ЛЗН, ЛАЗ для определения т-ры застывания нефтепродуктов	ГОСТ 20287 "Нефтепродукты. Методы определения температур текучести и застывания"
Аппарат для определения содержания хлористых солей	ГОСТ 21534 "Нефть. Метод определения содержания хлористых солей"
Аппарат с механическим диспергированием ("Вихрь") для определения давления насыщенных паров	ГОСТ 28781 "Нефть и нефтепродукты. Метод определения давления насыщенных паров на аппарате с механическим диспергированием"
Вискозиметр типа ВУ для определения условной вязкости	ГОСТ 6258 "Нефтепродукты. Метод определения условной вязкости"
Аппарат для определения коррозионного действия на металлы	ГОСТ 2917 "Масла и присадки. Метод определения коррозионного воздействия на металлы". ГОСТ 6321 (ИСО 2160) "Топливо для двигателей. Метод испытания на медной пластинке"

Продолжение табл. Т-6

1	2
	Методы испытаний топлив
Аппарат ТЛ-2 для определения фактических смол	ГОСТ 1567 (ИСО 6246-95) "Нефтепродукты. Бензины автомобильные и топлива авиационные. Метод определения смол выпариванием струей"
Аппарат ПОС	ГОСТ 8489 "Топливо моторное. Метод определения фактических смол (по Бударову)"
Аппарат для определения давления насыщенных паров моторного топлива	ГОСТ 1756 (ИСО 3007) "Нефтепродукты. Определение давления насыщенных паров"
Аппарат для определения высоты некоптящего пламени	ГОСТ 4338 (ИСО 3014) "Топливо для авиационных газотурбинных двигателей. Определение высоты некоптящего пламени"
Аппарат для определения содержания бромистого этила и диброметана в бензинах	ГОСТ 6073 "Бензины этилированные. Метод определения содержания бромистых и хлористых выносителей"
Аппарат ЛСАРТ для определения стабильности	ГОСТ 6667 "Бензины авиационные. Метод периода определения стабильности". ГОСТ 9144 "Топливо для двигателей. Метод определения термической стабильности в статических условиях". ГОСТ 22054 "Бензины автомобильные и авиационные. Метод оценки химической стабильности"
Аппарат для определения механических примесей в реактивных топливах	ГОСТ 10577 "Нефтепродукты. Метод определения содержания механических примесей"
Аппарат для определения термоокислительной стабильности типа ТСРТ-2	ГОСТ 11802 "Топливо для реактивных двигателей. Метод определения термоокислительной стабильности в статических условиях"
Аппарат для определения содержания ароматических углеводородов методом анилиновых точек	ГОСТ 12329 "Нефтепродукты и углеводородные растеорители. Метод определения анилиновой точки и ароматических углеводородов"
Аппарат для определения содержания свинца комплексонометрическим титрованием	ГОСТ 13210 "Бензины. Метод определения содержания свинца комплексонометрическим титрованием"
Аппарат типа ПЛЧТ для определения люминомвтрического числа и высоты некоптящего пламени топлива	ГОСТ 17750 "Топливо для реактивных двигателей. Метод определения люминометрического числа на аппарате типа ПЛЧТ"
Аппарат для определения коррозионной активности в условиях конденсации воды	ГОСТ 18597 "Топливо для двигателей. Метод определения коррозионной активности в условиях конденсации воды"
Аппарат для определения коррозионной активности топлив при повышенных т-рах	ГОСТ 18598 "Топливо для реактивных двигателей. Метод определения коррозионной активности при повышенных т-рах"
Аппарат типа ПФДТ для определения коэффициента фильтруемости	ГОСТ 19006 "Топливо дизельное. Метод определения коэффициента фильтруемости"
Аппараты ОС, ОСЦ для определения серы сжиганием в лампв	ГОСТ 19121 "Нефтепродукты. Метод определения содержания серы сжиганием в лампе"
Аппарат для определения мыл нафтеновых кислот	ГОСТ 21103 "Топливо для реактиеных двигателей. Метод определения мыл нафтеновых кислот"
Аппараты типов АПТФ, ПАФ для определения предельной т-ры фильтруемости дизельных топлив	ГОСТ 22254 "Топливо дизельное. Метод определения предельной т-ры фильтруемости на холодном фильтре"
	Методы испытаний масел
Аппарат АПСМ (установка) для определения стабильности масел против окисления	ГОСТ 981 "Масла нефтяные. Метод определения стабильности против окисления"
Аппарат для определения потерь от испарения в динамических условиях	ГОСТ 10306 "Масла смазочные. Метод определения потерь от испарения в динамических условиях"
Аппарат ДК-НАМИ для определения коррозионности моторных масел и жидкостей	ГОСТ 11063. "Масла моторные с присадками. Метод определения стабильности по индукционному периоду осадкообразования" ГОСТ 20502 "Масла и присадки к ним. Методы определения коррозионности"
Аппарат для определения времени деэмульсации	ГОСТ 12068 "Масла нефтяные. Метод определения времени деэмульсации"

Окончание табл. Т-6

1	2
Аппарат для определения степени чистоты	ГОСТ 12275 "Масла смазочные и присадки. Метод определения степени чистоты"
Аппарат для определения газостойкости в электрическом поле	ГОСТ 13003 "Масла изоляционные. Метод определения газостойкости в электрическом поле"
Аппарат для определения давления насыщенных паров масел и смазок	ГОСТ 15823 "Масла и смазки. Метод определения давления насыщенных паров
Аппарат типа ТСМ для определения стабильности масел против окисления	ГОСТ 18136 "Масла. Метод определения стабильности против окисления в универсальном аппарате"
Аппарат для определения антикоррозионных свойств смазочных масел	ГОСТ 19199 "Масла смазочные. Метод определения антикоррозионных свойств"
Аппарат для определения пенообразующих свойств	ГОСТ 21058 "Жидкости для авиационных гидросистем и масла авиационные. Метод определения пенообразующих свойств"
Камера с автоматичвским (или неавтоматическим) регулированием относительной влажности и т-ры воздуха	ГОСТ 9.054 "ЕСЗКС. Консервационные масла, смазки и ингибированные пленкообразующие нефтяные составы. Методы ускоренных испытаний защитной способности"
Методы испытаний пластичных смазок	
Полуавтоматические аппараты типов П, ПН, ПМ для определения пенетрации нефтепродуктов	ГОСТ 5346 "Смазки пластичные. Методы определения пенетрации пенетрометром с конусом"
Аппарат для определения склонности к сползанию	ГОСТ 6037 "Смазки пластичные. Метод определения склонности к сползанию"
Аппарат типа АКС для определения коллоидной стабильности пластичных смазок	ГОСТ 7142 "Смазки пластичные. Методы определения коллоидной стабильности"
Аппараты типов СК, АК для определения предела прочности и термоупрочнения	ГОСТ 7143 "Смазки пластичные. Метод определения предела прочности и термоупрочнения"
Аппарат для определения испаряемости	ГОСТ 9566 "Смазки пластичные. Метод определения испаряемости"
Аппарат типа ТМС для определения механической стабильности (тиксометр)	ГОСТ 19295 "Смазки пластичные. Метод определения механической стабильности"
Методы испытаний парафинов	
Аппаратура для испытаний эмульсолов и паст	ГОСТ 6243 "Эмульсолы и пасты. Методы испытаний"
Аппарат для определения содержания масла в парафине	ГОСТ 9090 "Парафины нефтяные. Метод определения содержания масла"
Аппарат для определения фракционного состава парафина	ГОСТ 10120 "Парафины нефтяные. Метод определения фракционного состава"
Аппарат типа КНС-2	ГОСТ 25337 "Парафины нефтяные. Метод определения цвета на колориметре КНС-2"
Пенетрометр лабораторный типа ПН-1 для определения пенетрации иглой	ГОСТ 25771 "Парафины и церезины нефтяные. Метод определения пенетрации иглой"
Методы испытаний битумов	
Аппаратура для определения глубины проникания иглы - пенетрометр типа ПН	ГОСТ 11501 "Битумы нефтяные. Метод определения глубины проникания иглы"
Аппарат для определения растяжимости - дуктилометр типа ДБ	ГОСТ 11505 "Битумы нефтяные. Метод определения растяжимости"
Аппараты типов КИШ, ЛТР для определения т-ры размягчения битума	ГОСТ 11506 "Битумы нефтяные. Метод определения т-ры размягчения по кольцу и шару"
Полуавтоматический лабораторный аппарат для определения т-ры хрупкости битумов	ГОСТ 11507 "Битумы нефтяные. Метод определения хрупкости по Фраасу"
Вискозиметр типа ВУБ для определения услоеной вязкости	ГОСТ 11503 "Битумы нефтяные. Метод определения условной вязкости"

Т-7. Испытательные установки и стенды

Наименование, тип	Нормативный документ на метод испытания (НД)	Проверка технического состояния по НД
Установка одноцилиндровая УИТ	ГОСТ 511 "Топливо для двигателей. Моторный метод определения октанового числа" ГОСТ 8226 "Топливо для двигателей. Исследовательский метод определения октанового числа"	Проверка по контрольному топливу
Установка ИТ9-3м или ИТ9-3, или ИЛТ-69 с рабочим объемом цилиндра двигателя 652 см^3	ГОСТ 3122 "Топлива дизельные. Метод определения цетанового числа"	Тарировка вторичных эталонных топлив по первичным эталонным топливам
Установка ИТ9-1 с рабочим объемом цилиндра 652 см^3	ГОСТ 3338 "Бензины авиационные. Метод определения сортности на богатой смеси"	Проверка по контрольным топливам
Установка типа БИП	ГОСТ 4039 "Бензины автомобильные. Метод определения индукционного периода"	То же
Установка ПЗВ	ГОСТ 5726 "Масла смазочные с присадками. Метод определения моющих свойств"	Проверка по контрольному маслу
Машина трения четырехшариковая	ГОСТ 9490 "Материалы смазочные жидкие и пластичные. Метод определения трибологических характеристик на четырехшариковой машине"	
Установка малоразмерная лабораторная ПЗЗ	ГОСТ 13300 "Масла моторные. Метод определения коррозионных свойств и окисляемости на установке ПЗЗ"	
Установка ДТС-1	ГОСТ 17751 "Топливо для реактивных двигателей. Метод определения термоокислительной стабильности в динамических условиях"	Проверка установки по контрольному топливу
Установка для определения упругости паров и т-ры кипения	ГОСТ 19678 "Масла вакуумные. Метод определения упругости паров и т-ры кипения"	Проверка по контрольному маслу
Установка моторная с двигателем ЯАЗ-204	ГОСТ 20302 "Масла моторные. Метод определения коррозионной активности на двигателе ЯАЗ-204"	
Установка одноцилиндровая ИМ-1	ГОСТ 20303 "Масла моторные. Метод оценки моющих свойств на установке ИМ-1"	
Установка одноцилиндровая ИКМ	ГОСТ 20457 "Масла моторные. Метод оценки антиокислительных свойств на установке ИКМ"	
Установка одноцилиндровая карбюраторная НАМИ-1М	ГОСТ 20994 "Масла моторные. Метод оценки склонности масел к образованию отложений при низких т-рах" ГОСТ 20991 "Масла моторные. Метод оценки склонности масел к образованию отложений при высоких т-рах"	
Установка одноцилиндровая УИМ-6-НАТИ	ГОСТ 21490 "Масла моторные. Метод определения моющих свойств на установке УИМ-6-НАТИ"	
Машина трения пятишариковая ПШМ	ОСТ 38.01416 "Смазки пластичные. Метод определения времени работоспособности на пятишариковой машине трения"	

технических средств испытаний нефти и нефтепродуктов». Данный документ разработан для обеспечения единообразия в подходе к метрологическому обеспечению средств измерений и испытаний нефти и нефтепродуктов на всей территории России, согласования этого подхода с принятой международной практикой. Рекомендация разработана и внедрена в практику работы метрологических служб предприятий и организаций для обеспечения единства результатов испытаний продукции и их взаимного признания.

Технические средства по функциональному назначению, применению и метрологическим признакам подразделяют на группы: средства измерений различного назначения, испытательное оборудование (аппараты, стенды, установки) (**табл. Т-5–Т-7**).

Область применения Рекомендации МИ 2418–97 распространяется на такие виды работ как оценка состояния метрологического обеспечения испытаний нефти и нефтепродуктов в испытательных лабораториях, подготовка к аккредитации испытательных лабораторий, инспекционный контроль за их деятельностью, осуществляемый органами госконтроля и надзора.

ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ – документ, к-рый принят международным договором России, ратифицированным в порядке, установленном законодательством России, или Федеральным законом, или указом Президента России, или постановлением Правительства России и устанавливает обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования (продукции, в том числе зданиям, строениям

и сооружениям, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации). Т.р. в отношении параметров продукции регламентирует нормы безопасности. Т.р. принимаются для защиты жизни или здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества, охраны окружающей среды, жизни или здоровья животных и растений, предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей. В России действуют два вида Т.р. – общие и специальные. Требования общего Т.р. обязательны для применения и соблюдения в отношении любых видов продукции, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, а специальные учитывают их технологические или иные особенности. Т.р.с учетом степени риска причинения вреда устанавливают минимально необходимые требования, обеспечивающие безопасность излучения, биологическую безопасность, взрывобезопасность, механическую, пожарную, промышленную, термическую, химическую, электрическую, ядерную и радиационную безопасности, электромагнитную совместимость в части обеспечения безопасности работы приборов и оборудования, единство измерений. В проекте специального Т.р. «О требованиях к бензинам, дизельному топливу и другим горюче-смазочным материалам» сформулированы нормы безопасности к параметрам горюче-смазочных материалов. Контроль этих параметров осуществляется через измерения (испытания) соответствующих нефтепродуктов. Доказательная база Т.р. основана на методах измерений (испытаний).

ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ БЕНЗИНОВ – приведение экологических показателей качества (**табл. Т-8**) и методов их испытаний в соответствие с действующими европейскими нормами, установленными Директивой ЕС 98/70 и ее последующими редакциями. Для авиационных топлив – соответствие показателей качества и методов испытаний действующим национальным стандартам.

Т-8. Предельно допустимое содержание компонентов в автомобильных бензинах по нормам ЕС

Компоненты	Класс автомобилей		
	2 (*Евро-2*)	3 (*Евро-3*)	4 (*Евро-4*)
Сера, мг/кг	500	150	50
Бензол, % об.	5	1	1
Свинец, мг/дм^3	10	5	5
Углеводороды, % об.:			
ароматические	-	42	35
олефиновые	-	18	18

ТЕХНИЧЕСКОЕ МАСЛО (ГОСТ 26098) – жидкий нефтепродукт или синтетический продукт, смазывающий поверхности трения, применяемый для консервации изделий, в качестве электроизоляционного материала и для технологических нужд.

ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ – сфера деятельности в области разработки технических норм и правил, регулируемая федеральным законом **«О техническом регулировании»**.

Закон регулирует отношения, возникающие при:

• разработке, принятии, применении и исполнении обязательных требований к продукции, к процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации;

• разработке, принятии, применении и исполнении на добровольной основе требований к продукции, к процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, к выполнению работ или оказанию услуг;

• оценке соответствия продукции обязательным требованиям.

Закон устанавливает правила в сфере нормирования, стандартизации, сертификации, декларирования соответствия, государственного и других видов контроля на рынке, в производстве, хранении, транспортировании и утилизации продукции.

Установленные в законе понятия и определения соответствуют имеющимся в действующих международных документах. Со времени вступления Закона в силу (1 июля 2003 г) министерства и ведомства не имеют права издавать в сфере технического регулирования обязательные к исполнению акты, а могут выпускать только рекомендательные документы.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СВЯЗКА (временная) – используется при производстве абразивного инструмента в шликерном литье керамических изделий. Смесь порошка керамического материала и связки образует литейную систему – *шликер*. Такая система обладает способностью плавиться и перекачиваться при повышенных т-рах, а также затвердевать при охлаждении. Т.с. должна обеспечивать высокую текучесть шликера и высокую плотность упаковки частиц твердой фазы в единице объема. При обжиге изделия Т.с. должна полностью сгорать или испаряться, не оставляя какого-либо остатка. Отлитое из такой литейной массы изделие должно обладать гладкой поверхностью без дефектов, высокой прочностью и стойкостью к деформациям и растрескиванию (см. *Связующее*).

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАСЛА – продукты (жидкость или масло), применяемые в производстве резиновых технических изделий (РТИ), синтетических каучуков, химических волокон.

Т.м., используемые в производстве РТИ и синтетических каучуков (см. *Масла-наполнители)*, в зависимости от природы нефтяного сырья и технологии их производства разделяются на два вида:

• *масла-наполнители* (мягчители, пластификаторы) *парафино-нафтенового основания*;

• *ароматические масла-наполнители* (мягчители, пластификаторы).

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ТВЕРДЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ – зависит от свойств *компонентов*, их состава и назначения.

Технология производства термопластичных композиций заключается в расплавлении исходных компонентов в плавильнике при 100–160°С, подаче их одновременно или постепенно в смеситель, и перемешивании до получения однородной смеси. Смешение ведут периодическим методом в различных по конструкции смесителях обычно при атмосферном давлении. Смесители имеют либо обогреваемую рубашку, либо внутренний или наружный змеевик. Обогрев ведут водяным паром или горячим теплоносителем. Полученную композицию используют на месте, либо разливают в тару, или формуют в твердые брикеты. При необходимости композицию перед розливом охлаждают и гомогенизируют.

Композиции, содержащие твердые плохо плавящиеся компоненты (*полиизобутилен*, каучук, наполнитель) готовят перемешиванием на вальцах. Компоненты, подлежащие смешению в твердом состоянии, загружаются в зазор вальцов сверху и затягиваются в зазор. При этом компоненты деформируются, нагреваются и смешиваются.

При производстве водно-воскового состава смесь исходных компонентов при добавке *эмульгаторов* энергично смешивается с горячей водой при 60–95°С в аппаратах интенсивного перемешивания. Иногда расплавленные компоненты подают в горячую воду с эмульгатором через распылители под давлением.

При производстве композиций, содержащих растворы или водно-восковые составы, во избежание перевозки лишних объемов, производят концентраты, содержащие 60–80% действующего вещества. При применении их разбавляют до требуемых концентраций растворами или водой.

В состав композиций вводят *антиокислители*, гомогенизирующие добавки, средства для консервации, *пигменты*, отдушки, отбеливатели и др., поэтому в реальности схемы производства композиций значительно сложнее. В них включены операции по удалению влаги, деаэрации, стерилизации, гомогенизации, а также операции по затариванию композиций, наклейке этикеток, размещению в коробки и др. Термопластичные композиции твердой консистенции разливают и упаковывают в брикеты, металлическую или пластмассовую тару массой от 25 г до 25 кг.

Затаривание композиций, имеющих жидкую консистенцию, осуществляют в стеклянную, металлическую или пластмассовую тару массой от 0,1 до 10 кг.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК. Технологические процессы производства смазок и их аппаратурное оформление определяются в основном природой загустителя. Наиболее проста технология производства углеводородных смазок, к-рая заключается в предварительной подготовке исходных компонентов (твердые углеводороды, масла), их сплавлении, обезвоживании расплава и последующем его охлаждении.

При приготовлении смазок на высокодисперсном гидрофобизированном диоксиде кремния, органоглинах, олеофильном графите, саже, пигментах и других неорганических и органических загустителях (за исключением смазок на производных мочевины, получаемых в процессе приготовления смазки, т.е. in situ) основная стадия технологического процесса сводится к механическому диспергированию загустителя в масле и последующей гомогенизации. Технология производства мыльных смазок, загустителем к-рых служат мыла, а также смазок на производных мочевины, получаемых in situ, сложна и многостадийна, требует специального аппаратурного оформления. Процесс производства смазок на мыльных загустителях состоит из следующих основных стадий: подготовки и дозирования сырья, получения загустителя, его термомеханического диспергирования, охлаждения расплава, гомогенизации, фильтрования, деаэрирования и расфасовки.

ТИКСОТРОПИЯ – специфическое свойство коагуляционных структур (от греч. «тиксо» – прикосновение и «тропе» – поворот, изменение) – способность структур после их разрушения в результате механического воздействия самопроизвольно восстанавливаться во времени. Сущность тиксотропии заключается в том, что связи, к-рые были разрушены при механическом воздействии, восстанавливаются в результате случайных удачных соударений частиц, находящихся в броуновском движении. Постепенное восстановление структуры и, следовательно, нарастание ее прочности происходит не только, когда система находится в покое, но и при течении системы со скоростью меньшей той, к-рая обусловила данную степень разрушения первоначальной структуры. Существенно, что при переходе от одного режима

течения к другому с большей скоростью обычно, но не всегда, наблюдается дополнительное разрушение структуры, что понижает эффективную вязкость и прочность структуры. Наоборот, при переходе от установившегося режима течения к течению с меньшей скоростью, как правило, происходит некоторое восстановление структуры и, соответственно, эффективная вязкость и прочность системы увеличиваются.

Мыльно-масляные системы, полученные из расплава, имеют две принципиально отличающиеся структуры:

1) тиксотропно необратимая (конденсационная), образующаяся после охлаждения расплава и не восстанавливающаяся после разрушения;

2) тиксотропно обратимая (диспергационная), к-рая после разрушения может вновь образоваться в изотермических условиях.

Под тиксотропными понимают обратимые связи, к-рые после разрушения восстанавливаются вновь без изменения т-ры в результате сближения дисперсных частиц загустителя на расстояние действия межмолекулярных сил при тепловом движении в жидкой среде.

Большинство мыльных и углеводородных смазок после слива из варочных котлов имеет конденсационную структуру. В результате гомогенизации смазок, к-рой, как правило, завершается процесс их приготовления, часть конденсационной структуры разрушается. В дальнейшем, при отсутствии механического воздействия, между отдельными частицами образуются только тиксотропные связи. По существу и после гомогенизации, а также работы в узле трения в смазках сохраняются элементы конденсационной структуры, но с каждой механической обработкой их становится все меньше и меньше. В процессе длительной эксплуатации машин и механизмов смазки имеют преимущественно тиксотропную (диспергационную) структуру (см. также *Механическая стабильность пластичных смазок*).

ТИКСОТРОПНОСТЬ – физико-химическое свойство, определяющее изменение реологических характеристик при постоянной т-ре в результате разрушения структурного каркаса пластичного нефтепродукта при деформировании, а также дальнейшее изменение этих характеристик после прекращения деформирования (ГОСТ 26098). Т. характеризует способность дисперсных систем самопроизвольно восстанавливать исходную структуру, разрушенную механическим воздействием. Т. – важное свойство *пластичных смазок*, концентрированных суспензий, гелей, паст, *ПИНС*, к-рое проявляется как при производстве этих продуктов, так и в процессе их хранения и применения.

ТИОФОСФОНАТНЫЕ ПРИСАДКИ К МАСЛАМ – зольные моюще-диспергирующие присадки к маслам. Представляют собой соли тиофосфиновых кислот и гидроксидов или оксидов металлов. Т.п.м. обладают высокими моюще-диспергирующими свойствами в широком интервале температур, снижают низкотемпературное шламообразование. Получают взаимодействием полиолефинов (ММ=900÷1200) с пятисернистым фосфором с последующим гидролизом и нейтрализацией гидроокисью или окисью металлов.

ТИП НЕФТЕПРОДУКТОВ – совокупность нефтепродуктов одинакового функционального назначения. Примерами могут служить топливо дизельное, бензин автомобильный и т.д.

ТОКСИЧНОСТЬ БЕНЗИНОВ – эксплуатационное свойство, характеризующее воздействие бензинов, продуктов его сгорания и разложения на человека, окружающую среду (ГОСТ 4.25), а также на эффективность систем нейтрализации отработавших газов (*система контроля эмиссии*). Это свойство определяет необходимость стандартизации некоторых показателей состава бензина (см. также *Стандартизованные показатели состава бензина*).

ТОКСИЧНОСТЬ СОТС – способность СОТС нарушать физиологические функции организма, вызывать симптомы интоксикации или заболевания, а при тяжелых отравлениях приводить к гибели. Наиболее ранимыми при воздействии СОТС на организм являются кожа, бронхолегочный аппарат и нервно-сосудистая система. Т. СОТС количественно и качественно оценивают при однократном и повторном его поступлении в организм по смертельному эффекту, коэффициенту кумуляции, хроническому кожно-раздражающему, кожно-резорбтивному и сенсибилизирующему действиям. Токсикологические исследования проводят на животных.

Классификация степени опасности промышленных химических соединений, включая СОТС, по значениям средней смертельной дозы и другим показателям токсикометрии приведена в **табл. Т-9.**

Опасность СОТС для человека в значительной мере определяется их способностью к кумуляции, т.е. суммированию отрицательного действия на организм повторных доз СОТС, когда последующая доза поступает в организм раньше, чем заканчивается действие предыдущей.

Хроническое действие СОТС определяется их влиянием на живой организм при длительном воздействии в небольших дозах (концентрациях). В результате, устанавливается избирательность повреждения отдельных органов (печени, почек, легких и др.) или систем (сердечно-сосудистой,

Т-9. Классификация опасности промышленных химических соединений и СОТС по показателям токсикометрии

Показатели	Нормы для классов опасности			
	I	II	III	IV
ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м³	<0,1	0,1 - 1,0	1,1-10,0	-
Средняя смертельная доза:				
при внедрении в желудок, мг/кг	<15	15-150	151-5000	>5000
при нанесении на кожу, мг/кг	>100	100-500	501-2500	>25000
концентрации в воздухе, мг/м³	<500	500-5000	5001-50000	-
КВИО*	300	300-30	29-3	<3
Зона острого действия**, мг/кг	<6,0	6,0-18,0	18.1-54	>54
Зона хронического действия***, мг/кг	>10	10,0-5,0	4,9-2,5	<2,5

* Козффициент возможности ингаляционного отравления, равный отношению летучести к токсичности вещества.
** Разность между концентрациями, вызывающими начальные признаки воздействия, и концентрациями, вызывающими гибель организма.
*** Величина, пропорциональная опасности хронического отравления

Т-10. Степень опасности СОТС при поступлении их через кожу

Показатели	Нормы для классов опасности			
	I	II	III	IV
Средняя смертельная доза при нанесении на кожу мг/кг	<100	100-500	501-25000	>25000
Кожно-оральный коэффициент	<1,0	1,0-3,0	3,1-5,0	>5,0
Зона острого действия при нанесении на кожу	>6,0	6,0-18,0	18,1-54	>54
Зона хронического действия при нанесении на кожу	<10	10,0-5,0	4,9-2,5	<2,5

Примечание. Класс опасности определяют по лимитирующему действию.

нервной, и др. Кожно-раздражающее действие СОТС при однократной аппликации оценивается в соответствии с классификацией (**табл. Т-10**).

Сенсибилизирующее действие – способность вызывать развитие аллергических реакций и заболеваний. У большинства масляных СОТС для обработки металлов резанием сенсибилизирующее действие отсутствует. Лишь некоторые из них являются слабыми аллергенами.

Кожно-резорбтивное действие – способность СОТС всасываться через кожу. Зависит от состава и свойств, т-ры и влажности среды. По степени опасности кожно-резорбтивного действия химические вещества разделяют на чрезвычайно опасные, высокоопасные, умеренно опасные, малоопасные.

Практически все масляные и водосмешиваемые СОТС, используемые при механической обработке металлов, – малотоксичны (ГОСТ 12.1.007). Токсичность каждого продукта подробно описывается в нормативно-технической документации (технологическом регламенте и технических условиях) на его производство.

ТОЛУОЛ (метилбензол) – бесцветная, прозрачная жидкость, горящая коптящим пламенем. Т. растворяет большинство соединений, входящих в состав нефти и ее фракций, смешиваясь с последними во всех отношениях; при отрицательных т-рах твердые углеводороды менее растворимы в Т., чем в бензоле. Т. широко применяется в качестве компонента избирательного растворителя в процессах депарафинизации нефтяных продуктов кристаллизацией и обезмасливания гачей и петролатумов. Получают выделением из продуктов каталитического риформинга бензиновых фракций, из продуктов пиролиза, извлекают из бензинов каталитической дегидрогенизацией циклоалканов.

ТОЛЩИНА ЗАЩИТНОЙ ПЛЕНКИ ПИНС – см. *Время высыхания ПИНС.*

ТОЛЩИНА СМАЗОЧНОГО СЛОЯ – важнейшая характеристика смазываемого контакта, к-рая в значительной мере определяет режим трения и триботехнические характеристики контакта – долговечность, контактную прочность, силу трения, износостойкость при трении скольжения и качения, т-ру, тепловыделение и скорость трибохимической деградации смазки.

В связи с этим, как оценка, так и создание оптимальной Т.с.с. – важнейший фактор, определяющий долговечность механизмов. В различных условиях работы Т.с.с. изменяется, что существенно влияет на процессы трения и изнашивания. Наибольшую важность приобретает вопрос о толщине и свойствах смазочного слоя в режиме граничной смазки. В зависимости от размеров подшипника качения, контактного напряжения, частоты вращения и т-ры Т.с.с. измеряется микрометрами и долями микрометра. Поэтому влияние объемных свойств (но не природы смазки) на работу подшипника качения резко ослабляется.

В контактно-гидродинамическом режиме с увеличением частоты вращения подшипника Т.с.с. сначала увеличивается, а потом уменьшается. Тип и концентрация загустителя, природа дисперсионной среды (при постоянной ее вязкости) и эффективная вязкость пластичной смазки слабо влияют на толщину смазочного слоя. С повышением контактного напряжения при постоянной линейной скорости Т.с.с. монотонно убывает, что более заметно для масел с большей вязкостью.

С увеличением т-ры Т.с.с. обычно уменьшается. С увеличением вязкости дисперсионной среды одинаковая Т.с.с. достигается при меньшей скорости качения.

ТОНЕР – сухое порошкообразное термопластичное красящее вещество, применяющееся в электрофотографических процессах копирования и печати. Основными компонентами Т. являются твердый парафин, *красители* разных цветов и оттенков, *полимеры* и *сополимеры*, жирные кислоты и спирты, термопластичные смолы и т.п. Основные требования к Т.: необходимая т-ра плавления, высокая и стабильная электризуемость, возможность диспергироваться до размера 1–10 мкм.

ТОПЛИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ – химический источник электрической энергии, вырабатываемой за счет энергии окислительно-восстановительной реакции жидких или газообразных реагентов, непрерывно поступающих к электродам извне. При использовании Т.э. в автотранспорте наиболее часто используется водород. Возможно также использование других видов водородсодержащего топлива (природный газ, метанол, бензин и т.д.). Большинство из существующих автомобилей на Т.э. заправляются водородом и около 30% метанолом.

ТОПЛИВНЫЙ НЕФТЯНОЙ КОКС получают с использованием *замедленного коксования* при существенно отличающихся режимах. Основное назначение замедленного коксования с получением Т.н.к. – обеспечение максимального выхода дистиллятных продуктов коксования при минимизации выходов Т.н.к. Процесс получения Т.н.к. методом замедленного коксования широко используется за рубежом, особенно в США. В России Т.н.к. не производится. Причиной является дефицит кокса электродного, имеющего более высокую цену и существенное отставание России от передовых стран мира в создании мощностей по коксованию.

Процесс осуществляют при т-ре до 510°С, давлении 0,1 МПа, минимальном (1,05) или нулевом коэффициенте рециркуляции и коротком (12–18 ч) цикле коксования. Кокс образуется в паро-жидкостной фазе продуктов коксования в результате быстрой коагуляции и экзотермической поликонденсации асфальтенов и карбоидов. Т.н.к. формируется в виде кусков дробьевидной формы диаметром 2–200 мм. Коксовая масса в камере из таких дробьевидных частиц имеет небольшую прочность.

Процесс обычно осуществляется на установке замедленного коксования большой мощности с камерами диаметром до 9–10 м. Несмотря на это выгрузка дробьевидного кокса из них не представляет сложной технической задачи и не требует больших энергетических затрат вследствие малой прочности коксового массива.

Т.н.к. используют как высококалорийное топливо в энергетике, цементной, химической промышленности и др. Качество Т.н.к. оценивается такими показателями как влажность, содержание летучих веществ, серы, зольность, массовая доля мелочи (см. *Нефтяной кокс*). При использовании в энергетике определяют теплотворную способность по общепринятым для твердых видов топлив методам испытаний.

ТОПЛИВНЫЙ ЭТАНОЛ ДЕНАТУРИРОВАННЫЙ – см. *Денатурированный топливный этанол*.

ТОПЛИВО ВОДОРОДНОЕ – см. *Водородное топливо*.

ТОПЛИВО ДИЗЕЛЬНОЕ – см. *Дизельное топливо*.

ТОПЛИВО ДЛЯ РЕАКТИВНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ – жидкое горючее вещество, вводимое вместе с воздухом в камеру сгорания воздушно-реактивного двигателя (ВРД) силовой установки летательного аппарата для получения тепловой энергии в процессе окисления кислородом воздуха (горения). Т.р.д. должно иметь высокие энергетические показатели, обеспечивать надежную работу питающих систем и двигателя, отвечать требованиям безопасности в обращении, при хранении, транспортировании, быть доступным.

Реактивные топлива вырабатываются в основном из среднедистиллятных (лигроино-керосиновых) фракций нефти, выкипающих при 140–280°С. Т.р.д. широкого фракционного состава (*широкофракционное топливо*), напр. Т-2, изготовляются с вовлечением в переработку также бензиновых фракций нефти. Для получения некоторых марок Т.р.д. (Т-8В, Т-6) в качестве сырья, кроме керосиновых фракций применяют вакуумный газойль и продукты вторичной переработки нефти. В реактивные топлива могут вводить функциональные присадки (антиокислительные, противоизносные, антистатические, противоводокристаллизационные и др.).

Т.р.д. на 98–99% состоят из углеводородов трех основных групп: парафиновых, нафтеновых и ароматических (содержание каждой из этих групп определяется природой нефти и технологией производства топлива). Содержание в Т.р.д. ароматических углеводородов ограничивается, главным образом, из-за их повышенной склонности к нагарообразованию и дымлению, а непредельных углеводородов – из-за их химической нестабильности.

В незначительных количествах в Т.р.д. присутствуют гетероатомные соединения: сернистые, кислородные, азотистые, смолистые и металлоорганические вещества. Их предельное содержание в реактивных топливах регламентируется нормативной документацией. Так, нормируется содержание сернистых соединений, зольных про-

дуктов, органических кислот и смол, что вызвано их отрицательным влиянием на темоокислительную стабильность, антикоррозионные и некоторые другие эксплуатационные свойства реактивных топлив.

По способу получения Т.р.д. делятся на прямогонные и гидрогенизационные. Прямогонные Т.р.д. (ТС-1, Т-2) получают непосредственно из отогнанных фракций нефти без их глубокой переработки, технология производства гидрогенизационных Т.р.д. (РТ, Т-8В, Т-6) включает гидроочистку (РТ), гидроочистку или гидрокрекинг (Т-8В), гидрокрекинг или глубокое гидрирование (Т-6), основой к-рых является воздействие водорода при высоких давлениях и т-рах в присутствии катализаторов на углеводороды и гетероатомные соединения нефтяного сырья. При гидроочистке из нефтяного дистиллята в значительной мере удаляются агрессивные и нестабильные серо-, азот- и кислородсодержащие гетероатомные соединения практически без изменения углеводородного состава топлива. При гидрокрекинге и глубоком гидрировании вместе с очисткой исходного сырья от гетероатомных соединений происходит изменение его углеводородного состава (насыщение непредельных и ароматических углеводородов).

Применение гидрогенизационных процессов при производстве Т.р.д. позволяет расширить сырьевую базу Т.р.д. и значительно повысить их термоокислительную стабильность.

Если при производстве топлива ТС-1 отобранная прямогонная фракция нефти не удовлетворяет нормативным требованиям ГОСТ 10227 к этому топливу (главным образом, по предельному содержанию меркаптановой серы), то в прямогонную фракцию вводят гидроочищенный или демеркаптанизованный компонент нефти. Полученное по такой технологии Т.р.д. ТС-1 называют смесевым.

Ассортимент Т.р.д. Основными марками Т.р.д. в России являются: *топливо ТС-1*; *топливо РТ*; *топливо Т-8В*; *топливо Т-6*; *топливо Т-2* (ГОСТ 10227). Т-2 может вырабатываться в качестве резервного Т.р.д. В мирное время это топливо не производится.

Все перечисленные марки отечественных реактивных топлив имеют примерно одинаковую *низшую теплоту сгорания* (на уровне 43000 кДж/кг) и т-ру самовоспламенения (220–230°С).

В связи с тем, что при выработке Т.р.д. марок РТ, Т-8В и Т-6 с применением гидрогенизационных процессов из нефтяного сырья удаляются гетероатомные примеси, среди к-рых имеются естественные ингибиторы окисления и вещества, улучшающие смазывающие свойства топлива, в эти топлива в заводских условиях вводят антиокислительную и противоизносную присадки. Во все Т.р.д. в аэродромных условиях могут вводить противоводокристаллизационные присадки. Допускается ввод антистатических присадок.

Все российские Т.р.д. по степени воздействия на организм человека в соответствии с ГОСТ 12.1.007 относятся к малотоксичным веществам 4-ого класса опасности. ПДК паров в воздухе рабочей зоны – 300 мг/м³, в атмосферном воздухе населенных мест – 5 мг/м³, в воде водоемов – 0,1 мг/дм³.

За рубежом наиболее распространены следующие марки Т.р.д.: *топливо Jet A-1*; *топливо Jet A*; *топливо Jet B*; *топливо Jp-8*; *топливо Jp-5*; *топливо Jp-4*; *топливо Jp-7*.

Все перечисленные марки зарубежных топлив имеют спецификации США и могут вырабатываться по технологии прямой перегонки, а также с применением демеркаптанизации, гидроочистки, гидрокрекинга и глубокого гидрирования. В других странах аналогичные Т.р.д. могут иметь местные спецификации, в основном повторяющие спецификации США. Зарубежные реактивные топлива не имеют четкого деления по способу производства. Напр. самое широко распространенное топливо Jet A-1 может быть прямогонным, смесевым или гидрогенизационным.

Вступление России в международное экономическое сообщество, расширение сети международных авиалиний и поставок отечественной авиатехники за рубеж и зарубежной в Россию требует установления взаимозаменяемости российских Т.р.д. с зарубежными и гармонизации технических требований, предъявляемых к отечественным и зарубежным Т.р.д. В России уже начато производство топлива марок Jet A-1 по ГОСТ Р 52050–2003 «Авиационное топливо для газотурбинных двигателей ДЖЕТ А-1 (Jet A-1)», полностью отвечающее спецификации DEF STAN 91–91 на эту зарубежную марку топлива.

Допуск товарных зарубежных Т.р.д. к применению на авиатехнике российского производства осуществляется по результатам испытаний в России зарубежных образцов Т.р.д. или по опыту эксплуатации отечественной авиатехники на зарубежных Т.р.д.

Испытания зарубежных реактивных топлив производится в объеме ГОСТ на соответствующую марку российского реактивного топлива, комплекса методов квалификационной оценки (КМКО) реактивных топлив и на совместимость с отечественными конструкционными и уплотнительными материалами топливных систем летательных аппаратов.

По результатам испытаний систематически (раз в 5 лет) переиздается «Перечень зарубежных горюче-смазочных материалов, рекомендован-

ных к применению на авиатехнике отечественного производства», к-рым руководствуются разработчики и изготовители авиатехники при составлении и уточнении эксплуатационно-технической документации для самолетов и вертолетов российского производства.

Допуск к производству и применению опытных отечественных реактивных топлив осуществляется по результатам испытаний в соответствии с ГОСТ и КМКО, если эти топлива – модифицированные образцы стандартных марок (сохраняют маркировку и ГОСТ стандартных марок), но изготавливаются с незначительными изменениями по сырью и технологии производства.

Допуск к производству и применению новых опытных реактивных топлив, разработанных по новым техническим требованиям, формирование к-рых обусловлено техническим прогрессом в авиадвигателестроении и нефтепереработке, необходимостью расширения или изменения сырьевой базы, внедрением принципиально новой технологии производства, осуществляется по результатам государственных приемочных испытаний. Эти испытания, кроме лабораторно-стендовых по КМКО, включают стендовые испытания на авиадвигателях, контрольно-летные и эксплуатационные или эксплуатацию под наблюдением.

В связи с постепенным истощением запасов нефтяного сырья возникает необходимость перехода авиации в будущем на альтернативные топлива. В качестве таких топлив рассматриваются синтетические углеводородные топлива, получаемые из каменного угля, битуминозных песков, горючих сланцев, а также метан и водород. Технологии производства синтетических Т.р.д. из каменного угля имеются как за рубежом, так и в России. В некоторых странах синтетическое углеводородное топливо уже производится в промышленных масштабах: в ЮАР – из угля, в Канаде – из битуминозных песков. Однако в мировом масштабе синтетическое Т.р.т. пока еще не может конкурировать с нефтяным из-за высокой стоимости.

В России с положительными результатами проведены испытания самолета на водороде и метане. Водород и метан относятся также к топливам специального назначения, поскольку, благодаря высокому хладоресурсу, их применение может быть в некоторых случаях единственно возможным (напр. в гиперзвуковых летательных аппаратах). В качестве таких топлив следует рассматривать и эндотермические углеводородные топлива, аналогичные по физическим свойствам авиакеросину, но хактеризующиеся повышенным хладоресурсом, к-рый складывается из физического хладоресурса их нагрева и химического хладоресурса эндотермического разложения при 500–800°С.

Основные свойства Т.р.д.: *вязкость реактивного топлива; испаряемость реактивного топлива; полнота сгорания реактивного топлива; теплота сгорания реактивного топлива; прокачиваемость реактивного топлива; склонность реактивного топлива к образованию отложений; склонность реактивного топлива к нагарообразованию и дымлению; совместимость с конструкционными материалами; противоизносные свойства реактивного топлива; электризуемость реактивного топлива.*

ТОПЛИВО КРИОГЕННОЕ – см. *Криогенное топливо.*

ТОПЛИВО НЕФТЯНОЕ ДЛЯ ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК – нефтяная фракция, выкипающая в пределах 180–420°С. Предназначено для использования в стационарных и судовых энергетических установках. Вырабатывают из дистиллятов вторичных процессов и прямой перегонки нефти. По внешнему виду представляет собой жидкость от темно-желтого до черного цвета. По ГОСТ 10433 (**табл. Т-11**) вырабатывают две марки топлива для газотурбинных установок:

«А» – для пиковых энергетических установок;

«Б» – для судовых и других газотурбинных установок.

С учетом работы пиковых энергетических установок к топливу марки «А» предъявляют более жесткие требования по сравнению с топливом марки «Б» по содержанию ванадия – до 0,5 и 4 ppm соответственно. В топливе марки «А» ограничивается содержание свинца – до 1 ppm.

Т-11. Характеристика топлива нефтяного для газотурбинных установок (ГОСТ 10433)

Показатели	Марка топлива	
	А	Б
Условная вязкость при 50°С, ВУ, не более	1,6	3,0
Теплота сгорания низшая, кДж/кг, не менее	39800	39800
Зольность, %, не более	0,01	0,01
Массовая доля ванадия, %, не более	0,00005	0,0004
Массовая доля суммы натрия и калия, %, не более	0,0002	-
Массовая доля кальция, %, не более	0,0004	-
Массовая доля серы, %, не более	1,8	1,0
Содержание сероводорода	отсутствие	отсутствие
Коксуемость, %, не более	0,2	0,5
Содержание водорастворимых кислот и щелочей	отсутствие	отсутствие
Массовая доля механических примесей	отсутствие	отсутствие
Т-ра вспышки в закрытом тигле, °С, не ниже	65	62
Массовая доля воды, %, не более	0,1	0,5
Т-ра застывания, °С, не выше	5	5
Йодное число, г J_2/100 г топлива, не более	-	45
Плотность при 20°С, кг/м^3, не выше	-	935
Массовая доля свинца, %	отсутствие или <0,0001	-

Основные показатели качества: зольность, содержание металлов.

Зольность. Т.н.г.у. характеризуется низкой зольностью – не более 0,01% (на уровне дизельных топлив), т.к. при повышенной зольности в проточной части турбины образуются отложения.

Содержание металлов. К топливу предъявляются достаточно жесткие требования по содержанию металлов, т.к. т-ра на лопатках газовых турбин достигает 800°С. Поэтому в топливе ограничивается содержание ванадия, суммы натрия и калия, кальция. Наличие ванадия приводит к высокотемпературной ванадиевой коррозии лопаток газовой турбины, при этом коррозионноактивной является пятиокись ванадия V_2O_5, к-рая при т-ре >650°С, будучи в полужидком состоянии, катализирует процесс окисления металла кислородом и одновременно растворяет продукты окисления, способствуя взаимодействию кислорода с металлом. С повышением содержания ванадия в топливе скорость коррозии возрастает, и чем выше т-ра, тем при более низком его содержании наблюдается характерный перелом, свидетельствующий о начале катастрофического коррозионного процесса. Сера усиливает ванадиевую коррозию железных сплавов.

Ванадий в нефти распределяется неравномерно. Основная его часть концентрируется в остатках переработки нефти. В дистиллятных фракциях прямой перегонки ванадия больше, чем в дистиллятных фракциях вторичных процессов, т.к. он остается на катализаторе, либо концентрируется в остатках, образующихся при проведении термических процессов: прямогонное дизельное топливо – 0,5 ppm; легкий газойль каталитического крекинга – <0,1 ppm; легкий газойль коксования – <0,1 ppm.

Особенно опасно присутствие натрия и калия. Сульфат натрия (Na_2SO_4), попадая в камеру сгорания в зоны высоких температур, диссоциирует. Сульфат-ион, в свою очередь, диссоциирует, при этом выделяется триоксид серы и ион кислорода. Последний взаимодействует с оксидной пленкой, а сульфид-ион, в случае нарушения защитной пленки, непосредственно взаимодействует с металлом лопатки, образуя сульфид и оксид металла, а также ион кислорода. Обычно содержание натрия и калия в топливах для газотурбинных установок не превышает 0,0004%.

ТОПЛИВО НЕФТЯНОЕ ЖИДКОЕ – см. *Нефтяное жидкое топливо.*

ТОПЛИВО ОКСИГЕНАТНОЕ – см. *Оксигенатное топливо.*

ТОПЛИВО ОСТАТОЧНОЕ – см. *Остаточное топливо.*

ТОПЛИВО ПЕЧНОЕ БЫТОВОЕ – нефтяная фракция, выкипающая в пределах 160–420°С. Т.п.б. предназначено для использования в теплогенераторах, котлах средней производительности (30–70 кг/ч). Вырабатывается на основе дистиллятных фракций прямой и вторичной перегонки, в том числе дистиллятов термического, каталитического крекинга и коксования. Т.п.б. изготавливают по ТУ 38.101656–2005. Основные требования к Т.п.б. приведены ниже.

Фракционный состав, °С:	
10%, не ниже	160
90%, не выше	360
Вязкость кинематическая при 20°С, мм²/с, не более	8,00
Т-ра застывания, °С, не выше:	
с 1 сентября по 1 апреля	–15
с 1 апреля по 1 сентября	–5
Т-ра вспышки в закрытом тигле, °С, не ниже	45
Массовая доля серы, %, не более:	
вид I	0,035
вид II	0,05
вид III	0,1
вид IV	0,5
вид V	1,1
Содержание сероводорода	Отсутствие
Испытание на медной пластинке	Выдерживает
Содержание водорастворимых кислот и щелочей	Отсутствие
Кислотность, мг КОН/100 см³ топлива, не более	5,00
Зольность, %, не более	0,02
Коксуемость 10%-го остатка, %, не более	0,35
Массовая доля воды, %	Следы
Массовая доля механических примесей	Отсутствие
Цвет	От бесцветного до черного
Плотность при 15°С, кг/м³	Не нормируется. Определение обязательно

По фракционному составу Т.п.б. может быть несколько тяжелее дизельного топлива , вырабатываемого по ГОСТ 305 (до 360°С перегоняется до 90% вместо 96%, вязкость Т.п.б. – до 8,0 мм²/с при 20°С против 3,0-6,0 мм²/с топлива дизельного). Цетановое и йодное числа, т-ра помутнения для Т.п.б. не нормируются. При переработке сернистых нефтей массовая доля серы в топливе – до 1,1%. В летний период времени допускается производство топлива с т-рой застывания не выше –5°С, зимой – не выше –15°С.

ТОПЛИВО РТ (ГОСТ 10227) – *топливо для реактивных двигателей.* Получают гидроочисткой прямогонных дистиллятов с пределами выкипания 135–280°С. Содержит антиокислительную и противоизносную присадки, полностью удовлетворяет требованиям, предъявляемым к топливу ТС-1 и может применяться вместо него без каких-либо ограничений. Вместе с тем, будучи более термостабильным, топливо РТ допускает нагрев в топ-

ливной системе силовой установки до более высоких температур, и поэтому допущено к применению в теплонапряженных двигателях самолетов с увеличенной продолжительностью сверхзвукового полета, в течение к-рого вследствие аэродинамического нагрева возможно значительное повышение т-ры топлива в самолетных баках. Товарные образцы топлива РТ имеют фракционный состав, аналогичный топливу ТС-1 (конец кипения 220–230°С). Показатели плотности, кинематическая вязкость, давление насыщенных паров и т-ра вспышки аналогичны показателям *топлива ТС-1*.

Топливо РТ можно считать унифицированной маркой топлив для реактивных двигателей, поскольку оно допущено без ограничений к применению на всех летательных аппаратах гражданской и военной авиации России.

ТОПЛИВО СПИРТОВОЕ – см. *Спиртовое топливо*.

ТОПЛИВО ТВЕРДОЕ БЫТОВОЕ – предназначено для туристов, обогрева растений при заморозках, разжигания костров, растопки бытовых печей и каминов. Представляет собой твердые парафины, а также смеси, содержащие твердые парафины и нефтяные церезины, полиэтилен, иногда неорганические материалы и др.

ТОПЛИВО Т-2 (ГОСТ 10227) – прямогонное топливо широкого фракционного состава, выкипает в диапазоне температур 60–280°С (см. также *Топливо для реактивных двигателей*). Является резервным топливом для применения в особый период, в мирное время не производится. Содержит до 40% бензиновой фракции и поэтому обладает высоким ДНП и низкими плотностью и вязкостью. Плотность – не менее 755 кг/м³, ДНП – 166 кПа при 150°С (не более 100 мм рт.ст. при 38°С по ГОСТ 1756). Благодаря более широкому, чем у топлива ТС-1, фракционному составу, топливо Т-2 имеет по сравнению с ТС-1 в 1,3–1,8 раза больший выход из нефти. Топливо Т-2 с определенными ограничениями может применяться вместо *топлива ТС-1*, *топлива РТ* и *топлива Т-8В*.

ТОПЛИВО Т-6 (ГОСТ 12308) – высокотермостабильное *топливо для реактивных двигателей*. Вырабатывается из нефти и продуктов ее переработки с применением гидрогенизационных процессов (гидрокрекинга, глубокого гидрирования). Топливо характеризуется повышенной плотностью (не менее 840 кг/м³), низким ДНП (20 кПа при 150°С). Эти качества определяют применение топлива Т-6 на самых высокоскоростных самолетах без ограничения продолжительности сверхзвукового полета. Выкипает в диапазоне температур 195–315°С. Кинематическая вязкость при т-ре –40°С – не более 60 сСт, т-ра вспышки в закрытом тигле – не ниже 62°С. Содержит антиокислительную и противоизносную присадки.

ТОПЛИВО Т-8В (ГОСТ 12308) – *топливо для реактивных двигателей*. Получают из дистиллятов прямой перегонки нефти с применением гидрогенизационных процессов. Выкипает в диапазоне температур 165–280°С. Содержит антиокислительную и противоизносную присадки. По сравнению с *топливом ТС-1* и *топливом РТ*, имеет меньшее давление насыщенных паров (45,6 кПа при 150°С вместо 77,6 кПа у топлив ТС-1 и РТ) и большую плотность (не менее 800 кг/м³ вместо не менее 775 кг/м³ у топлив ТС-1 и РТ). Оно допускает нагрев до более высоких по сравнению с топливом РТ температур, предназначено для применения в сверхзвуковых самолетах с большой продолжительностью сверхзвукового полета. Кинематическая вязкость при т-ре –40°С – не более 16 сСт, т-ра вспышки в закрытом тигле – не ниже 45°С.

ТОПЛИВО ТС-1 (ГОСТ 10227) – *топливо для реактивных двигателей* дозвуковой авиации и сверхзвуковой с ограниченной продолжительностью сверхзвукового полета. Вырабатывается из сернистых нефтей парафинового основания или малосернистых высокопарафиновых нефтей главным образом прямой перегонкой. Выкипает в диапазоне температур 130–250°С. Плотность при 20°С – не менее 775 кг/м3, кинематическая вязкость при –40°С – не более 8 сСт, ДНП при 150°С – 77,6 кПа, т-ра вспышки в закрытом тигле – не ниже 28°С.

ТОПЛИВО Jp-4 (MIL-DTL-5624) – топливо широкого фракционного состава для реактивных двигателей военной авиации (см. также *Топливо для реактивных двигателей*). Отличается от *топлива Jet B* практически только тем, что в него в обязательном порядке вводятся противоводокристаллизационная, антистатическая и ингибитор коррозии – противоизносная присадки.

ТОПЛИВО Jp-5 (MIL-DTL-5624) – *топливо для реактивных двигателей* летательных аппаратов корабельного базирования. Характеризуется т-рой вспышки не ниже 60°С. По остальным показателям это топливо мало отличается от *топлива Jp-8*.

ТОПЛИВО Jp-7 (MIL-DTL-38219) – *топливо для реактивных двигателей* военных самолетов с большой сверхзвуковой скоростью полета. Это высокотермостабильное парафино-нафтеновое топливо с улучшенными характеристиками горения (объемное содержание ароматических углеводородов не более 5%), очень низким содержанием общей и меркаптановой серы и повышенной теплотой сгорания (не ниже 43500 кДж/кг).

ТОПЛИВО Jet A (ASTM D 1655) – *топливо для реактивных двигателей* ограниченного применения в гражданской авиации. Применяется преимущественно в США и некоторых других странах на внутренних авиалиниях. Имеет повышенную т-ру

начала кристаллизации (не выше –40°С). По остальным показателям это топливо отвечает требованиям, предъявляемым к *топливу Jet A-1*.

ТОПЛИВО Jet A-1 – основная марка *топлива для реактивных двигателей* зарубежной гражданской авиации, отвечает спецификациям ASTM D 1655 (США) и DEF STAN 91-91 (Великобритания). Указанные спецификации отличаются только тем, что в DEF STAN 91-91 содержится дополнительный пункт, регламентирующий противоизносные свойства топлива. Производимые в некоторых зарубежных государствах топлива для реактивных двигателей гражданской авиации под другой маркировкой в основном отвечают требованиям, предъявляемым к топливу Jet A-1 (являются топливами типа Jet A-1).

В отличие от российского топлива ТС-1 топливо Jet A-1 имеет утяжеленный фракционный состав (т-ра вспышки не ниже 38°С вместо не ниже 28°С для ТС-1), повышенную т-ру начала кристаллизации (не выше –47°С вместо не выше –60°С для ТС-1), повышенное допустимое массовое содержание ароматических углеводородов (не более 27% вместо не более 22% для ТС-1), но меньшее предельно допустимое массовое содержание меркаптановой серы (не более 0,003% вместо не более 0,005% для ТС-1 первого сорта).

ТОПЛИВО Jet B (ASTM D 1655) – топливо широкого фракционного состава для реактивных двигателей гражданской авиации (см. также *Топливо для реактивных двигателей*). Применяется в некоторых зарубежных странах в небольшом объеме. Как и российское *топливо Т-2* характеризуется высоким ДНП.

ТОПЛИВО Jp-8 (MIL-DTL-83133) – основная марка топлива для реактивных двигателей военной авиации США и европейских стран НАТО. Отличается от *топлива Jet A-1* практически только требованием обязательного ввода противоводокристаллизационной, антистатической и ингибитора коррозии – противоизносной присадок.

ТОПЛИВО «p-SERIES» – см. *p-Series топливо* (с.400).

ТОПЛИВО ШИРОКОФРАКЦИОННОЕ – см. *Широкофракционное топливо*.

ТОПЛИВОСБЕРЕГАЮЩИЕ ПРИСАДКИ К ТОПЛИВАМ – см. *Антифрикционные (топливосберегающие) присадки к топливам*.

ТОПОЧНЫЙ МАЗУТ – см. *Остаточное топливо*.

ТОРМОЗНЫЕ ЖИДКОСТИ – жидкости для передачи механической энергии (усилия) от главного тормозного цилиндра к колесным цилиндрам, к-рые прижимают тормозные накладки к тормозным дискам или к барабанам. В гидроприводе тормозов давление достигает 10 МПа, а т-ра тормозной жидкости поднимается до 150–190°С. Из-за постоянных колебаний т-ры и влажности окружающей среды в Т.ж. через уплотнения проникает влага, что ведет к снижению т-ры ее кипения. Высокое увлажнение может вызывать при торможении вскипание Т.ж., что приводит к попаданию паров воды в тормозную систему и образованию паровых пробок, в результате чего могут отказывать тормоза и возникать аварии. Поэтому главным показателем пригодности Т.ж. к эксплуатации является т-ра кипения Т.ж., содержащей 3,5% воды. Такую т-ру кипения будет иметь Т.ж. при эксплуатации в течение 1,5–2 лет. В **табл. Т-12** приведены т-ры «сухой» и «увлажненной» тормозных жидкостей.

Т-12. Температуры кипения (°С) «сухой» и «увлажненной» тормозных жидкостей

Марка тормозной жидкости	Тормозная жидкость	
	сухая	увлажненная
"Нева"	195	135
"Томь" (ДОТ-3)	220	155
"Роса" (ДОТ-4)	260	165

Смена Т.ж. рекомендуется при т-ре ее кипения не ниже 150°С. Для районов Арктики рекомендуется добавлять в Т.ж. 18–20% масс. этилового спирта. Такая смесь имеет т-ру застывания ок. –60°С.

ТОЧЕЧНАЯ КОРРОЗИЯ – см. *Местная коррозия*.

ТОЧЕЧНАЯ ПРОБА – проба, отобранная за один прием. Характеризует качество нефтепродукта в одном тарном месте (бочке, бидоне, канистре и др.) или на определенном заданном уровне в резервуаре (транспортном средстве) или в определенный момент времени при отборе из трубопровода.

ТОЧКА РОСЫ – т-ра, при к-рой водяной пар, содержащийся в смеси газов, достигает насыщения и начинает конденсироваться, переходить в жидкость.

ТОЧНОСТЬ МЕТОДА ИСПЫТАНИЙ – см. *Качество метода испытаний*.

ТРАНСМИССИОННЫЕ МАСЛА – масла для применения в узлах трения агрегатов трансмиссий и управления легковых и грузовых автомобилей, автобусов, тракторов, тепловозов, сельскохозяйственных, дорожно-строительных и других машин.

Трансмиссионные масла делятся на *масла для механических трансмиссий* и *масла для автоматических трансмиссий*.

Масла для механических трансмиссий разделяют на *масла для механических коробок передач* (МКП) и *гипоидные масла*.

Состав Т.м. Современные Т.м. представляют собой основу (*базовое масло*), легированную функциональными присадками или пакетом присадок. В качестве базового масла используются минеральные, синтетические или частично синтетические масла. К основным функциональным присадкам, входящим в состав Т.м., относятся депрессорные, противоза-

дирные, противоизносные, антиокислительные, антикоррозионные, противоржавейные, противопенные.

ТРАНСМИССИЯ (автомобиля, трактора и т.п.) – агрегат для передачи мощности от двигателя к ведущим колесам и изменения крутящего момента и частоты вращения колес по значению и направлению. Для получения в одном и том же механизме переменного крутящего момента или частоты вращения в нем устанавливают несколько пар шестерен с различными передаточными отношениями.

ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ – перемещение по магистральным нефтепроводам и нефтепродуктопроводам, железнодорожным, автомобильным, воздушным, морским и речным транспортом. В ГОСТ 1510 приведены виды транспортных средств для Т.н.н. Нефть и нефтепродукты транспортируют в наливных судах, железнодорожных и автомобильных цистернах с внутренним маслобензостойким и паростойким защитным покрытием, удовлетворяющим требованиям электростатической искробезопасности. Железнодорожные и автомобильные цистерны оборудуют приборами налива и нижнего слива. При отсутствии прибора нижнего слива стандартом установлен допустимый остаток в используемых цистернах. Подаваемые под налив железнодорожные цистерны должны сопровождаться документом, в к-ром указывают наименование нефтепродукта, слитого перед этим (при отсутствии документа наименование последнего устанавливают анализом остатка из цистерны), наименование нефтепродукта, под налив к-рого цистерны подготовлены, обозначение подготовки цистерны в зависимости от слитого и подлежащего наливу нефтепродукта.

В стандарте указан порядок подготовки железнодорожных цистерн, автоцистерн и вагонов для нефтебитума к наливу нефти и нефтепродуктов. Изложен порядок налива конкретных нефтепродуктов. Кроме того, отмечены особенности транспортирования высоковязких и высокозастывающих нефтей и нефтепродуктов судами. Изложен порядок транспортирования нефтепродуктов, упакованных в транспортную тару, и также поставляемые мелкими партиями. Приведен порядок транспортирования битумов и кокса.

ТРАНСФОРМАТОРНЫЕ МАСЛА – масла для применения в силовых и измерительных трансформаторах, реакторном оборудовании, а также масляных выключателей. В трансформаторах Т.м. выполняют функции изоляции токонесущих частей и их охлаждения, в реакторном оборудовании и масляных выключателях – функции дугогасящей среды.

Свойства. Электроизоляционные свойства масел определяются в основном тангенсом угла диэлектрических потерь. Диэлектрическая прочность Т.м. в основном зависит от структуры масла (волокнистости) и наличия в нем механических примесей и воды. Низкая т-ра застывания масел

Т-13. Требования публикации 296(82) Международной электротехнической комиссии к трансформаторным маслам классов II, IIA, III, IIIA

Показатели	Метод испытаний	Требования к классам	
		II, IIA	III, IIIA
Кинематическая вязкость, мм²/с: при 40°С, не более при -30°С, не более при -40°С	ISO 3104	 11,0 1800 -	 3,5 - 150
Т-ра вспышки, °С, не ниже	ISO 2719	130	95
Т-ра застывания, °С, не выше	ISO 3061	-45	-60
Внешний вид	Визуально в проходящем свете при комнатной т-ре и толщине 10 см	Прозрачная жидкость, не содержащая осадка и взвешенных частиц	
Плотность, кг/дм³, не более	ISO 3675	895	
Поверхностное натяжение при 25°С, Н/м	ISO 6295	См. прим. 1	
Кислотное число, мг КОН/г, не более	МЭК 296 (п.7.7)	0,03	
Коррозионная сера	ISO 5662	Не коррозионно	
Содержание воды, мг/г	IEC 733	См. прим. 2	
Содержание антиокислительных присадок	IEC 666	Для классов II, III - отсутствие, для классов IIA, IIIA - см. прим.3	
Окислительная стабильность: кислотное число, мг КОН/г, не более массовая доля осадка, %, не более индукционный период	 IEC 1125A - для кл. II, III; IEC 1125B - для кл. IIA, IIIA	 0,4 0,1 См. прим. 4	
Пробивное напряжение, кВ, не менее	IEC 156	30	
То же в состоянии поставки после обработки	IEC 156	50 (см. прим. 5)	
Тангенс угла диэлектрических потерь при 90°С и 40-60 Гц, не более	IEC 247	0,005	

Примечания. 1. Спецификация не нормирует этот показатель, хотя некоторые национальные стандарты включают требование не менее 40×10^3 Н/м.
2. Спецификация не нормирует этот показатель, хотя в некоторых странах существуют нормы 30 мг/кг при отгрузке партией и 40 мг/кг при отгрузке в бочках.
3. Тип и содержание антиокислителя согласовываются между поставщиком и потребителем.
4. Спецификация не нормирует этот показатель. Известно, что хорошие масла имеют индукционный период более 120 ч.
5. Результат показывает, что загрязнения могут быть легко удалены обычными средствами обработки

необходима для сохранения их подвижности в условиях низких температур. Для обеспечения эффективного отвода тепла Т.м. должны обладать наименьшей вязкостью при нормируемой стандартами т-ре вспышки.

Наиболее важное свойство Т.м. – стабильность против окисления, т.е. способность масла сохранять параметры при длительной работе. В России все сорта применяемых трансформаторных масел ингибированы антиокислительной присадкой – 2,6-дитретичным бутилпаракрезолом.

Международная электротехническая комиссия (IEC) в 1969 г. разработала стандарт (Публикация 296) «Спецификация на свежие нефтяные изоляционные масла для трансформаторов и выключателей». Стандарт, практически без изменений, был переиздан в 1982 г. Он предусмат-

Т-14. Требования стандарта IEC 60296 (2005) к изоляционным маслам

Свойства	Метод испытаний	Трансформаторное масло	Низкотемпературное масло для выключателей
Функциональные			
Вязкость, мм²/с, не более:			
при 40°C	ISO 3104	12	3,5
при -30°C[1]	ISO 3104	1800	-
при -40°C[2]	IEC 61868	-	400
Т-ра застывания, °C, не выше	ISO 3016	-40	-60
Содержание воды, мг/кг, не более	IEC 60814	30[3] и 40[4]	
Пробивное напряжение, кВ, не менее	IEC 60156	30/70[5]	
Плотность при 20°C, г/мл, не более	ISO 3675 или ISO 12185	0,895	
Тангенс угла дизлектрических потерь при 90°C, не более	IEC 60247 или IEC 61620	0,005	
Очистка / стабильность			
Внешний вид	-	Ясное, свободное от осадка и взвешенных частиц	
Кислотное число, мг КОН/г, не более	IEC 62021-1	0,01	
Поверхностное натяжение	ISO 6295	Нет общих требований[6]	
Общее содержание серы	BS 2000 часть373 или ISO 14596	Нет общих требований	
Коррозионная сера	DIN 51353	Не коррозионно	
Антиокислительная присадка	IEC 60666	(Н) неингибированные масла: не поддается определению; (М) малоингибированные масла: макс. 0,08%; (И) ингибированные масла: 0,08-040%	
Содержание 2-фурфурола, мг/кг, не более	IEC 61198	0,1	
Поведение в эксплуатации			
Окислительная стабильность: общее кислотное число, мг КОН/г, не более осадок, %, не более	IEC 61125 (метод С). Длительность испытаний: (Н) неингибированные масла - 164 ч (М) малоингибированные масла - 332 ч (И) ингибированные масла - 500 ч	1,2 0,8[7]	
Тангенс угла дизлектрических потерь при 90°C, не более	IEC 60247	0,500[7]	
Газостойкость	IEC 60628, A	Нет общих требований	
Безопасность и окружающая среда (HSE)			
Т-ра вспышки, °C, не ниже	ISO 2719	135	100
Содержание полициклической ароматики, %, не более	BS 2000 часть 346	3	
Содержание ПХБ	IEC 61619	Не поддается определению	

[1] Стандартная низшая т-ра включения нагрузки при холодном запуске (НТВНХЗ) для трансформаторного масла. Может быть изменена в зависимости от климатических условий для каждой страны. Т-ра застывания должна быть как минимум на 10 К ниже НТВНХЗ.

[2] Стандартная НТВНХЗ для низкотемпературного масла для выключателей.

[3] Для поставки в цистернах.

[4] Для поставки в бочках.

[5] После лабораторной обработки.

[6] Согласно общей рекомендации нижний предел составляет 40 мН/м.

[7] В некоторых странах нормируются более жесткие пределы или дополнительные требования

ривал три класса Т.м.: I – для южных районов (с т-рой застывания не выше –30°С), II – для северных районов (с т-рой застывания не выше –45°С) и III – для арктических районов (с т-рой застывания –60°С). Буква А в обозначении класса указывает на то, что масло содержит ингибитор окисления, отсутствие буквы означает, что масло не ингибировано. В **табл. Т-13** (стр. 553) приведены заимствованные из стандарта МЭК 296 требования к маслам классов II, IIA, III, IIIA. Масла классов I и 1А в России не применяют.

В 2003 г. Публикация 296 была преобразована в международный стандарт IEC 60296 (**табл. Т-14, Т-15**). При пересмотре стандарта в него внесен ряд изменений: введены новые показатели и изменены методики определения некоторых из ранее нормируемых показателей. В частности, серьезным изменениям подверглось нормирование стабильности против окисления. Изменены методики определения этого показателя и значения определяемых после окисления показателей. Стандарт IEC 60296 предусматривает возможность гибкого нормирования т-ры застывания трансформаторного масла в зависимости от климатических условий страны применения.

Т-15. Максимальная вязкость и температура застывания трансформаторных масел при низших температурах включения нагрузки при холодном запуске (НТВНХЗ) – выписка из стандарта IEC 60296 (2005)

НТВНХЗ	Максимальная вязкость, мм²/с	Максимальная т-ра застывания, °С
0	1800	-10*
-20	1800	-30*
-30	1800	-40
-40	2500	-50*

* Варианты возможного выбора.

Примечание. В этом стандарте нет нижнего предела вязкости, но при определенных условиях масла с вязкостью меньше 7 мм²/с (40°С) могут рассматриваться как потенциальная тенденция к риску

Предоставление поставщиком всех сведений о масле по стандартам IEC 296(82) и 60296(2003) поможет специалисту произвести квалифицированный выбор масла.

Ассортимент. Основные отечественные марки: масло селективной очистки – для оборудования, работающего под напряжением до 220 кВ; ТКп – до 500 кВ; Т-1500 – выше 500 кВ, ГК и ВГ – для оборудования высших классов напряжения, АГК – для трансформаторов арктического исполнения, МВТ – для применения в масляных выключателях и трансформаторах арктического исполнения.

ТРЕБОВАНИЯ К СОТС. Современные СОТС – это неотъемлемая часть всего комплекса средств, обеспечивающего работу металлорежущего оборудования. Цель применения СОТС – снижение износа инструмента при механической обработке металлов, увеличение производительности оборудования, повышение точности обработки металлической поверхности, снижение ее шероховатости, уменьшение брака и улучшение условий труда и сокращение числа технологических операций.

При обработке металлов (почти) вся мощность, затрачиваемая на резание, превращается в теплоту, к-рая является основной причиной изнашивания дорогостоящего инструмента и ухудшения качества изделий. Исследованиями установлено, что 60–75% выделяемой в зоне обработки теплоты обусловлено деформацией металла и 40–25% трением стружки об инструмент. Т-ра на границе раздела между металлообрабатывающим инструментом и стружкой может достигать 350–800°С, там же создается высокое давление, возникают электрические и магнитные поля, световые потоки и т.д. В этих условиях поверхность инструмента может изнашиваться, привариваться к обрабатываемому металлу и деформироваться. На режущих кромках инструмента образуются кратеры и наросты. Поэтому одним из основных требований, предъявляемых к СОТС, является снижение трения и усилия пластической деформации *смазывающим действием СОТС*.

При механической обработке металлов основная часть механической энергии преобразуется в теплоту и лишь ее незначительное количество затрачивается на изменение энергии кристаллической решетки, обрабатываемого материала. Применение СОТС позволяет эффективно снижать т-ру металлической заготовки, инструмента и стружки. Поэтому в большинстве случаев высокие эксплуатационные свойства СОТС определяются *охлаждающим действием СОТС*.

Во многих случаях к СОТС предъявляются требования уменьшить поверхностную энергию разрушения обрабатываемого материала, т.е. облегчить разрыв связей в обрабатываемом материале при внедрении инструмента, размягчить (пластифицировать) и диспергировать его.

Проявление диспергирующего действия СОТС связано со многими факторами, к к-рым прежде всего необходимо отнести состав, свойства обрабатываемого материала и СОТС, условия деформации и разрушения. Высокие требования предъявляются к *моющему действию СОТС*, к-рое определяет их способностью удалять стружку и шлам, предотвращать лако-, нагарообразование, наличие шлама на инструменте.

Смазочное, охлаждающее, диспергирующее, моющее и демпфирующее действия СОТС определяют **функциональные свойства СОТС** (ГОСТ Р 51779) и эффективность их применения при механической обработке металлов.

СОТС должны быть химически неагрессивными к элементам металлообрабатывающих станков, резцам, шлифовальным кругам, штампам, матрицам и валками, иметь низкую окисляемость (см. *Окисляемость СОТС*), обладать необходимыми экологическими свойствами в т.ч. и не оказывать канцерогенного действия (см. *Канцерогенное действие СОТС*). Технологический процесс применения, *техника применения СОТС* и *система применения СОТС* не должны быть трудно выполнимыми, не должны требовать дополнительных затрат и должны быть удобными для проведения текущего контроля.

ТРЕНИЕ – см. *Внешнее трение*, *Внутреннее трение*.

ТРЕНИЕ КАЧЕНИЯ (ГОСТ 27674, ISO 4378/2) – трение движения, при к-ром скорости соприкасающихся тел одинаковы по значению и направлению, по крайней мере в одной точке зоны контакта.

ТРЕНИЕ СКОЛЬЖЕНИЯ (ГОСТ 27674) – трение движения, при к-ром скорости тел в точке касания различны по значению и/или направлению.

ТРЕХКОМПОНЕНТНОЕ ЖИДКОЕ РАКЕТНОЕ ТОПЛИВО. С начала 70-х годов прошлого века в России и США изучалась концепция применения трехкомпонентных топлив в двигателях, к-рые сочетали бы в себе достоинства минимального объема и минимальной массы в одном двигателе. При запуске такой двигатель работал бы на кислороде и керосине, а на больших высотах переключался бы на использование жидких кислорода и водорода. Такой подход, возможно, позволил бы создать одноступенчатую ракету, однако конструкция двигателя при этом значительно усложняется.

ТРИАЗИН – синтетическая жидкость, являющаяся органическим или фторорганическим производным симметричного 1,3,5-триазина. Наибольшее значение имеют перфтортриазины (ПФТ) – стойкие к гидролизу в нейтральной среде жидкости, получаемые каталитической циклизацией соответствующих нитрилов. ПФТ оказались весьма перспективными в качестве дисперсионной среды специальных пластичных смазок, используемых при высоких (до 350°С) т-рах.

ТРИАЛКИЛФОСФИН (R_3P) – получают на основе фосфористого водорода (H_3P), первичных (RPH_2) или вторичных (R_2PH) фосфинов или реакцией треххлористого фосфора с реактивом Гриньяра.

ТРИБОХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК – превращения, происходящие с пластичными смазками в работающем узле трения и определяющие их долговечность. Срок службы узлов трения с одноразовой заправкой определяется скоростью протекания в зонах трения и резерва реакций трибопревращений смазочного материала, следствием к-рых является его прогрессирующая деградация, приводящая к режиму трения без смазочного материала.

Пластичные смазки расходуются в результате:

- испарения;
- выдавливания из зоны трения в зону резерва с последующим центробежным выбросом;
- сепарации и последующего растекания (миграции);
- окисления;
- термического распада,
- собственно трибохимических превращений;
- взаимодействия компонентов смазки друг с другом;
- трибодиспергирования твердых компонентов (загущающих, антифрикционных и вторичных продуктов трибопревращения смазок и изнашивания металла).

К собственно трибохимическим превращениям смазок следует отнести механокрекинг, процессы полимеризации, конденсации, дегидрирования и каталитического разложения.

Независимость механизма и направления трибохимических реакций от характера механических воздействий позволяет вывести дифференциальное кинетическое уравнение, являющееся обобщенной математической моделью процесса. В интегральной форме уравнение имеет вид (**рис. Т-15**):

$$\ln[1/(1-\alpha)]=K\tau^{(1-m)/m}\tau,$$

где α – степень срабатывания дисперсионной среды смазки, определенная методом тонкослойной хроматографии; K – константа скорости; τ – время; m – средняя длина кинетической цепи.

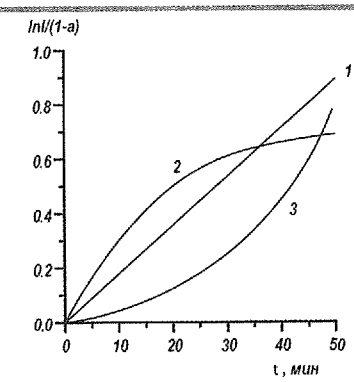


Рис. Т-15. Обобщенные кинетические зависимости $\ln[1/(1-\alpha)]$ от τ процесса трибохимических превращений пластичных смазок:
1 – m=1; 2 – m>1; 3 – m<1

Для определения α пробу смазки предварительно разделяют на масло, мыло, а также смоло- и коксообразные продукты трибохимических реакций на пластинах Кизельгель 60 при одностадийном проявлении смесью *н*-гептана и серного эфира (3:1) (смазки на основе углеводородных масел и полиэтилсилоксановых жидкостей) или фреоном-113 (смазки на основе перфторполиэфиров). По площади хроматографических пятен удерживания исходной $S_{исх}$ и работавшей $S_{раб}$ смазки вычисляют $\alpha=(S_{исх}-S_{раб})/S_{исх}$.

Стандартная погрешность определения α составляет 2–3%.

Кинетической особенностью процесса трибохимических превращений пластичных смазок является изменяющаяся во времени эффективная скорость (размерность мин$^{-1}$) трибохимических превращений дисперсионной среды смазки $K\tau^{(1-m)/m}$ (**рис. Т-16**). Выражение $K\tau^{(1-m)/m}$ зависит от m, т.е. вторичных продуктов, способных выполнять функцию смазывания. Уравнение позволяет с приемлемой для практики точностью прогнозировать долговечность работы узла трения качения или скольжения, глубину и химизм трибохимических процессов.

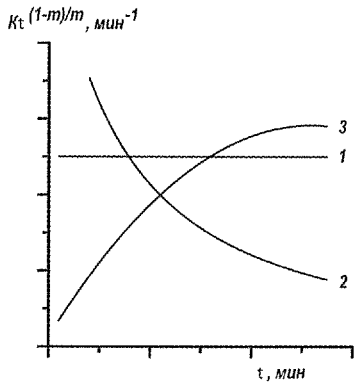


Рис. Т-16. Обобщенные временные зависимости трибохимических превращений пластичных смазок:

1 – m=1; *2* – m>1; *3* – m<1

Трибохимические превращения смазки могут осуществляться по трем направлениям (m=1, m>1 и 0<m<1).

При m=1 уравнение переходит в обычное кинетическое уравнение первого порядка, показывающее, что скорость определяющей стадией является либо трибохимическая реакция типа A→B, либо совокупность параллельных трибохимических реакций типа A→B_1, A→B_2 … и т.д. Поскольку m=1, вторичные продукты реакции, способные поддерживать процесс смазывания, отсутствуют. Единственное направление суммарной трибохимической реакции – продуцирование неработоспособных продуктов, например, летучих углеводородов, кокса или CO_2. В этом случае скорость трибохимической реакции смазки постоянна.

При m>1 протекает цепь последовательных трибохимических реакций типа A→B→C… и т.д. В этом случае нек-рая часть смазки, как и в предыдущем случае, превращается в неработоспособные продукты; другая – в продукты, способные поддерживать процесс смазывания. Поэтому эффективная скорость суммарной трибохимической реакции по мере работы узла трения непрерывно уменьшается, приближаясь к нек-рому постоянному значению, а $\tau_{пред}$ (по сравнению со случаем, когда m=1) – возрастает. Уменьшение скорости реакции во времени может быть обусловлено как накоплением в зоне трения смолообразных промежуточных продуктов, так и меньшей скоростью их трибохимических превращений, по сравнению с исходной смазкой.

Продукты, способные поддерживать процесс смазывания, образуются в следующих случаях:

• при частичном окислении молекул исходной жидкости, когда вязкость продукта меняется мало по сравнению с вязкостью исходного вещества;

• при механокрекинге, когда из одной молекулы образуются две молекулы меньшего размера (и меньшей вязкости);

• при замене части смазки в зоне трения на свежую смазку из зоны резерва, что возможно в результате местного перегрева зоны трения из-за недостатка в ней смазки. В этом случае эффективная вязкость смазки снижается до значения, при к-ром она еще способна к передвижению из зоны резерва в зону трения. Последний вариант, независимо от природы смазочного материала, по-видимому, является доминирующим.

При 0<m<1 нек-рая часть смазки вообще не принимает участия в процессе смазывания, поскольку до этого успевает превратиться в неработоспособные продукты (кокс или CO_2). Работа узла трения может поддерживаться главным образом исходным смазочным материалом, а скорость суммарной трибохимической реакции по мере работы узла трения непрерывно возрастает, приближаясь к нек-рому постоянному значению. Уменьшение $\tau_{пред}$ (по сравнению со случаем, когда m=1) обусловлено превращением смазки в неработоспособные продукты до осуществления ею функции смазывания. Низкое значение m указывает на неблагоприятное сочетание компонентов смазки (дисперсионная среда – дисперсная фаза или дисперсионная среда – присадки) с точки зрения обеспечения ее максимальной работоспособности. Подав-

ляющее большинство (грамотно разработанных) смазок деградируют по второму направлению.

Таким образом, *m* является эффективной константой, характеризующей среднее число всей совокупности последовательных (и параллельных) трибохимических реакций и, следовательно, среднюю длину кинетической цепи трибопревращений смазочного материала и продуктов реакции, способных поддерживать процесс смазывания. Чем выше *m*, тем больше число последовательных элементарных стадий суммарной реакции трибопревращений исходного смазочного материала до потери им работоспособности.

ТРИКРЕЗИЛФОСФАТ ($(CH_3C_6H_4O)_3PO$ – трикрезиловый эфир фосфорной кислоты. Получают реакцией хлорокиси фосфора с крезолами.

ТРИМЕР – см. *Полимер*.

ТРОНКОВЫЕ ДИЗЕЛИ – двигатели, в к-рых поршень непосредственно связан шатуном с коленчатым валом.

ТРОНКОВЫЕ ДИЗЕЛИ С ЦИРКУЛЯЦИОННО-ЛУБРИКАТОРНОЙ СМАЗОЧНОЙ СИСТЕМОЙ. В среднеоборотных *тронковых дизелях* с большим ходом поршня разбрызгивание масла, вытекающего из шатунных подшипников, не обеспечивает смазывание цилиндров в зоне, близкой к верхней мертвой точке. Для подведения достаточного количества масла в эту зону такие двигатели оборудуют комбинированной циркуляционно-лубрикаторной смазочной системой. Лубрикаторы подают то же самое свежее масло непосредственно на стенку цилиндра. При этом не возникает проблема совместимости цилиндрового и циркуляционного масла, а наиболее подверженная изнашиванию верхняя часть цилиндров смазывается почти исключительно *свежим маслом*, не подвергшимся старению.

ТУМАНООБРАЗОВАНИЕ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СОТС – конденсация паров жидких СОТС и тонких их измельчений. Часть тумана (устойчивый туман, аэрозоль) образуется в результате испарения СОТС на нагретых поверхностях инструмента, стружки и обрабатываемых изделий и последующей его конденсации в воздухе с образованием мелкодисперсных (1–5 мкм) частиц жидкости. Вторая часть тумана образуется в результате распыления СОТС при его истечении из сопла форсунки и разбрызгивании при ударе струи о поверхности инструмента, заготовки, а также подвижные и неподвижные детали станков. Повышенное содержание тумана, в частности масляного, в воздушной среде зоны обработки металлов не только ухудшает условия труда работающих, но и повышает пожароопасность производственных помещений. В связи с этим способность СОТС не образовывать туман является одной из важных характеристик их экологических свойств.

На операциях лезвийной обработки металлов концентрация масляного тумана может значительно превышать ПДК. Эффективный способ снижения концентрации масляного тумана – его отсасывание непосредственно на станках, однако реконструкция станков не всегда возможна и не всегда экономически целесообразна. Другой эффективный способ – использование СОТС с противотуманными свойствами.

Концентрацию вредных веществ в воздухе (и в частности, масляного аэрозоля) контролируют с помощью индикаторных трубок по длине изменившего первоначальную окраску слоя индикаторного порошка, а также путем подсчета разности массы соответствующих фильтров до и после измерений. Для контроля за суммарным содержанием углеводородов в атмосферном воздухе широко применяется лабораторный газоанализатор ТГ-5, действие к-рого основано на сжигании углеводородов на платиновой спирали при т-ре 800–900°С с образованием диоксида углерода и последующим титрометрическим определением последнего. Перспективным является газохрома-

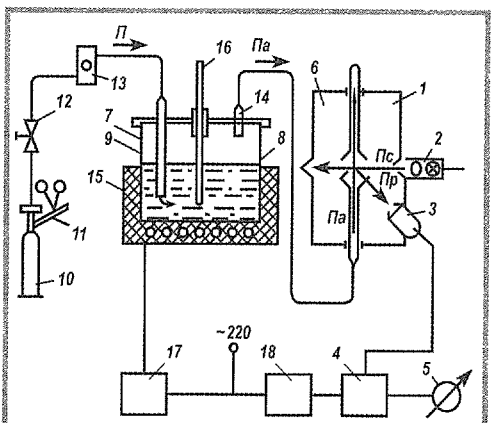


Рис. Т-17. Схема лабораторной установки для оценки противотуманных свойств СОТС:

1 – фотометр рассеянного света; *2* – осветитель; *3* – фотоумножитель; *4* – электронный усилитель; *5* – регистрирующий прибор; *6* – поглотитель света; *7* – аэрозольная камера; *8* – испытуемое СОТС; *9* – капилляр; *10* – баллон со сжатым воздухом; *11* – редуктор давления; *12* – регулировочный вентиль; *13* – ротометр; *14* – выходной патрубок; *15* – термостат; *16* – контрольный термометр; *17* – блок управления т-рой; *18* – стабилизированный блок питания фотометра.

Потоки: *П* – поток азота из баллона *10*; *Па* – аэрозольный поток СОТС из термостата *15*; *Пр* – рассеянный световой поток через собирающую оптическую систему, поступающий на фотоумножитель *3*; *Пс* – световой поток от осветителя *2*

тографический метод, основанный на общем обнаружении суммы углеводородов пламенно-ионизационным детектором. Основными недостатками этих методов являются большая длительность определения, низкая точность и необходимость использования сложной аппаратуры.

Противотуманные свойства масляных СОТС оценивают также с помощью лабораторной установки (**рис. Т-17**), принцип действия к-рой основан на измерении интенсивности рассеянного светового потока, возникающего при освещении тумана. Линейная зависимость между концентрацией масляного аэрозоля в газовом потоке и интенсивностью рассеянного светового потока позволяет количественно оценить различные композиции масляных СОТС.

ТУРБИННЫЕ МАСЛА – масла для смазывания и охлаждения подшипников различных турбоагрегатов: паровых и газовых турбин, гидротурбин, турбокомпрессорных машин. Эти же масла используют в качестве рабочих жидкостей в системах регулирования турбоагрегатов, а также в циркуляционных и гидравлических системах различных промышленных механизмов. Для смазывания центробежных и турбокомпрессорных машин в основном применяют также Т.м.

Т.м. должны обладать хорошей стабильностью против окисления, не выделять при длительной работе осадков, не образовывать стойкой эмульсии с водой, к-рая может проникать в смазочную систему при эксплуатации, защищать поверхность стальных деталей от коррозионного воздействия. Для устойчивой работы систем регулирования важно, чтобы масла обладали хорошей способностью выделять попавшие при перемешивании в их объем пузырьки воздуха. Перечисленные эксплуатационные свойства достигаются технологией производства базовых масел и введением композиций присадок, улучшающих антиокислительные, деэмульгирующие, антикоррозионные, а в некоторых случаях противоизносные свойства масел.

Качество Т.м. В **табл. Т-16–Т-18** приведены требования к Т.м. стандартов ISO 8068, ASTM D 4304, DIN 51515-1. Эти стандарты демонстрируют довольно универсальный подход к оценке качества Т.м. как по набору показателей, так и по нормируемым величинам. Перечисленные стандарты для оценки стабильности против окисления в качестве основного используют метод, прообразом к-рого является ASTM D 943. Согласно этому методу масло подвергают длительному

Т-16. Требования стандарта ISO 8068 к качеству турбинных масел типа AR (с нормируемым воздухоотделением)

Показатели	Метод испытаний	Класс вязкости по ISO 3448		
		32	46	68
Кинематическая вязкость при 40°С, мм²/с	ISO 3104	28,8-35,2	41,4-50,6	61,2-74,8
Индекс вязкости, не ниже	ISO 2909	80	80	80
Т-ра застывания, °С, не выше	ISO 3016	-6	-6	-6
Плотность при 15°С	ISO 3675	Сообщается поставщиком		
Т-ра вспышки, °С, не ниже:				
открытый тигель Кливленда	ISO 2592	177	177	177
закрытый тигель Пенски-Мартенса	ISO 2719	165	165	165
Общее кислотное число, мг КОН/г	ISO 6618	Сообщается поставщиком		
Пенообразование, мл, не более:	ISO 6247			
последовательность I, 24°С		450/0	450/0	450/0
последовательность II, 93,5°С		100/0	100/0	100/0
последовательность III, 24°С		450/0	450/0	450/0
Воздухоотделение при 50°С, мин, не более	DIN 51 381	5	6	8
Водоотделение, не более:	DIN 51 589-1, ISO 6614			
1-й метод, с		300	300	300
2-й метод при 54°С до объема эмульсии 3 мл, мин		30	30	30
Защита от ржавления после 24 ч	ISO 7120-B	Выдерживает		
Коррозионность к меди, 3 ч при 100°С, баллы	ISO 2160	1b	1b	1b
Окислительная стабильность:	ISO 7624			
1-й метод - кислотное число, мг КОН/г, не более		1,8	1,8	1,8
осадок,%, не более		0,4	0,4	0,4
2-й метод - время достижения кислотного числа 2 мг КОН/г, ч, не менее	ISO 4263	2000	2000	1500

Т-17. Требования стандарта ASTM D 4304 к качеству турбинных масел типа 1 (без усиленных противоизносных свойств)

Показатели	Метод испытаний ASTM	Класс вязкости по ISO 3448			
		32	46	68	100
Т-ра вспышки, °С, не ниже	D 92	180	180	180	180
Т-ра застывания, °С, не выше	D 97	-5	-5	-5	-5
Вязкость при 40°С, мм²/с	D 445	28,8-35,2	41,4-50,6	61,2-74,8	90,0-110
Внешний вид при 20°С	-	Чистое и ясное			
Общее кислотное число, мг КОН/г	D 974	Сообщается поставщиком			
Эмульсионные характеристики:	D1401				
при 54°С, минуты до 3 мл, не более		30	30	30	-
при 82°С, минуты до 3 мл, не более		-	-	-	30
Пенообразование:	D 892				
последовательность I, 24°С, склонность/стабильность, мл, не более		400/0	400/0	400/0	400/0
Защита от ржавления	D 665A	Выдерживает			
Коррозионность к меди, 3 ч при 100°С, баллы	D 130	1	1	1	1
Окислительная стабильность:					
время достижения кислотного числа 2 мг КОН/г, ч, не менее	D 943	2000	2000	2000	2000
время падения давления кислорода до 175 кПа, мин, не менее	D 2272	200	200	175	150
Чистота, определяемая весовым методом при пористости фильтра 0,8 мкм, мг/100 мл, не более	D 4898	3,0	3,0	3,0	5,0

Т-18. Требования стандарта DIN 51515-1 к качеству турбинных масел

Показатели	Метод испытаний	Класс вязкости по ISO 3448			
		32	46	68	100
Кинематическая вязкость при 40°С, мм²/с	DIN 51562	28,8-35,2	41,4-50,6	61,2-74,8	90,0-110
Т-ра вспышки, °С, не ниже	DIN 2592	160	185	205	215
Воздухоотделение при 50°С, мин, не более	DIN 51381	5	5	6	-
Пенообразование, мл/мл, не более:	ISO 6247				
последовательность I		450/0			
последовательность II		100/0			
последовательность III		450/0			
Плотность при 15°С	DIN 51757	Сообщается поставщиком			
Т-ра застывания, °С, не выше		-6			
Общее кислотное число, мг КОН/г	DIN 51558-1	Сообщается поставщиком			
Зола (оксидная), %, не более	DIN 6245	Сообщается поставщиком			
Содержание воды, мг/кг, не более	DIN 12937	150			
Класс чистоты, не менее	DIN 5884	20/17/14			
Водоотделение, с, не более	DIN 51589-1	300			
Коррозионность к меди, 3 ч при 100°С, баллы	DIN 2160	2-100 A 3			
Защита от ржавления стали	DIN 7120	Выдерживает			
Окислительные характеристики - время достижения кислотного числа 2 мг КОН/г, ч, не менее	DIN 51587	2000	2000	1500	1000

старению в условиях, имитирующих эксплуатационные (наличие воды, большие количества медного и стального катализатора, сравнительно невысокая т-ра – 95°С), до достижения кислотного числа масла 2 мг КОН/г. Помимо этого длительного метода стандарты ISO 8068 и ASTM D 4304 предусматривают использование ускоренных методов определения стабильности ISO 7624 и ASTM D 2272.

Метод испытаний ASTM D 943 нашел дальнейшее развитие в методе ASTM D 4310. Последний, сохраняя режим и оборудование окисления метода ASTM D 943, в качестве критерия оценки качества масла предлагает количество осадка, нако-

пившегося в сосуде окисления после 1000 ч испытаний, а также степень коррозии металлов. Коррозия металлов оценивается по концентрации растворенных в масле меди и железа. Оценка склонности масла к осадкообразованию является ценным дополнением методики ASTM D 943. Последнее особенно важно, так как кислотные числа и определение по ним условных периодов работоспособности масла не могут быть единственным свидетельством способности масла противостоять старению. Для сохранения работоспособности оборудования (узлов гидравлических систем, исполнительных механизмов систем регулирования, узлов смазки и муфт зацепления с сильным центрифугирующим воздействием) очень важно, чтобы масло не выделяло осадка при старении. Сохранение низких значений кислотного числа не всегда гарантирует низкую склонность масла к образованию осадка, и введение нового критерия оценки качества вполне правомерно. Некоторые фирменные спецификации, такие как Denison HF-1, предусматривают нормирование этого показателя на уровне, не более 100 мг.

При решении вопроса о возможности применения того или иного сорта турбинного масла в конкретном типе оборудования помимо соответствия требованиям ISO 8068 особое внимание следует уделять склонности масел к образованию осадка в процессе окислительного старения. Для этого следует применять метод ASTM D 4310 и др. методы, моделирующие поведение масла в эксплуатации.

Ассортимент. Основные марки: Тп-22Б и Тп-22С марки 1 – для высокооборотных паровых турбин, а также турбокомпрессорных машин, центробежных компрессоров; Тп-30, Тп-46 – для низкооборотных паровых турбин, работающих в паре с высокооборотными нагруженными редукторами; СГТ – для судовых газовых турбин.

ТУРБОВИНТОВЕНТИЛЯТОРНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ – двухконтурный турбореактивный двигатель, у к-рого отношение расходов воздуха через внешние и внутренние контуры больше единицы.

ТУРБОВИНТОВОЙ ДВИГАТЕЛЬ (ТВД) – турбокомпрессорный двигатель, в к-ром тяга, в основном, создается воздушным винтом, приводимым во вращение газовой турбиной, и частично прямой реакцией потока газов, вытекающих из реактивного сопла.

ТУРБОРЕАКТИВНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ (ТРД) – *воздушно-реактивный двигатель*, в к-ром для повышения давления рабочего тела применён *турбокомпрессор*. В ТРД продукты сгорания топлива поступают на турбину, расширяются и совершают работу, необходимую для сжатия воздуха в компрессоре. Потенциальная энергия газов за турбиной обеспечивает создание реактивной тяги при истечении газов из реактивного сопла. На сверхзвуковых самолётах, как правило, применяют ТРД с *форсажной камерой* сгорания (ТРДФ), к-рая позволяет получить прирост тяги до 50%.

36-2841

УВЛАЖНИТЕЛЬ ФОРМОВОЧНОЙ СМЕСИ – применяется при производстве абразивного инструмента для повышения длительности хранения и сыпучести смеси. У.ф.с. готовят на основе водно-восковых дисперсий, содержащих твёрдый парафин и нефтяной церезин, воды и стабилизатора *дисперсной системы*.

УГЛЕВОДОРОДНАЯ СМАЗКА (ГОСТ 26098) – пластичная смазка, в к-рой в качестве загустителя использованы *твердые углеводороды*.

УГОЛ СМАЧИВАНИЯ (КРАЕВОЙ УГОЛ) – угол θ, образуемый векторами сил *поверхностного натяжения*, направленными по касательной к поверхности раздела «твердое тело–жидкость» и «жидкость–воздух». Обычно определяют по размерам капли испытуемой жидкости, нанесенной на поверхность твердого тела, с использованием оптических приборов и устройств. У.с. принято измерять со стороны жидкой фазы.

У.с. является мерой смачивания поверхности. При полном смачивании твердой поверхности жидкостью θ=0, при полном несмачивании – θ=180°, промежуточные значения θ указывают на неполное смачивание.

В **табл. У-1** приведены значения У.с., образуемого водой на поверхности различных твердых тел в атмосфере воздуха.

У-1. Углы смачивания, образуемые водой на поверхности твердых тел в атмосфере воздуха

Твердое тело	Угол смачивания, град.
Кварц	0
Графит	55-60
Тальк	69
Сера	78
Парафин	106

УДЕЛЬНАЯ НАГРУЗКА – давление, в общем случае равное пределу отношения нормальной составляющей нагрузки (силы) к номинальной площади контакта, на к-рую она действует:

$p_a = \lim P/A_a = dP/dA_a$,

где P – нормальная составляющая нагрузки; A_a – номинальная площадь контакта.

УДЕЛЬНАЯ ОБЪЕМНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОВОДИМОСТЬ РЕАКТИВНОГО ТОПЛИВА – показатель, включенный в КМКО. Сущность метода определения заключается в измерении электрического сопротивления топлива с последующим пересчетом его в удельную электрическую проводимость. Для определения сопротивления топлива используется прибор, разработанный С.-Петербургским филиалом СКБ АНН и состоящий из измерительной ячейки ЭЖ-1 и тераомметра ЕК-6-7. В ячейку заливают 40 мл испытуемого топлива и подключают ее к тераомметру. В момент подачи на измерительную ячейку напряжения 1 В снимают показания тераомметра.

УЗКИЕ ФРАКЦИИ СИНТЕТИЧЕСКОГО ЦЕРЕЗИНА ДЛЯ ТЕРМОРЕГУЛЯТОРОВ ДВС – по ТУ 38.101261–79 вырабатывают 3 марки узких фракций синтетических церезинов, обеспечивающих автоматическое регулирование теплового состояния ДВС. Рабочие т-ры регулирования составляют: I марка 70–83, II марка 75–88 и III марка – 80–93°С. Для стабилизации свойств У.ф.с.ц.т.д. добавляется 0,1% антиокислительной присадки.

УНИВЕРСАЛЬНЫЕ МОТОРНЫЕ МАСЛА – масла, к-рыми можно смазывать и бензиновые двигатели, и дизели. Согласно *классификации моторных масел API* У.м.м. обозначают одним из классов категории "Service" и одним из классов категории "Commercial", например, API SF/CC, API CF-4/SG и т.п. Согласно *классификации моторных масел по ГОСТ 17479.1*. У.м.м. обозначают буквами без числового индекса (М-$6_з$/12Г) или двумя буквами с разными числовыми индексами, если группы не совпадают, например, М-$6_з$/$14Г_1$/$Д_2$, М-$5_з$/$12Д_1$/$Е_2$ и т.п.

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ИНГИБИТОР КОРРОЗИИ – *ингибитор*, пригодный для защиты от коррозии черных и цветных металлов (ГОСТ 5272).

УНИФИКАЦИЯ МОТОРНЫХ МАСЕЛ – комплекс мероприятий, направленных на рациональное сокращение ассортимента масел, применяемых конкретным потребителем или отраслью народного хозяйства. У.м.м. позволяет упростить складское хозяйство, увеличить объем производства масел унифицированных марок и этим снизить их себестоимость. У.м.м. достигается созданием многоцелевых, универсальных масел с высоким уровнем эксплуатационных свойств.

УПЛОТНИТЕЛЬНЫЕ ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ по назначению разделяют на *арматурные пластичные смазки* и *резьбовые пластичные смазки*, *герметизирующие* и *вакуумные замазки*.

УРЕАТНАЯ (ПОЛИМОЧЕВИННАЯ) ПЛАСТИЧНАЯ СМАЗКА – смазка, получаемая загущением нефтяных или синтетических масел органическими соединениями, содержащими в составе молекул одну или несколько уреатных (мочевинных) групп. Первое название (уреатная смазка) не соответствует русской химической терминологии. Более правильно называть ее полимочевинной смазкой.

Наиболее пригодны (лучшая загущающая способность и термическая стабильность) арилпроизводные мочевины (смазки серий Политерм, Полимол, Поликсин, Полискол для предприятий текстильной, кожевенной и др. отраслей промышленности). Они отличаются высокой химической, механической и термической стабильностью и др. ценными эксплуатационными свойствами, например, высокой работоспособностью.

Сдерживающим фактором производства этих смазок является токсичность и дефицитность сырья, применяемого для их получения (изоцианаты, амины и др.).

УПАКОВКА НЕФТЕПРОДУКТОВ. Перед заполнением нефтепродуктом тара должна быть осмотрена. При загрязнении её необходимо промыть горячей водой с нефтяным растворителем или пропарить до полного удаления остатков нефтепродуктов и механических примесей и просушить.

Степень заполнения тары должна быть до 100% объёма – для вязких, высокозастывающих, мазеобразных и твердых нефтепродуктов, не более 95% объёма – для жидких, если нет специальных требований по упаковыванию в нормативной документации на соответствующий нефтепродукт.

В ГОСТ 1510 установлены виды тары для нефтепродуктов: транспортная тара (бочка, барабан, канистра, ящик, бумажный, полиэтиленовый мешки и др.), потребительская тара (бидон, банка, бутылка, туба, специализированный контейнер), транспортное средство для транспортирования наливом (железнодорожная цистерна, вагон для нефтяного битума, судно, автоцистерна, автотопливозаправщик, автомаслозаправщик, автобитумовоз, автогудронатор), стационарный и сборно-разборный трубопровод.

Указаны способы обработки тары до и после заполнения продуктом, правила размещения потребительской тары. Потребительскую тару с нефтепродуктами помещают в транспортную тару, края должна быть опломбирована.

УСАДКА (контракция) – уменьшение объёма твёрдых углеводородов при кристаллизации, т.е. при переходе из расплавленного жидкого состояния в твёрдое, кристаллическое, включая фазовый переход в кристаллическом состоянии. Общая усадка составляет 12–17% об., в том числе при фазовом переходе 2–6% об.

УСКОРЕННЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ПИНС. Сущность метода состоит в последовательном воздействии на металлические пластины с нанесенным на них испытуемым продуктом 5%-ного раствора хлорида натрия, содержащего углекислый натрий и перекись водорода (pH=8), а затем диоксида серы при повышенных значениях т-ры (50±2°С) и влажности воздуха. Испытания проводят циклами. Длительность цикла – 24 ч. Результаты испытания оценивают в соответствии с ГОСТ 9.054 ЕСЗКС по времени появления первых признаков коррозии (число циклов), по площади коррозионного поражения за определенное число циклов, изменению массы металлического образца.

УСЛОВНАЯ ВЯЗКОСТЬ – см. *Вязкость нефтепродуктов*.

УСЛОВНАЯ ВЯЗКОСТЬ ПИНС характеризует их реологические свойства. Определяют по ГОСТ 8420. За У.в. ПИНС, обладающих свободной текучестью, принимают время (с) непрерывного истечения определенного объема испытуемого ПИНС через калиброванное сопло вискозиметра типа ВЗ-246 (**рис. У-1**).

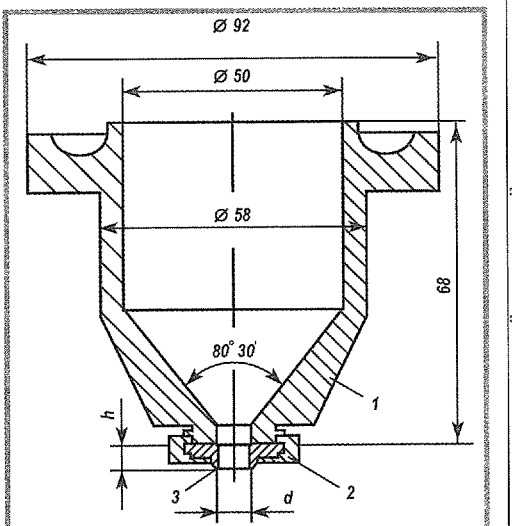


Рис. У-1. Вискозиметр типа ВЗ-246:
1 – резервуар; *2* – гайка; *3* – сопло

Вместимость резервуара вискозиметра (100±1) см³. Для определения У.в. ПИНС наиболее широко применяют вискозиметры с соплом диаметром 4 мм.

Согласно ГОСТ 8420 для определения условной вязкости материалов густой консистенции можно использовать шариковый вискозиметр. В этом случае за условную вязкость принимают время (с) прохождения стального шарика между двумя метками вертикально установленной стеклянной трубки вискозиметра, наполненной испытуемым продуктом. Для оценки У.в. ПИНС этот метод применяют редко.

УСТАЛОСТНОЕ ИЗНАШИВАНИЕ – механическое изнашивание в результате усталостного разрушения при повторном деформировании микрообъемов материала поверхности трения (ISO 4378/2-1983).

УСТАНОВКИ ПРОКАЛИВАНИЯ КОКСА В БАРАБАННЫХ ПЕЧАХ целесообразно применять для прокаливания рядовых коксов и коксов специального назначения Установки состоят из узлов прокаливания, охлаждения, хранения, транспортирования, дробления кокса, очистки дымовых газов и утилизации их теплоты.

На современных установках прокаливания исключены узлы очистки дымовых газов от кок-

совой пыли. Защита окружающей среды обеспечивается полным сжиганием коксовой пыли, выносимой с дымовыми газами из печи прокаливания, сжиганием коксовой пыли и несгоревших летучих веществ в специальных печах дожига. Теплота от сжигания коксовой пыли используется для получения в котле-утилизаторе водяного пара и подогрева технологического воздуха. Подача в печь прокаливания нагретого воздуха обеспечивает экономию топлива, снижает угар кокса и унос пыли за счет уменьшения объема дымовых газов. В охлажденных дымовых газах содержание меньшей по объемам зольной пыли соответствует санитарным нормам.

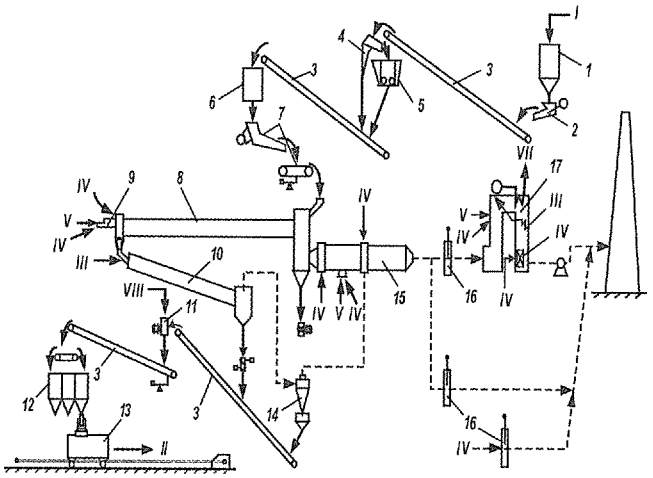


Рис. У-2. Принципиальная технологическая схема установки прокаливания нефтяного кокса в барабанной печи:

1 – бункер сырого кокса; *2* – питатель; *3* – ленточный конвейер; *4* – грохот; *5* – дробилка; *6* – бункер-накопитель; *7* – весы-дозатор; *8* – барабанная печь; *9* – горелка; *10* – холодильник; *11* – узел обмасливания; *12* – бункер прокаленного кокса; *13* – вагон-хоппер; *14* – циклон; *15* – печь дожига; *16* – гильотинная заслонка; *17* – котел-утилизатор;

Потоки: *I* – сырой кокс; *II* – прокаленный кокс; *III* – вода; *IV* – воздух; *V* – топливо; *VI* – дымовые газы; *VII* – перегретый пар; *VIII* – обмасливающий продукт

Принципиальная схема современной установки прокаливания суммарного нефтяного кокса в барабанных печах приведена на **рис. У-2.** Сырой кокс после двухступенчатого дробления до частиц размером менее 50 мм системой ленточных конвейеров подается на загрузку в барабанную вращающуюся печь. Перемещаясь от холодного конца печи к горячему кокс нагревается до заданной т-ры. Прокаленный кокс охлаждается в барабанном холодильнике. Аспирация пыли в местах пересыпки кокса осуществляется регулируемым отсосом воздуха. Пыль из воздуха улавливается рукавными фильтрами.

Дымовые газы в печи движутся противотоком к коксу. На выходе дымовые газы, содержащие часть несгоревших летучих веществ и коксовую пыль, поступают в печь дожига. Т-ра в печи дожига поддерживается на уровне 900–1300°С, снижение ее ниже 700°С нежелательно из-за возможного отложения смол на стенках печи.

После печи дожига дымовые газы последовательно проходят пароперегреватель, воздухоподогреватель и экономайзер, где отдают тепло на получение водяного пара и подогрев технологического воздуха до 250–400°С. Охлажденные дымовые газы дымососом через трубу выбрасываются в атмосферу.

Прокаленный кокс после охлаждения в холодильнике до т-ры менее 120°С конвейерами подается в узел подавления пыления, где обрабатывается «обмасливающим» продуктом в специальном смесителе. Пылеподавляющий тяжелый углеводородный продукт подается в небольшом (0,3%) количестве. Пыление кокса после такой обработки снижается на 90–98%. Обработанный кокс конвейерами подается в бункера хранилища, откуда отгружается потребителям.

УСТАНОВКИ ПРОКАЛИВАНИЯ КОКСА В ПОДОВЫХ ПЕЧАХ имеют подовую печь с наклоненным к центру подом, вращающимся вокруг вертикальной оси.

Необходимая степень прокаливания кокса в печи при толщине слоя 150–250 мм достигается за 1,5–3,0 ч. За рубежом в 80-х годах прошлого века построены и используются для прокаливания кокса 9 установок с печами, имеющими наклонный воронкообразный под. Дальнейшее их строительство из-за ухудшения качества прокаленного кокса вследствие повышенной скорости нагрева, прекращено. В СССР в 1977 г. была построена и эксплуатировалась установка по технологии фирмы «Маратон Вайз». В настоящее время она выведена из эксплуатации вследствие физического износа.

Принципиальная схема установки с подовой печью приведена на **рис. У-3.** Схема установки мало отличается от схемы *установки с прокаливания кокса в барабанных печах*. Сырой кокс перед подачей в печь дробится до частиц размером менее

50 мм. Печь состоит из вращающегося на катках наклонного (под углом ≈8°) пода диаметром 16,7 м и неподвижного свода, расположенного на расстоянии около 1 м (по большому диаметру) от пода. Внутренний диаметр пода 4 м. Фактическая производительность печи 15–17 т/ч по сырому нефтяному коксу. Кокс перемещается по поверхности пода от периферии к выгрузочной шахте в центре пода 13-ю скребками, закрепленными на своде. При каждом обороте пода кокс перемещается на ширину «полосы» скребка от 1-го до 13-го. При частоте вращения пода 8–15 $ч^{-1}$ кокс находится на нем 50–100 мин. В выгрузочной шахте кокс выдерживается 15–30 мин для улучшения однородности его качества. Необходимая степень прокаливания достигается подбором частоты вращения пода, высоты слоя кокса (150–250 мм) и т-ры подсводового пространства печи (1350–1460°С).

Действительная плотность прокаленного нефтяного кокса 2,060 $г/м^3$, достаточная для использования в производстве анодов, достигается сжиганием в печи летучих веществ прокаливаемого кокса при среднем их выходе 10%. Для достижения более высокой плотности необходимо сжигать дополнительное топливо. Газообразное топливо подводится через плоскофакельные горелки, установленные на своде. Для сжигания летучих веществ через фурмы на своде подается горячий (250–430°С) воздух.

Относительно большое круговое сечение пространства между подом и сводом обусловливает умеренную скорость движения газов и соответственно небольшой (до 3% на кокс) вынос коксовой пыли. Выделение летучих веществ из прокаливаемого кокса и образование защитного газо-парового слоя способствует снижению угара кокса до 3%. Выход прокаленного кокса на сухую массу сырого кокса составляет 80–84%. Небольшой вынос пыли позволяет прокаливать коксы с большим (до 70% и более) содержанием мелочи.

Особенность конструкции печи (сплошная топка) и практически одинаковая высокая т-ра по всему ее объему обусловливают излишне высокую скорость нагрева. Это предопределяет применение таких печей в основном для прокаливания рядовых коксов.

Прокаленный кокс из конической выгрузочной шахты подается в пятисекционный барабанный холодильник через вращающийся стол, оснащенный скребками. Скорость выгрузки регулируется с учетом высоты слоя в шахте изменением частоты вращения от 12 до 50 $ч^{-1}$. Ссыпающийся со стола кокс по наклонной футерованной трубе поступает в холодильник, где охлаждается через стенку циркулирующей химически очищенной водой. Охлажденный кокс хранится в бункерах.

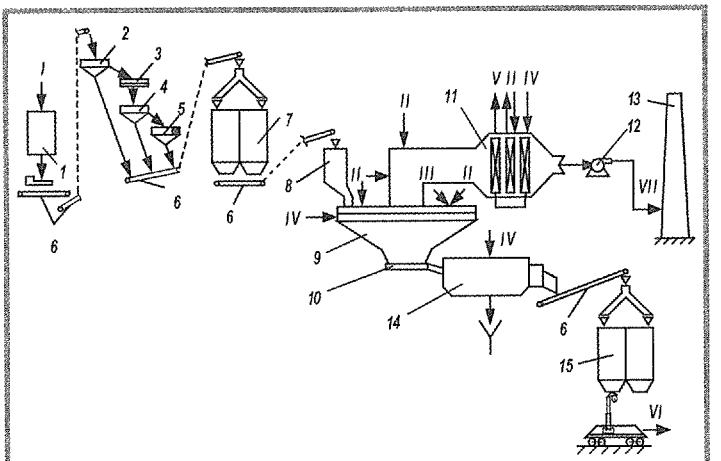


Рис. У-3. Принципиальная технологическая схема установки прокаливания иефтяного кокса в печи с вращающимся подом:

1 – бункер сырого кокса; *2*, *4* – грохоты; *3* – дробилка первой ступени; *5* – дробилка второй ступени; *6* – конвейеры кокса; *7* – бункер дробленного сырого кокса; *8* – загрузочный бункер печи; *9* – прокалочная печь; *10* – разгрузочный стол; *11* – котел-утилизатор; *12* – дымосос; *13* – дымовая труба; *14* – охладитель; *15* – бункер прокаленного кокса;

Потоки: *I* – сырой кокс; *II* – воздух; *III* – топливо; *IV* – вода; *V* – водяной пар; *VI* – прокаленный кокс; *VII* – дымовые газы

Дымовые газы из подовой печи поступают в дымоход большого диаметра, куда подается воздух на сжигание несгоревших летучих веществ и коксовой пыли. По существу дымоход выполняет функцию печи дожига. После дожига и разбавления воздухом для снижения т-ры до 1250–1315°С дымовые газы направляются в котел-утилизатор. Перед воздухоподогревателем т-ра дымовых газов снижается до 650°С, перед дымососом – до 250–300°С.

На установке используют комплексные системы автоматического и ручного управления процессами дробления, рассева, прокаливания и транспортирования. Блокировочные и предохранительные устройства обеспечивают безопасность эксплуатации установки. Бункер суточного запаса дробленого кокса позво-

ляет устранить неполадки в работе систем дробления и транспортирования без остановки установки.

УСТАНОВКИ ПРОКАЛИВАНИЯ КОКСА В РЕТОРТНЫХ И КАМЕРНЫХ ПЕЧАХ находят ограниченное применение. Сущность прокаливания в камерной печи заключается в нагреве кокса в шахте через кирпичную стенку путем сжигания топлива в «простенках» – топках между камерами. Последние представляют собой узкие (0,35–0,51 м) шахты высотой 10,2 м и длиной 4 м. Производительность одной камеры 0,25 т/ч по сырью, что вызывает необходимость строительства многокамерных батарей.

Многокамерность усложняет непрерывную загрузку и выгрузку печей. Сырой кокс загружают порциями по 200–600 кг, выгружают по 100 кг. Низкий коэффициент теплопередачи через стенку обусловливает медленный нагрев нефтяного кокса до конечных температур (1250–1320°С) – 10–15 ч. Исключение прямого контакта кокса с дымовыми газами снижает угар и обеспечивает высокий выход прокаленного кокса (82–86% на сухую массу сырья).

В камерной печи используется принцип рекуперативного нагрева. Топливный газ и воздух перед поступлением в печь нагреваются в рекуператорах за счет теплоты периодически пропускаемых через них дымовых газов. Смена потоков производится через каждые 30 мин. Дымовые газы выбрасываются в атмосферу с т-рой 250–500°С. Применение рекуперативного нагрева улучшает тепловые характеристики печи и исключает необходимость использования сложных котловых систем. Это является определенным достоинством камерных печей.

На установке сжигают низкокалорийное топливо «со стороны», а газы (летучие вещества) прокаливания, состоящие в основном из водорода (72% об.) и оксида углерода (19% об.), после очистки от смол и пыли используют в др. производствах как высококалорийное топливо. В камерной печи можно прокаливать практически любое сырье – мелочь и суммарный кокс. Печь отличается длительным сроком службы огнеупоров (5 лет и более).

Важное достоинство камерной печи – высокое качество получаемого кокса по объемной плотности и прочности, достигаемое благодаря низким скоростям нагревания. Однако высокие капитальные затраты, низкая производительность, сложность автоматизации не позволяют рекомендовать эти печи для использования в широких масштабах. В перспективе они могут найти применение для прокаливания небольших объемов нефтяного кокса.

Ретортные печи отличаются от камерных конструкционными особенностями. Используемые в России модификации этих печей рассчитаны только на переработку кубового и кускового коксов с небольшим содержанием летучих веществ и имеют ограниченное применение. За рубежом, особенно в Китае, ретортные печи нашли достаточно широкое применение.

УСТАНОВКИ ПРОКАЛИВАНИЯ КОКСА В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПЕЧАХ применяют весьма ограничено из-за высокой стоимости электроэнергии. Их используют для прокаливания кокса при высоких т-рах (1350–1500°С), например, при термическом обессеривании сернистых нефтяных коксов.

Используемые в промышленности электрические печи характеризуются низкой производительностью (0,7–1 т/ч), питание их осуществляется электрическим током напряжением 50–100 В и силой 5,5–11 кА. Расход электроэнергии на 1 т прокаленного при 1400–1600°С кокса составляет 500–600 кВт·ч, максимальный выход прокаленного кокса 84–87%.

В СССР разработана конструкция электрокальцинатора производительностью 2,5 т/ч с питанием трехфазным током для термического обессеривания кокса. Испытания показали, что прокаливание и обессеривание коксов замедленного коксования затрудняется повышенным содержанием смолистых веществ и мелких частиц. Спекание кокса нарушает электрический режим, смолистые вещества и пыль забивают системы отвода газов.

Неравномерное протекание электрического тока по слою обусловливает неоднородное температурное поле и, соответственно, неоднородное качество кокса. Эти недостатки устраняются при применении комбинированной печи с огневым нагревом на первой ступени до 1000–1300°С за счет сжигании летучих веществ и электрическим нагревом на второй.

УСТОЙЧИВОСТЬ К ОКИСЛЕНИЮ – см. *Индукционный период*.

УТИЛИЗАЦИЯ ЖИДКИХ СОТС (СОЖ) (от лат. Utilis – полезный) – употребление с пользой отработанных жидкостей и продуктов их разложения.

У.ж. СОТС, не пригодных для регенерации или повторного применения, может осуществляться как на предприятии, где СОТС использовалось (**табл. У-2**), так и на др. предприятиях, куда оно может быть передано.

На др. предприятиях отработанные **масляные СОТС и масла**, выделенные из водосмешиваемых СОТС могут быть реализованы следующими способами:

• добавлением к жидкому топливу или каменным углям для сжигания на теплоэлектростанциях;

У-2. Способы утилизации СОТС на предприятии-потребителе

Отработанные СОТС и продукты, выделенные из них	Способ реализации	Способы утилизации
Отработанные масляные СОТС	Топливо в заводских котлах	Добавление в жидкие топлива; обмасливание каменных углей для повышения их калорийности
	Закалочные среды	Очистка от механических примесей*, обезвоживание*, смешивание с чистыми маслами
Масло, выделенное из отработанных водосмешиваемых СОТС	Технологические смазочные материалы, используемые при литье и обработке металлов давлением	Очистка от механических примесей, обезвоживание, загущение, введение добавок (графита, дисульфида молибдена, алюминиевого порошка и др.).
	Основа для изготовления грунтовок, красок, мастик, и др.	То же
	Основа для изготовления полирующих средств	Очистка от механических примесей, обезвоживание, введение специальных добавок

*Очистке от механических примесей и обезвоживанию подлежат только отработанные масляные СОТС, к-рые не подвергались регенерации

• добавление к битумам, улучшающее качество асфальто-бетонных покрытий;

• использование в качестве сырья для обмасливания металлургических порошков в сталелитейном производстве, в качестве сырья для производства керамзита;

• как смазочные материалы при формовке изделий из железобетона;

• как сырье для получения пленкообразующего продукта, предохраняющего сыпучие материалы (уголь, цемент, песок) от смерзания и выдувания;

• как средство для пропитки древесины.

Для отработанных **водосмешиваемых СОТС** наиболее рациональным признан сбор и утилизация непосредственно на местах потребления. Это связано с необходимостью разрушения и обезвреживания больших объемов эмульсионных отходов, а также очисткой выделяемой из отходов воды. Обезвреживание отработанных водосмешиваемых СОТС предполагает их очистку от твердых включений (металлической пыли, смолоподобных продуктов деструкции СОТС, солей жесткости и т.д.) и затем разложение на водную и масляную фазы с последующей очисткой масла и воды. Среди известных промышленных способов разложения отработанных СОТС (выделение масляной фазы) наиболее широко распространены реагентные методы. В качестве реагентов используют неорганические кислоты, различные соли (электролиты), ПАВ и др. Широко распространены также термические способы: сжигание и упаривание. Из физико-химических способов используют ультрафильтрацию, обратный осмос, тонкопленочное испарение, электрохимическое разрушение и др. Возможно совмещение этих способов.

Полученное при разделении масло используется, как правило, в качестве топлива. Полученная вода обычно содержит различные примеси, поэтому ее анализируют по общепринятым показателям и направляют на повторное использование в процесс приготовления жидких СОТС или же на биохимическую очистку. Полусинтетические и синтетические СОТС поддаются разложению значительно труднее эмульсионных. Важным аспектом проблемы утилизации водосмешиваемых СОТС является организация переработки осадка. После выделения жидкости (масла, воды и др.) осадки уплотняют под действием механических усилий, затем просушивают и прокаливают, брикетируют стружку и шлам.

УТИЛИЗАЦИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ – общепринятое понятие, подразумевающее, что продукция, к-рая по существенным причинам уже не может быть использована по прямому назначению, подлежит переработке с целью получения товарных нефтепродуктов, в том числе и другого назначения.

ФАЗОВЫЙ ПЕРЕХОД ТВЕРДОГО ПАРАФИНА. Твердый парафин в зависимости от условий может кристаллизоваться главным образом в двух кристаллических модификациях, различающихся формой и размерами кристаллов. При концентрации парафина в растворе более 70–75% масс. и повышенных т-рах парафин кристаллизуется в гексагональной *сингонии* в виде длинных волокнистых кристаллов. При концентрации твердых парафинов ниже 50–60% масс. (кристаллизация из дистиллятов, рафинатов, разбавленных растворов в растворителях), твердый парафин кристаллизуется в ромбической сингонии с образованием тонких пластинчатых кристаллов. Т-ра, при к-рой меняется кристаллическая система, называется т-рой фазового перехода. Твердый парафин в высокотемпературном состоянии (при т-рах ниже т-ры плавления, но выше т-ры фазового перехода) имеет пластичную консистенцию. При охлаждении товарный твердый парафин в кристаллическом состоянии (при т-ре ниже т-ры фазового перехода) претерпевает фазовый переход и становится твердым и хрупким.

ФАКТИЧЕСКОЕ ОКТАНОВОЕ ЧИСЛО – см. *Дорожные и стендовые детонационные испытания автобензина*.

ФАМБЛИН - см. *Перфторуглероды и перфторполиэфиры*.

ФЕНОЛЫ – гидроксилсодержащие ароматические соединения, у к-рых гидроксильная группа замещает водород бензольного ядра. Первый гомолог фенолов C_6H_5OH называется фенолом (или карболовой кислотой). Фенолы толуола называются орто-, мета-, паракрезолами.

ФЕРРОМАГНИТНАЯ ЧАСТИЦА – частица стали или чугуна, оксидов железа.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ СВОЙСТВО – составная часть эксплуатационного свойства, характеризующая совокупность однородных явлений и определяемая в лабораторных условиях (ГОСТ 26098).

ФИЛЬТР НЕПОЛНОПОТОЧНЫЙ – обычно фильтр тонкой очистки моторного масла, устанавливаемый на ответвлении от *главной магистрали* и пропускающий 5–10% объема масла, нагнетаемого насосом. Объем масла, поступающего в Ф.н., ограничивается входным жиклером. Масло, прошедшее очистку в Ф.н., самотеком возвращается в *картер* двигателя.

ФИЛЬТР ПОЛНОПОТОЧНЫЙ – фильтр грубой и тонкой очистки моторного масла, через к-рый проходит все масло, подаваемое насосом в *главную магистраль* двигателя.

ФИЛЬТР-ПРЕСС – оборудование для отделения под давлением твердой фазы – кристаллов твердых парафинов и механических примесей – от жидкой – фильтрата. Ф-п. представляет собой набор стальных пластин с каналами для ввода сырья и вывода фильтрата и рамок для сбора твердой фазы. Пластины и рамки перемежаются фильтровальной перегородкой – хлопчатобумажной тканью – бельтингом, синтетической тканью или фильтровальной бумагой, через к-рые осуществляется фильтрование. Одна из плит является неподвижной, вторая – подвижной. Плиты, рамки и фильтровальная ткань перед началом работы сжимаются гидравлическим прессом или механическим винтом, воздействующим на подвижную плиту, для уплотнения пластин, рамок и фильтровальной перегородки между собой. На фильтровальной ткани в рамках Ф-п. откладывается твердая фаза – *гач* или механические примеси. Для разгрузки Ф-п. от гача при производстве твердых парафинов подают (без разборки Ф.п.) разогретый до 80–120°С фильтрат, к-рый расплавляет гач и поступает в емкость.

ФИЛЬТРАТ – термин имеет два значения: 1) жидкий продукт, обычно раствор, выделяющийся в процессах фильтрации при депарафинизации или обезмасливании нефтепродуктов кристаллизацией при отделении жидкой фазы от твердой; 2) нефтепродукт, полученный при обезмасливании гача или петролатума после отгона от него растворителя.

ФИЛЬТРАТ ОБЕЗМАСЛИВАНИЯ, слоп-вокс – продукт, получаемый при обезмасливании гача или петролатума. Содержит низкоплавкие твердые парафины и масла, является отходом производства. Следует отметить, что в процессах фильтрования словом «фильтрат» называют продукт или раствор, прошедший через фильтровальную перегородку.

ФИЛЬТРАЦИЯ (ФИЛЬТРОВАНИЕ) СОТС – очистка жидкостей при их движении сквозь пористые вещества (пористую среду). В процессе эксплуатации СОТС загрязняется стружкой или частицами абразива, пылью, волокнистыми и смазочными материалами. Беспрерывная очистка жидкости от примесей не только повышает качество обработанных поверхностей заготовок и стойкость инструмента, но и способствует продлению срока службы, сокращению производственных расходов на очистку смазочной системы и системы охлаждения станков от стружки и шлама. По физической сущности процессы очистки СОТС разделяются на фильтрацию и очистку в силовых полях. Качество очистки СОТС различными устройствами приведено в **табл. Ф-1.**

Ф-1. Качество очистки СОТС различными устройствами

Устройства для очистки СОТС	Тонкость очистки, мкм	Степень очистки, %	Содержание механических примесей в очищенном СОТС, % масс.
Фильтры:			
сетчатые приемные	>50	-	-
сетчатые	20-160	-	-
пластинчатые	80-120	-	-
проволочно-щелевые	30-10	-	-
Фильтры-транспортеры (с бумажной лентой)	2-5	100	0,007
Фильтры-прессы ленточные:	2-5	100	0,005-0,01
мешочные	5-10	90-98	0,01-0,02
намывные	0,1-0,5	100	0,001-0,005
объемные	1-100	50-100	-
магнитные	5-10	70 (90)	-
магнитно-сетчатые	5-10	70-80	-
Силовые очистители:			
магнитные сепараторы	-	85-90	0,03-0,06
магнитные улоеители, патроны	-	50-80	-
Гидроциклоны	5-15	60-90	-
Центрифуги	0,3-3	100	0,01-0,02

Примечание. В скобках указана степень очистки СОЖ при многократной циркуляции

ФИЛЬТРУЕМОСТЬ МОТОРНОГО МАСЛА в классификациях API и ILSAC принято характеризовать уменьшением скорости фильтрации при обводнении масла. Метод определения Ф.м.м. разработан фирмой General Motors (методика GM 9099P). Допустимое уменьшение скорости фильтрации не более 50%. Эта норма установлена для масел, применяемых в бензиновых двигателях легковых автомобилей.

ФЛЕГМАТИЗАТОРНЫЙ СОСТАВ СФ-ЛП (ТУ 38.1011046–85) – состав для замедления скорости взрыва взрывчатых веществ. Представляет собой композицию *нефтяного церезина* с *твердым парафином*. В Ф.с. вводят также полимерные *добавки*, церезин из *озокерита* и др. Предназначен для изготовления пластинчатых флегматизаторов в диапазоне температур от –50 до +50°С.

ФЛОТАЦИЯ СОТС – удаление из СОТС мелкодисперсных частиц загрязнителя, заключающееся в образовании комплексов «частица загрязнителя–пузырек воздуха», их всплывании и удалении образовавшегося пенного слоя с поверхности СОТС.

ФОРМАЛИН – 30–40%-ный раствор *формальдегида* (муравьиного альдегида).

ФОРМАЛЬДЕГИД (муравьиный альдегид, метаналь) $CH_2=O$ – бесцветный газ с резким раздражающим запахом; $t_{кип}$=19°С. Легко полимеризуется. Для удобства хранения и транспортирования выпускается в виде водных растворов (см. *Формалин*) и твердых кристаллических продуктов – параформальдегида (параформа) и триоксана. Применяется для получения феноло-формальдегидных и других синтетических смол, полиформальдегида, изопреновых каучуков, лекарственных средств, а также как дубящее вещество, антисептик и дезодорант.

ФОРМОВОЧНАЯ ЖИДКОСТЬ – см. *Жидкость формовочная*.

ФОСФАТЫ – эфиры фосфорной кислоты, широко применяемые в качестве присадок к моторным смазочным маслам для понижения их коррозионной агрессивности и улучшения противоизносных свойств.

ФОСФОРНОКИСЛОТНАЯ ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ C_3-, C_4-ОЛЕФИНОВ – наиболее распространенный процесс производства полимербензина и сырья для нефтехимии. Мощность установок по сырью 50–350 тыс.т/год.

Сырьем для промышленных установок Ф.п. C_3-, C_4-олефинов служат углеводородные фракции C_3 и C_4, содержащие пропилен и бутилены; отчасти могут быть использованы амилены. Содержание олефинов в сырье должно быть не ниже 20% и не выше 40–45% во избежание перегрева. Переработке можно подвергать одну пропан-пропиленовую (ППФ) либо бутан-бутиленовую (ББФ) фракцию, либо совместно ППФ и ББФ. Сырье предварительно подвергают очистке от примесей. Полимеризацию ППФ проводят в двух вариантах:

1) получение полимербензина;

2) производство тримеров и тетрамеров пропилена – сырья для нефтехимии.

К факторам, влияющим на процесс относятся концентрация кислоты, давление, т-ра и объемная скорость подачи сырья. Оптимальная т-ра полимеризации бутиленов 170–180°С, совместной полимеризации углеводородов C_3, C_4 – более высокая, полимеризации ППФ – 220–230°С. Чрезмерное повышение т-ры способствует протеканию реакции с переносом водорода (сопряженной полимеризации), в результате чего образуются диолефины, последующая их полимеризация способствует дезактивации катализатора. Повышение т-ры утяжеляет фракционный состав полимербензина. Увеличение давления способствует глубине превращения олефинов, повышению скорости реакции и сокращению реакционного объема. При низких давлениях на поверхности катализатора скапливаются полимерные вещества и он быстро дезактивируется. При более высоких давлениях образуется конденсированная фаза, к-рая смывает смолы с поверхности катализатора и предотвращает от-

ложение вновь образующих смол. Обычно давление поддерживают на уровне 5–8,5 МПа. Объемная скорость подачи сырья, необходимая для данной глубины его превращения, прямо пропорциональна давлению в реакторе. Полимеризацию пропилена для получения полимербензина рекомендуется проводить при объемной скорости 1,7–2,9 $ч^{-1}$, при совместной полимеризации пропилена и бутиленов она должна быть выше. Наилучшие результаты (по скорости реакции) достигаются при концентрации смеси кислот (в пересчете на H_3PO_4) 106–107%. В сырье, поступающем в реактор, должно содержаться такое количество воды, чтобы парциальное давление водяных паров в реакторе было равно давлению пара над кислотой требуемой концентрации. При необходимости повышения степени извлечения олефинов часть отработанного ББФ может рециркулировать.

Отечественные технологии Ф.п. C_3-, C_4-олефинов. Процесс сопровождается положительным тепловым эффектом (1550 кДж/кг пропилена и 725 кДж/кг бутиленов). Теплота реакции отводится или непосредственно подачей в реакторы циркулирующей фракции сырья, например пропана, или передается через поверхность теплообмена к циркулирующей пароводяной смеси. В соответствии с этим применяют камерные реакторы (с размещением катализатора в виде сплошного слоя или на полках), в к-рые охлаждающий агент подается в несколько точек по высоте, или трубчатые (катализатор засыпают в трубы, а перегретая вода под давлением циркулирует по межтрубному пространству). Трубчатые реакторы используют для твердой фосфорной кислоты и обычно на установках небольшой мощности, камерные – для фосфорной кислоты на кварцевом носителе и на крупных установках.

Сырье (ППФ) из емкости высокого давления *Е-1* (**рис. Ф-1**) через теплообменник *Т-1* и подогреватель *Т-2* подается в камерный реактор *Р-1*, к-рый состоит из нескольких вертикально расположенных секций, заполненных катализатором. Продукт реакции, пройдя через теплообменник *Т-1* и холодильник *Х-1*, направляется в депропанизатор *К-1*. Верхним продуктом является отработанная ППФ, часть к-рой используется как хладагент в реакторе *Р-1*, а балансовый избыток выводится с установки. Нижний продукт депропанизатора *К-1* представляет собой полимеризат, к-рый при работе в режиме получения компонента автобензина выводится с установки. При выработке нефтехимического сырья полимеризат разделяется на узкие фракции в колоннах *К-2* и *К-3*. С верха колонны *К-2* отбирается смесь димеров и тримеров, значительная часть к-рых через емкость *Е-1* возвращается в реактор *Р-1*, с верха колонны *К-3* – тетрамеры пропилена, с низа – тяжелые полимеры.

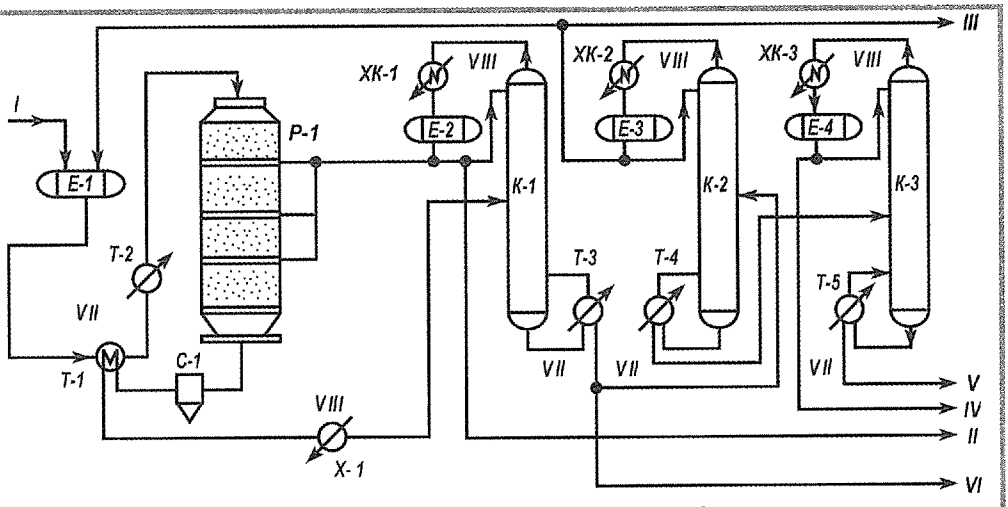


Рис. Ф-1. Схема установки полимеризации пропан-пропиленовой фракции:

Е-1 – емкость высокого давления; *Е-2 – Е-4* – емкости орошения; *К-1* – депропанизатор; *К-2* – колонна выделения димеров и тримеров пропилена; *К-3* – колонна отделения тетрамеров пропилена от тяжелых полимеров; *Р-1* – реактор; *С-1* – сепаратор-отстойник; *Т-1* – теплообменник; *Т-2 – Т-5* – подогреватели; *Х-1* – холодильник; *ХК-1 – ХК-3* – конденсаторы-холодильники.

Потоки: *I* – свежая ППФ; *II* – отработанная ППФ; *III* – смесь димеров и тримеров пропилена (фр. НК–175°С); *IV* – тетрамеры пропилена (фр. 175–260°С); *V* – тяжелые полимеры; *VI* – полимербензин; *VII* – пар; *VIII* – вода

Материальный баланс установок полимеризации приведен в **табл. Ф-2.**

Ф-2. Материальный баланс (%масс.) установок полимеризации

Показатели	Установка получения	
	полимер-бензина	сырья для нефтехимии
Поступило ППФ	100	100
Получено:		
полимербензина (фр. НК-205°С)	32,4	-
димеров (фр. НК-125°С)	-	5,1
тримеров (фр. 125-175°С)	-	9,4
тетрамеров (фр. 175-260°С)	-	19,2
остаток (фр. выше 205°С)	3,6	-
остаток (фр. выше 260°С)	-	2,3
отработанная ППФ	64,0	64,0
Всего	100	100

При выработке моторных топлив получают полимербензин с ОЧм=82÷84 и ОЧи=94÷97.

Технология компании ЮОПи (UOP, США) полимеризации низкомолекулярных олефинов для производства добавок в моторные топлива осуществляется на установке, показанной на **рис. Ф-2.**

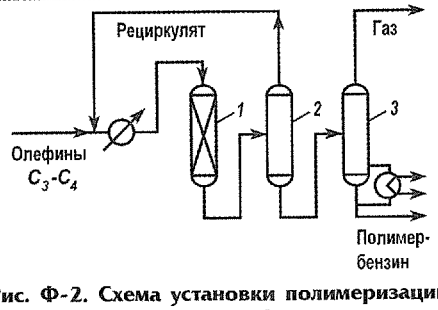


Рис. Ф-2. Схема установки полимеризации низкомолекулярных олефинов компании ЮОПи:

1 – реактор; *2* – каплеотбойник; *3* – стабилизационная колонна

Сырье предварительно проходит гидроочистку и осушку. В реакторе имеется система охлаждения, благодаря к-рой осуществляется контроль за экзотермической реакцией. Олефиновое сырье нагревается в теплообменниках и поступает в реактор, в к-ром происходит полимеризация на фосфорнокислотном катализаторе. После реактора *1* продукты проходят каплеотбойник *2* и разделяются в стабилизационной колонне *3*. ОЧи полимербензина в зависимости от состава сырья и селективности процесса составляет 90–97 ед.

Технологии компании «Аксенс» (Axens, Франция) – «Полинафта» и «Селектопол» характеризуются низкими капиталовложениями, отсутствием проблемы захоронения катализатора(применяется регенерируемый твердый катализатор), длительным пробегом катализатора, мягкими рабочими условиями, широкой номенклатурой продуктов, хорошим качеством моторных топлив и керосина (после простого гидрирования) и возможностью модернизации старых установок полимеризации на фосфорной кислоте. Технология «Селектопол» – вариант технологии «Полинафта». В первой температурный режим поддерживают таким образом, чтобы селективно превратить изобутилен из олефиновой фракции C_4 в высокооктановый компонент бензина, неконвертированные нормальные олефины фракции C_4 используются на существующих установках алкилирования.

Технология «Полинафта» по рабочим режимам очень близка к полимеризации на фосфорной кислоте, и для нее можно использовать оборудование существующих установок Ф.п. C_3-, C_4-олефинов без существенной реконструкции. ОЧ полимербензина, вырабатываемого из фракции C_4 каталитического крекинга, значительно выше (ОЧм=82÷83 и ОЧи=95÷98), чем ОЧ бензина каталитического крекинга. Гидрирование повышает ОЧм. После гидрирования полимеризата получают керосин с отличными показателями окислительной стабильности, т-ры кристаллизации и высоты некоптящего пламени. Нежелательные примеси к сырью в этих процессах – ацетиленовые и диеновые соединения, вода, серосодержащие соединения и амины.

Пропилен или смесь бутенов (или обе фракции) олигомеризуют в последовательно расположенных реакторах с неподвижным слоем катализатора. Степень превращения и селективность регулируют, управляя т-рой в реакторах, а теплоту реакции отводят через промежуточный теплообменник. Реакционную смесь разгоняют на фракции: рафинатную, бензиновую и керосиновую. Гибкость процесса обеспечивает производство полимеризата различного состава: от 100% бензина до смеси, содержащей 70% керосина и 30% бензина.

ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ – показатель, определяющий количественное содержание фракций, выкипающих в определенных температурных пределах, остаток и потери при перегонке в заданных условиях (ГОСТ 26098). Требования к фракционному составу зависят от условий применения и нормируются соответствующими стандартами.

ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ (ДИСТИЛЛЯЦИЯ). Методы определения. Одним из основных приемов исследования нефти и нефтепродуктов является дробная перегонка (фракционирование). При исследовании нефтей этот способ дает возможность судить о технической ценности нефти, а при исследовании нефтепродуктов (в частности, моторных топлив) – о степени применимости их в эксплуатационных условиях.

При исследовании химически однородных жидкостей безразлично, на каком аппарате их перегоняют, так как результаты перегонки определяются не конструкцией аппарата, а строго определенной и постоянной т-рой кипения перегоняемой жидкости. Иначе обстоит дело при перегонке нефти и нефтепродуктов, представляющих собой сложную смесь различных углеводородов и других органических соединений. В этом случае конструкция аппарата существенно влияет на результаты перегонки. Поэтому в нефтяной практике принято вместе с результатами перегонки отмечать конструкцию аппарата, на к-ром они получены. Наиболее правильные результаты перегонки, т.е. более полную характеристику фракционного состава нефти и нефтепродукта, дают аппараты с максимально развитой ректификационной способностью.

Для нефти и нефтепродуктов нормируют фракционный состав – выход (по объему или массе) отдельных погонов – фракций, образующихся в определенных температурных интервалах или до определенной т-ры. Углеводороды, входящие в состав нефтепродуктов, обладают различной т-рой кипения в широком температурном интервале.

Для характеристики нефтепродуктов, в частности моторных топлив, определяют их фракционный состав: т-ры начала и конца кипения, температурные интервалы выкипания фракций испытуемой жидкости. Эти параметры очень важны для эксплуатационной характеристики топлива, особенно бензина; они позволяют судить о его испаряемости, прогнозировать его поведение в тех или иных эксплуатационных условиях.

Для различных типов и марок двигателей требуется топливо определенного фракционного состава. Он нормируется для топлив, моторных масел, осветительного керосина, бензинов-растворителей и ароматических углеводородов.

ГОСТ 2177 (ИСО 3405-88) «Нефтепродукты. Методы определения фракционного состава» для определения фракционного состава нефтепродуктов, выкипающих при атмосферном давлении до 370°С. Испытания проводят двумя методами:

А – для автомобильных и авиационных бензинов, авиационных топлив для турбореактивных двигателей, растворителей с установленной точкой кипения, нафты, уайт-спирита, керосинов, газойлей, дистиллятных жидких топлив и некоторых других нефтепродуктов;

Б – для нефти и темных нефтепродуктов. Метод Б используют только в соответствии с дополнительными требованиями.

Метод А. При разногласиях в оценке качества нефти и нефтепродуктов применяют метод А, соответствующий стандарту ИСО 3405. Для испытаний используют аппараты с газовым (**рис. Ф-3**) или электрическим (**рис. Ф-4**) обогревом.

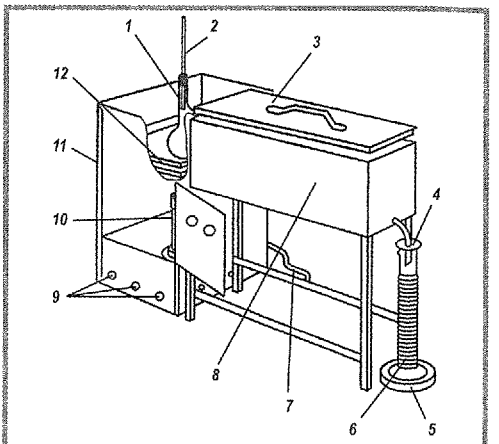


Рис. Ф-3. Аппарат типа 1 (с газовой горелкой):

1 – колба для перегонки; *2* – термометр; *3* – крышка охлаждающей бани; *4* – фильтровальная бумага; *5* – подставка; *6* – мерный цилиндр; *7* – газопровод; *8* – охлаждающая баня; *9* – вентиляционные отверстия; *10* – горелка; *11* – кожух; *12* – асбестовая прокладка

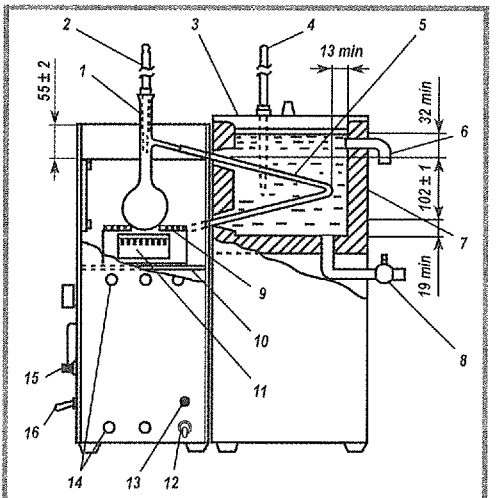


Рис. Ф-4. Аппарат типа 2 (с электрическим подогревателем):

1 – колба для разгонки; *2, 4* – температурные датчики; *3* – крышка бани; *5* – конденсаторная трубка; *6* – слив избытка охлаждающего агента; *7* – баня для конденсатора; *8* – слив хладагента; *9* – подставка для колбы; *10* – платформа для колбы; *11* – электронагреватель; *12* – шнур электропитания; *13* – заземление; *14* – вентиляция; *15* – выключатель; *16* – световой информатор

Ф-3. Условия испытаний

Показатели	Значения для группы			
	1	2	3	4
Характеристика образца				
Давление насыщенных паров при 37,8°С, кПа (мм рт.ст.) (ГОСТ 1756)	≥65,5 (≥488)	<65,5 (<488)		
Температура, °С: начала кипения[1] конца кипения	- ≤250		≤100 >250	>100 >250
Подготовка аппаратуры				
Термометр для перегонки	Низкотемпературный термометр			Высокотемпературный термометр
Диаметр отверстия прокладки колбы[2], мм	37,5 или 50		50	
Температура в начале испытания, °С: колбы и термометра прокладки для колбы и кожуха мерного цилиндра со 100 см³ пробы	13-18 Т-ра окружающей среды 13-18			≤ т-ры окружающей среды - От 13°С до т-ры окружающей среды
Вместимость колбы, см³	125			
Условия проведения испытания				
Температура охлаждающей жидкости в холодильнике, °С	0-1	0-4		0-60[3]
Температура среды, окружающей мерный цилиндр, °С	13-18			Температура загруженного продукта ±3°С
Время от момента нагревания до начала кипения, мин	5-10			5-15
Время от начала кипения до получения 5% отгона, с	60-75		-	
Постоянная средняя скорость перегонки отгона 5% для получения 95 см³ отгона, см³/мин	4-5			
Время перегонки от 95 см³ отгона до конца кипения, мин	3-5 или 2-5		≤5	

[1] Определено при условиях испытаний соответствующей группы продуктов.
[2] Диаметры отверстий подставки колбы могут быть изменены.
[3] Т-ру охлаждающей жидкости устанавливают в зависимости от содержания парафина в испытуемой пробе или ее дистиллятных фракциях. Следует поддерживать минимальную т-ру, обеспечивающую необходимую скорость перегонки

Допускается использование других аппаратов, в том числе автоматических, обеспечивающих результаты в соответствии с установленной прецизионностью метода.

Сущность метода заключается в перегонке 100 см³ испытуемого образца при условиях, соответствующих природе продукта, и постоянных наблюдениях за показаниями термометра и объемами конденсата.

В зависимости от давления насыщенных паров и т-ры начала и конца кипения нефтепродукты разделяют на четыре группы (**табл. Ф-3**).

Отбор проб для испытания проводят по ГОСТ 2517. При испытании нефтепродуктов 1-й группы с давлением паров по Рейду порядка 65,5 кПа или выше склянку с пробой охлаждают до 13–18°С. Пробу отбирают в предварительно охлажденную склянку, если это возможно, погружением склянки в нефтепродукт, при этом первую налитую порцию выливают. Если погружение склянки невозможно, пробу отбирают в предварительно охлажденную склянку так, чтобы свести к минимуму перемешивание. Склянку немедленно закрывают плотно прилегающей пробкой, помещают в охлаждающую баню или холодильник и хранят до начала испытания при т-ре не выше 15°С.

Нефтепродукты 2-, 3- и 4-й групп испытывают без предварительного охлаждения.

Пробы продуктов, в к-рых явно присутствует вода, для испытаний не пригодны. Если проба обводнена и предполагаемая т-ра кипения ниже 66°С, для проведения испытания следует взять другую пробу, в к-рой отсутствует взвешенная вода. Если предполагаемая т-ра начала кипения равна или выше 66°С, пробу встряхивают с безводным сульфатом натрия или другим соответствующим осушителем и после отстаивания отделяют пробу от осушителя путем декантации.

Проведение испытания. Отбирают 100 см³ образца мерным цилиндром и переносят по возможности полностью в колбу для перегонки, соблюдая меры предосторожности во избежание попадания жидкости в парооотводную трубку. Собирают аппарат и начинают испытание. Колбу нагревают для перегонки ее содержимого. При пере-

гонке нагрев регулируют так, чтобы время между началом нагрева и началом кипения соответствовало бы времени, указанному в табл. Ф-3. Скорость перегонки от 5%-ного отгона до получения 95 см³ отгона в мерный цилиндр должна быть постоянной для всех групп (см. табл. Ф-3). Если перегонка не удовлетворяет требованиям, приведенным в табл. Ф-3, то ее следует повторить.

От начала кипения до конца испытания записывают все необходимые данные для расчета. Они включают показания термометра при указанном проценте отгона или процент отгона при заданном показании термометра, или то и другое. Объемы продукта в мерном цилиндре измеряют с погрешностью не более 0,5 см³, а все показания термометра – с погрешностью не более 0,5°С до 300°С и не более 1°С до 370°С.

При наблюдаемом начале разложения продукта, если при перегонке т-ра поднимется до 370°С, нагревание прекращают.

По каждому испытанию образца нефтепродуктов вычисляют и записывают все данные, требуемые нормативной документацией или обычно устанавливаемые при испытании пробы. Если в нормативной документации не указаны особые данные, записывают т-ру начала, конца кипения (т-ру выкипания), или т-ру конца перегонки (т-ру выпаривания), или оба показания термометра при 5- и 95%-ном отгонах и при кратном 10%-ному отгону (объеме отогнанного продукта) от 10 до 90% включительно. Записывают значения всех объемов в процентах с погрешностью не более 0,5, показания термометра с погрешностью не более 0,5°С до 300°С и не более 1°С до 370°С и давление с погрешностью не более 0,05 кПа (0,38 мм рт.ст).

Статистическими исследованиями результатов лабораторных испытаний установлена точность (прецизионность) метода А.

Повторяемость (сходимость) – два результата определений, полученные одним исполнителем в одной лаборатории признаются достоверными (при 95%-ной доверительной вероятности), если расхождение между ними не превышает значения, определенного по номограмме (**рис. Ф-5**).

Воспроизводимость – два независимых результата испытания, полученные в двух разных лабораториях, признаются достоверными (при 95%-ной доверительной вероятности), если расхождение между ними не превышает значения, определенного по номограмме (см. рис. Ф-5).

Скорость изменения показания термометра в °С на % испарения или % отгона в любой точке между т-рами начала и конца кипения или т-рами начала кипения и полного выкипания, принимают

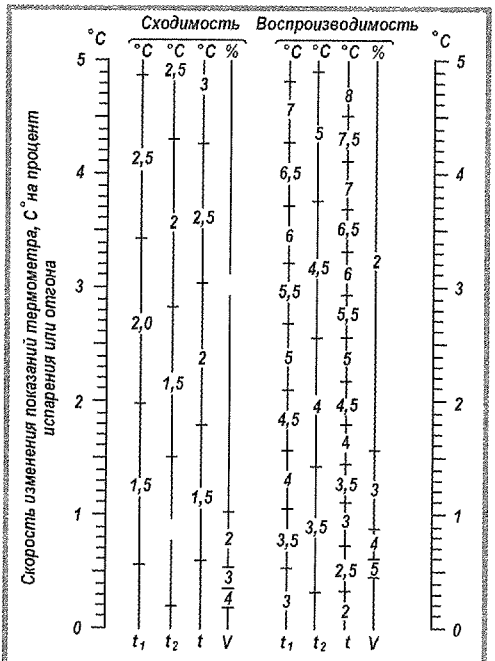


Рис. Ф-5. Точность (прецизионность) метода:

t_1 – температура начала кипения, °С; t_2 – температура конца кипения, или температура выкипания нефтепродукта, °С; t – температура при заданном проценте испарения или отгона, °С; V – процент испарения и отгона при заданной т-ре

за среднюю скорость между двумя точками, равно отстоящими ниже или выше определяемой точки. Рассматриваемый интервал не должен превышать 10%-ного испарения или отгона в любом случае и не должен превышать 5%, если определяемая точка не входит в 10–90%-ный диапазон отгона или выпаривания. Для т-ры начала и конца кипения или т-ры полного выкипания скорость изменения показаний термометра принимают за среднюю скорость между крайними точками (начало и конец кипения). Количество вещества не должно превышать 5% испарения или отгона. Скорость изменения показаний термометра C, °С/%, вычисляют по формуле:

$$C=\Delta t/(V_4-V_3),$$

где $\Delta t=t_4-t_3$ – повышение т-ры в рассматриваемом интервале, °С (здесь t_3 – т-ра, при к-рой достигается минимальный объем отгона V_3; t_4 – т-ра, при к-рой достигается максимальный объем отгона V_4); V_3 – минимальный объем отгона или выпаривания в начале рассматриваемого интервала перегонки, %; V_4 – максимальный объем отгона или выпаривания в конце рассматриваемого интервала перегонки, %.

Для упрощения проведения горизонтальной линии через график (см. рис. Ф-5) на требуемом уровне любым удобным способом, левая и правая шкалы, характеризующие скорость изменения показаний термометра, сделаны идентичными. Отмечают точку пересечения этой линии с соответствующей шкалой. Участок, на к-ром эта линия пересекает вертикальные линии, указывает на шкалы, соответствующие повторяемости и воспроизводимости результатов. Перегонка выполнена правильно, если результаты двух испытаний не превышают значений, полученных с помощью номограммы.

Метод Б. Для этого метода предусмотрено использование 4- или 6-гнездного аппарата разгонки нефтепродуктов (см. рис. Ф-3), все детали к-рого, за исключением ванны холодильника, должны соответствовать технической документации, или аппаратов других типов, обеспечивающих результаты, соответствующие по точности методу Б. В отличие от метода А для разгонки нефти и темных нефтепродуктов наряду с колбой вместимостью 100 см³ предусмотрено использование колбы вместимостью 250 см³. Перед перегонкой нефтепродукты обезвоживают. При большом содержании воды нефтепродукт отстаивают и сливают, затем обезвоживают. Обводненную нефть или темный нефтепродукт смешивают с деэмульгатором в герметично закрытом сосуде, нагревают до 40–60°С, выдерживают при этой т-ре 1,5–2,0 ч и охлаждают до 20°С, не открывая сосуда, во избежание потерь легких фракций. При перегонке допускается содержание воды в нефти не более 0,1–0,2%, определенной в соответствии с ГОСТ 2477.

Аппарат собирают, испытуемый образец загружают в колбу. Объем нефти и темных нефтепродуктов в цилиндре отсчитывают по верхнему мениску. При наливе в колбу нефтепродукт должен иметь т-ру 20±3°С. Для парафинистых нефтей и жидких парафинов т-ра при наливе в колбу должна быть 33±3°С.

Записывают атмосферное давление и равномерно нагревают колбу так, чтобы до падения первой капли конденсата с конца трубки холодильника в соответствующий цилиндр прошло 5–10 мин – при перегонке нефти; 10–15 мин – при перегонке жидких парафинов и темных нефтепродуктов.

При работе на многогнездном аппарате колбы нагревают поочередно, чтобы между моментами падения первых капель из двух различных трубок проходило не менее 2 мин. Отмечают т-ру, показываемую термометром в момент падения первой капли конденсата с конца трубки холодильника в мерный цилиндр, и считают ее т-рой начала перегонки (начала кипения).

Затем мерный цилиндр устанавливают так, чтобы конденсат стекал по стенке цилиндра. Далее перегонку ведут с равномерной скоростью 2–5 см³/мин, что соответствует примерно 20–25 каплям за 10 с (число капель за 10 с, соответствующее скорости перегонки 2–5 см³/мин, уточняется для каждой трубки холодильника отдельно). Для проверки скорости перегонки по количеству капель цилиндр отставляют на короткое время от конца трубки холодильника.

Начальную перегонку темных нефтепродуктов ведут со скоростью отгона первых 8–10 см³ 2–3 см³/мин. Далее перегонку ведут со скоростью 4–5 см³/мин. При перегонке нефти скорость отгона вначале должна быть 2–5 см³/мин, а затем 2–2,5 см³/мин (капля в секунду).

При перегонке в соответствии с нормативной документацией на испытуемый нефтепродукт записывают показания термометра при указанном проценте отгона или процент отгона при заданном показании термометра. Записывают показания термометра с учетом поправок на его погрешность, указанных в приложенном к нему свидетельстве, и атмосферное давление. Отсчитывают объем конденсата в цилиндре.

По достижению конечной т-ры, установленной в нормативной документации на испытуемый нефтепродукт, нагрев колбы прекращают, в течение 5 мин дают стечь конденсату и записывают объем жидкости в цилиндре.

Если в нормативной документации на испытуемый нефтепродукт нормируется т-ра конца кипения, колбу нагревают до тех пор, пока ртутный столбик термометра не остановится на некоторой высоте с последующим понижением. Максимальную т-ру считают т-рой конца кипения.

При появлении белых паров анализ считается недействительным. За т-ру конца кипения таких продуктов принимают т-ру, при к-рой произошла остановка ртутного столбика термометра, но еще не появились белые пары. После этого нагрев колбы прекращают, дают стечь конденсату в течение 5 мин и записывают объем жидкости в цилиндре.

Перегонку нефти ведут до 300°С. При этом отмечают т-ру начала кипения и объемы конденсатов при 100, 120, 150, 160°С и далее через каждые 20°С до 300°С.

Все отсчеты при перегонке ведут с погрешностью не более 0,5 см³ и 1°С.

После прекращения нагрева колбу охлаждают в течение 5 мин, снимают термометр, отсоединяют колбу от трубки холодильника и осторожно выливают горячий остаток из колбы в мерный цилиндр 10 см³. Цилиндр с остатком охлаждают до 20±3°С и записывают объем остатка с погреш-

ностью не более 0,1 см³. Разность 100 см³ и суммы объемов конденсата и остатка рассматривают как потери при перегонке.

При перегонке нефти остаток не измеряют. При перегонке неизвестного по фракционному составу нефтепродукта записывают т-ру начала перегонки (начала кипения) и т-ру, соответствующую отгонам 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 и 97%. После приближенного установления марки испытуемого нефтепродукта проводят повторную перегонку по точкам, нормируемым в нормативной документации для этой марки. За результат испытания принимают среднее арифметическое двух последовательных определений.

Повторяемость (сходимость) при 95%-ной доверительной вероятности не превышает: 2°С – для т-ры начала кипения, температур 10-, 50-, 90%-ного отгона; 3°С – для температур 96–98%-ного отгона и т-ры конца кипения.

Воспроизводимость при 95%-ной доверительной вероятности не превышает: 7°С – для т-ры начала кипения; 6°С – для т-ры 10%-ного отгона; 3°С – для т-ры 50%-ного отгона; 7°С – для т-ры 90%-ного отгона; 10°С – для т-ры 96–98%-ного отгона и т-ры конца кипения.

Расхождения между двумя последовательными определениями фракционного состава при измерении объемов конденсата не должны превышать 1 см³, для остатка – 0,2 см³.

Метод А (ГОСТ 2177) с использованием автоматического аппарата. Сущность метода состоит в перегонке 100 см³ в автоматическом аппарате, дублирующем условия перегонки, указанные в ручном методе. Аппарат регистрирует показания т-ры, соответствующие проценту отгона или выпаривания при этом автоматически учитывается поправка.

Прибор автоматически регистрирует т-ру начала кипения, выкипания и записывает кривую разгонки в координатах т-ры в заданной точке отгона и испарения – процент отгона. Прибор контролирует время между началом испытания и началом кипения, установленную скорость перегонки и регулирует нагрев. По завершении перегонки прибор автоматически выключается.

После охлаждения колбы жидкость, оставшуюся в колбе, сливают в мерный цилиндр с ценой деления 0,1 см³ и измеряют объем. Прибавляют полученный объем к отгону (в %). Вычитают общий процент отгона из 100%, чтобы получить не скорректированный процент потерь.

По каждому испытанию все данные, требуемые ТУ на продукт, или значения, обычно устанавливаемые при испытании пробы нефтепродукта определенной группы, вычисляют и записывают. Регистрируют все объемы с точностью до 0,5%, все показания т-ры с точностью до 0,5°С и давление с точностью до 0,1 кПа.

Прецизионность метода приведена **табл. Ф-4.** Расчет показателей прецизионности основан на использовании среднего значения уклона кривой перегонки (°С) на % отгона.

Ф-4. Прецизионность

	Сходимость	Воспроизводимость
Температура, °С:		
начала кипения	3,5	8,5
конца кипения	3,5	10,5
отгона фракций:		
(20-70)%	1,2+1,38S*	2,9+3,94S
(10-80)%	1,2+1,38S	3,0+2,63S
5, 90 и 95%	1,1+1,08S	2,0+2,49S
2%	3,5	2,6+1,87S

*$S=\Delta C/\Delta V$, где ΔC - изменение т-ры, °С, ΔV - изменение объема отгона, %

Ф-5. Сравнение (разность) результатов ручной и автоматической перегонки

Образец	Начало кипения, °С	Температура отгона фракций, °С											Конец кипения, °С
		5%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	95%	
1	+1,1	+1,9	+2,2	+1,6	+1,4	+0,7	+0,8	+0,7	+0,7	+0.1	+0,4	+0,7	-0,4
2	(+0,9)	(+0,0)	+0,8	+0,5	+0,4	+0,6	+0,2	+0,1	+0,1	+0,4	(+4,7)	(+1,3)	(-1,2)
3	+0,7	+1,4	+1,6	+1,0	+0,8	+0,6	+0,3	+0,1	+0,2	+0,9	+0,5	+0,1	-0,8
4	+0,3	+0,6	+0,8	+0,8	+0,3	+0,7	+0,6	+0,8	+1,1	+1,2	+0,8	+0,5	-0,9
5	+0,5	+1,3	+1,3	+1,3	+1,2	+1,0	+0,9	+0,6	+0,8	+1,0	+0,4	+0,4	-0,9
6	+1,2	+1,2	+1,6	+1,2	+1,2	+1,1	+0,8	+1,1	+1,2	+0,2	-0,1	+0,2	-0,3
7	+0,3	+0,8	+0,8	+0,7	+0,8	+0,8	+1,0	+1,5	+1,6	+1,6	+1,5	+1,7	-0,7
8	+0,3	+0.5	+0,7	+0,6	+0,7	+1,2	+1,2	+1,1	+1,3	+1,9	+1,1	+1,2	-0,8
9	+1,7	+2,0	+1,8	+1,5	+1,5	+1,5	+1,2	+0,9	+1,3	+0,6	-0,4	+0,4	-1,2
10	+1,5	+1,5	+1,2	+0,7	+,04	+0,6	+0,9	+1,0	+1,4	+1,9	+0,9	+0,1	-2,1
11	+0,9	+1,1	+1,2	+0,8	+0,7	+0,6	+1,1	+1,0	+0,4	+0,5	-0,4	+0,1	-0,8
12	+1,0	(+2,4)	+2,3	+1,2	+1,2	+1,2	+1,2	+0,9	+1,1	+0,2	-0,7	(-0,8)	-0,9
13	+0,3	+0,3	+0,4	+0,3	+0,2	+0,9	+1,4	+1,0	+0,1	+1,1	+1,2	+1,0	-1,2
14	+0,5	+0,4	+0,7	+0,5	+0,8	+1,1	+1,7	+1,7	+1,0	+0,8	+0,3	0,0	-0,8

Примечание. 1. Бензин 26 лабораторий - 14 образцов.
2. Образцы 13 и 14 - нефтяные гидроксилсодержащие соединения.
3. Значения в скобках не включены в анализ точности

Ф-6. Значения температур при испытаниях керосина вручную в четырех лабораториях (8 испытаний) и на автоматическом аппарате в трех лабораториях (8 испытаний)

Значение	Начало кипения, °С		Температура отгона фракций, °С						Конец кипения, °С	
			10%		50%		90%			
Максимальное	176,5	174,5	193,5	193	215,5	215,5	248	248,5	268	268,5
Минимальное	171,5	172	191	190,5	213,5	214	245,5	246,5	264,5	265
Среднее	174,5	173,5	191	-	214,5	214,5	246	247	265,5	266,5

Ф-7. Значения температур при десяти испытаниях дизельного топлива в пяти лабораториях вручную и на автоматическом аппарате

Значение	Начало кипения, °С		Температура отгона фракций, °С						Конец кипения, °С	
			10%		50%		90%			
Максимальное	190,5	189	215	218	268,5	269	322	323	341,5	343
Минимальное	179,5	179,5	208,5	208,5	264	264	318	316	337	338,5
Среднее	185,5	184,5	213	214	266	266	319,5	318,5	340	340,5

Ф-8. Группы образцов и условия отбора проб

Условия отбора проб	Номер группы				
	0 (нафта)	1 (бензин)	2 (бензин)	3 (авиационный бензин с широкими пределами выкипания)	4 (керосин и газойль)
ДНП по Рейду, кПа	-	≥65,5	<65,5	<65,5	<65,5
Разгонка:					
т-ра начала кипения, °С	-	-	-	≤100	>100
т-ра конца кипения, °С	-	≤250	≤250	>250	>250
т-ра склянки с пробой, °С	<5	<10	-	-	
т-ра пробы при ее отборе, °С	≤5	≤10	≤10	Т-ра окружающей среды*	
т-ра хранящейся пробы, °С	<5	<20	<20	То же	
Проба влажная	Произвести повторный отбор пробы или высушить			Высушить	

* Образцы следует всегда хранить при т-ре на 9-12°С выше их т-ры текучести, если они неподвижны при т-ре окружающей среды

В стандарте представлено сравнение результатов автоматической и ручной перегонки (**табл. Ф-5**). Все показания термометра скорректированы на давление 101,3 кПа.

В **табл. Ф-6** и **Ф-7** цифры слева представляют результаты, полученные при испытании вручную, справа – при использовании автоматического прибора.

ISO 3405-2000 «Нефтепродукты. Определение фракционного состава при атмосферном давлении». Стандарт устанавливает лабораторный метод определения фракционного состава легких и средних дистиллятов, полученных из нефти с начальной точкой кипения выше 0°С и конечной точкой кипения ниже 400°С с помощью ручного или автоматического оборудования и не предусматривает разгонки нефти и темных нефтепродуктов этим методом, если не оговорены условия их испытания.

Сущность метода состоит в следующем. Образец относят к одной из пяти групп (**табл. Ф-8**) на основе его состава и ожидаемых характеристик испаряемости. Для каждой группы определяется оборудование, т-ра холодильника и эксплуатационные переменные.

Испытуемый образец перегоняют в определенных условиях, присущих группе, к к-рой относится данный образец, и проводят систематические наблюдения за показаниями термометра и объемом конденсата. Измеряют объем остатка в колбе и регистрируют потерю при разгонке. Показания термометра корректируют на атмосферное давление и используют в расчетах в соответствии с природой образца и требованиями спецификации.

Аппаратура идентична описываемой в ГОСТ 2177. В стандарте подробно описаны и приведены размеры деталей аппаратов для ручного метода с газовой горелкой или электрическим нагревателем, а также аппарата автоматической системы проведения испытания (**табл. Ф-9**).

Отбор проб выполняют в соответствии с руководствами ISO ручным и автоматическим способом.

Проведение испытания. Перед испытанием образцы выдерживают при т-ре, указанной в табл. Ф-8, вдали от источников тепла и солнечного света. В соответствии с табл. Ф-9 выбирают колбу для разгонки, и подставку под нее, как предписано для конкретной группы, и систему измерения т-ры.

Ф-9. Подготовка аппаратуры

Номер группы	0	1	2	3	4
Измерение т-ры	Низкий диапазон				
Диаметр отверстия в прокладке подставки для колбы, мм	32	38	38	50	50
Т-ра в начале испытания, °С: колбы и термометра	0-5	13-18	13-18	13-18	≤ т-ре окружающей среды
прокладки подставки для колбы и экрана	≤ т-ре окружающей среды				-
мерного цилиндра и 100 см³ продукта	0-5	13-18	13-18	13-18	От 13°С до т-ры окружающей среды
Вместимость колбы, см³	100	125	125	125	125

Перегонную колбу с содержимым нагревают, регулируя так, чтобы время между началом нагрева и началом кипения было равно времени, приведенному в **табл. Ф-10**.

Т-ру начала кипения отмечают и записывают с точностью 0,5 или 0,1°С.

Ф-10. Условия испытания

Номер группы	0	1	2	3	4
Т-ра охлаждающей бани, °С	0-1	0-1	0-4	0-4	0-60
Т-ра окружающей приемник среды, °С	0-4	13-18	13-18	13-18	±3
Время от начала нагрева до начала кипения, мин	2-5	5-10	5-10	5-10	5-15
Время от начала кипения, с: до 5% об. отгона	-	60-100	60-100	-	-
до 10% об. отгона	180-240	-	-	-	-
Постоянная средняя скорость разгонки от 5% об. отгона до остатка в колбе 5 см³, см³/мин	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
Время от получения 5 см³ остатка до конца кипения, мин	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5

Нагрев регулируют так, чтобы время от начала кипения до отгона 5 или 10% об. соответствовало указанному в табл. Ф-10. Продолжают регулировать нагрев, чтобы средняя скорость конденсации от 5% об. отгона до 5 см³ остатка в колбе была равномерной и составляла 4–5 см³/мин. Отмечают и регистрируют т-ру конца кипения или т-ру выпаривания, или то и другое и прекращают нагревание.

Если испытания выполняют на ручном аппарате, то в течение стекания конденсата в мерный цилиндр замеряют и отмечают объем конденсата с точностью 0,5 см³ с интервалом в 2 мин до тех пор, пока не совпадут два последовательных показания.

Автоматический аппарат непрерывно отмечает объем отгона до тех пор, пока он не изменится не более чем на 0,1 см³ за 2 мин. Тщательно замеряют объем с точностью до 0,5 или 0,1 см³ в зависимости от применяемой аппаратуры и рассматривают его как отгон. Если разгонка была прекращена раньше из-за разложения пробы, вычитают процент отгона из 100%, считают эту разницу «процентом остатка и потери».

После охлаждения колбы и прекращения выделения из нее паров колбу отсоединяют от холодильника и содержимое выливают в мерный цилиндр вместимостью 5 см³, и в подвижном состоянии оставляют ее над цилиндром для слива до тех пор, пока не прекратится заметное увеличение объема жидкости в нем. Измеряют и записывают объем в мерном цилиндре с точностью 0,1 см³ как остаток (в %). Расчеты проводят, внося поправки на атмосферное давление и корректируя соответственно показания термометра.

Прецизионность согласно статистическим исследованиям результатов межлабораторных испытаний образцов бензинов, керосинов и газойлей как ручным, так и автоматическим методом по ISO 4259, приведена в **табл. Ф-11–Ф-13.**

Ф-11. Прецизионность для группы 1, °С

Условия отбора проб	Повторяемость (сходимость) метода		Воспроизводимость метода	
	ручного	автоматического	ручного	автоматического
Температура, °С:				
начала кипения	3,3	3,9	5,6	7,2
конца кипения	3,9	4,4	7,2	8,9
отгона фракций:				
5%	r_1+0,66	r_2+1,0	R_1+1,11	R_2+1,78
10%	r_1	r_2	R_1	R_2+0,72
20%	r_1	r_2	R_1	R_2+0,72
(30-70)%	r_1	r_2	R_1	R_2
80%	r_1	r_2	R_1	R_2–0,94
90%	r_1	r_2	R_1–1,22	R_2–1,90
95%	r_1	r_2+1,4	R_1–0,94	R_2

Примечание. r_1, r_2, R_1 и R_2 - переменные величины, каждая из к-рых рассчитывается в зависимости от соотношения $\Delta C/\Delta V$ (см. табл. Ф-4);
$\Delta C/\Delta V=(T_U-T_L)/(V_U-V_L)$, где T_U - верхняя т-ра; T_L - нижняя т-ра; V_U - % об. отгона, соответствующий T_U; V_L - % об. отгона, соответствующий T_L.
Значения этих переменных рассчитывают по следующим уравнениям: r_1=0,864($\Delta C/\Delta V$)+1,214; r_2=0,673($\Delta C/\Delta V$)+1,13; R_1=1,736($\Delta C/\Delta V$)+1,994; R_2=1,998($\Delta C/\Delta V$)+2,617

Ф-12. Прецизионность для групп 2–4 (ручной метод)

	Повторяемость	Воспроизводимость
Температура, °С:		
начала кипения	0,35($\Delta C/\Delta V$)+1,0	0,93($\Delta C/\Delta V$)+2,8
конца кипения	0,36($\Delta C/\Delta V$)+0,7	0,42($\Delta C/\Delta V$)+3,1
отгона фракции (5-95)%	0,41($\Delta C/\Delta V$)+1,0	1,33($\Delta C/\Delta V$)+1,8

Примечание. 1. $\Delta C/\Delta V$ - см. табл. Ф-11.
2. При вычислении значений прецизионности для расчета процента отгона (выпаривания) при заданной т-ре используют формулы: r=1,00($\Delta C/\Delta V$)+0,5 и R=1,89($\Delta C/\Delta V$)+1,3

Ф-13. Прецизионность для групп 2, 3, 4 (автоматический метод)

	Повторяемость	Воспроизводимость
Температура, °С:		
начала кипения	3,5	8,5
конца кипения	3,5	10,5
отгона фракций:		
2%	3,5	1,92($\Delta C/\Delta V$)+2,6
5%	1,08($\Delta C/\Delta V$)+1,1	2,53($\Delta C/\Delta V$)+2,0
10%	1,42($\Delta C/\Delta V$)+1,2	2,64($\Delta C/\Delta V$)+3,0
(20-70)%	1,42($\Delta C/\Delta V$)+1,2	3,97($\Delta C/\Delta V$)+2,9
80%	1,42($\Delta C/\Delta V$)+1,2	2,64($\Delta C/\Delta V$)+3,0
(90-95)%	1,08($\Delta C/\Delta V$)+1,1	2,53($\Delta C/\Delta V$)+2,0

Примечание. 1. $\Delta C/\Delta V$ - см. табл. Ф-11

Отклонение. Абсолютное отклонение. Из-за применения ртутных стеклянных термометров полного погружения наряду с электронными устройствами, для более точного измерения т-ры ее регистрируемые значения при заданных точках разгона по настоящему стандарту несколько ниже истинной т-ры. Величина абсолютного отклонения не определена.

Относительное отклонение. Существует отклонение экспериментальных результатов разгона, определенных по этому международному стандарту от результатов, полученных по другим стандартам, к-рые ближе к истинному распределению температур кипения. Величина относительного отклонения не определена.

Для групп 1–4 разность результатов, полученных на ручной и автоматической аппаратуре, приведена в табл. 2.

Стандарт EN ISO 3405 полностью соответствует стандарту ISO 3405–2000, к-рый одобрен CEN в качестве Европейского стандарта без каких-либо изменений.

ASTM D 86 «Метод дистилляции нефтепродуктов при атмосферном давлении» – разработан Американским институтом нефти (API) и нашел самое широкое применение в международной практике, особенно при товаро-сдаточных операциях.

Стандарт ASTM D 86 устанавливает метод дистилляции нефтепродуктов при атмосферном давлении с использованием лабораторной установки периодического действия. Используется для количественного определения пределов выкипания бензинов, легких и средних дистиллятов, топлив для автомобильных двигателей с искровым зажиганием, авиационных бензинов, топлив для авиационных турбин, дизельных топлив с обычным и низким содержанием серы, специальных петролейных эфиров, нафты, уайт-спиритов, керосинов и котельных топлив.

Метод испытания предназначен для анализа дистиллятных топлив с помощью ручного и автоматического аппаратов и не применим к продуктам, содержащим заметные количества остаточных топлив.

На основании состава, давления паров, предполагаемых температур начала или конца кипения или сочетания этих параметров образец относят к одной из пяти групп (**табл. Ф-14**).

Ф-14. Характеристики групп

Характеристика образца	Группы				
	0	1	2	3	4
Тип дистиллята	Прямогонный бензин				
ДНП при 37,8°С, кПа		≥65,5	<65,5	<65,5	<65,5
Т-ра начала кипения, °С				≤100	>100
Т-ра конца кипения, °С		≤250	≤250	>250	>250

Монтаж аппаратуры, т-ра конденсата и прочие рабочие переменные определяются группой, в к-рую входит образец. Образец (100 см³) перегоняют на лабораторной установке в условиях, обеспечивающих фракционирование приблизительно с одной теоретической тарелкой. Систематически наблюдают за показаниями т-ры и объемами конденсата. Регистрируют также объем остатка и потери.

В конце перегонки значения т-ры пара корректируют на атмосферное давление и результаты проверяют на соответствие требованиям процедуры (напр. скорость перегонки). Если какое-либо установленное условие не выполнено, испытание повторяют. Результаты испытания выражают в виде процента выпаривания или процента отгона при соответствующей т-ре, в виде таблицы, графически или в виде кривой разгонки.

Аппаратура. Основные детали аппарата для разгонки – колба, конденсатор, связанная с ними охлаждающая баня, металлический экран или кожух для колбы, источник тепла (газ или электронагрев), подставка для колбы, устройство для измерения т-ры и приемный цилиндр для сбора дистиллята. Образцы аппаратов для ручной разгонки приведены на рис.Ф-3 и Ф-4.

Автоматические аппараты в дополнение к указанным выше деталям оборудованы системой измерения и автоматической регистрацией т-ры.

Для измерения т-ры рекомендованы термометры ASTM 7C/IP5C – для низких и ASTM 8C/IP6C – для высоких температур.

В соответствии с **табл. Ф-15** подготавливают аппаратуру, выбирая соответствующую колбу для разгонки, устройство для измерения т-ры, подставку для колбы согласно соответствующей группе.

Ф-15. Подготовка аппаратуры

Характеристика аппаратуры	Группы				
	0	1	2	3	4
Колба вместимостью, см³	100	125	125	125	125
Термометр ASTM для разгонки	7C(7F)	7C(7F)	7C(7F)	7C(7F)	7C(8F)
Диапазон термометра IP для разгонки	низкий				Высокий
Прокладка для колбы	A	B	B	C	C
Диаметр отверстия прокладки, мм	32	38	38	50	50
Температура в начале испытания, °С:					
колбы	0-5	13-18	13-18	13-18	Не выше т-ры окр. среды
подставки для колбы и экрана	не выше т-ры окружающей среды				
приемного цилиндра	0-5	13-18	13-18	13-18	От 13°С до т-ры окр. среды

Перед испытанием обязательно калибруют средства измерений т-ры, а в случае применения автоматических аппаратов – датчики давления и уровня (объема) отгоняемых фракций. Датчики т-ры и давления калибруют не реже одного раза в 6 мес., а датчик объема отгоняемых фракций проверяют один раз в 3 мес.

Отбор проб выполняют в соответствии с руководствами ASTM D 4057 и ASTM D 4177 (**табл. Ф-16**).

Ф-16. Температуры отбора проб, хранения и кондиционирования образцов, °С

	Группы				
	0	1	2	3	4
Температура:					
склянки с пробой	<5	<10	-	-	-
хранящейся пробы	<5	<10	<10	Т-ра окружающей среды	
образца после кондиционирования перед анализом	<5	<10	<10	То же или выше т-ры потери текучести на 9-12°С	

Примечание. Если проба увлажнена, то для групп 0-2 производят повторный отбор пробы, пробу групп 3 и 4 - осушают. Если повторная проба групп 0-2 все еще увлажнена, то ее осушают

Проведение испытания. Регистрируют атмосферное давление. Отмеряют 100 мл образца в мерный цилиндр и полностью переносят в колбу для разгонки, принимая меры к тому, чтобы жидкость не попала в пароотводную трубку. Собирают аппарат. Включают нагрев и отмечают время начала разгонки. Регистрируют т-ру начала кипения с точностью 0,5°С. Согласно **табл. Ф-17** регулируют нагревание.

Ф-17. Условия испытания

Показатели	Группы				
	0	1	2	3	4
Т-ра охлаждающей бани, °С	0-1	0-1	0-5	0-5	0-60
Т-ра среды, окружающей приемный цилиндр, °С	0-4	13-18		13-18	±3 от т-ры образца
Время от начала нагрева до т-ры начала кипения, мин	2-5	5-10		5-10	5-15
Время от начала кипения:					
до 5% отгона, с	-	60-100		-	-
до 10% отгона, мин	3-4	-		-	-

Примечание. 1. Т-ра охлаждающей бани конденсатора зависит от содержания парафина в образце или фракциях разгонки. Испытание обычно выполняют, используя одну т-ру конденсатора. Об образовании парафина в конденсаторе можно сделать вывод по частицам парафина в дистилляте, появляющимся на кончике конденсатной ловушки, по более высоким потерям при разгонке, чем те, к-рые предполагались на основании т-ры начала кипения образца, по неустойчивой скорости отгона и присутствию частиц парафина при удалении остаточной жидкости неволокнистой тканью. Т-ра при испытании должна быть минимальной.

2. Постоянная средняя скорость конденсации от 5% отгона до остатка в колбе в 5 см³ для всех групп равна 4-5 см³/мин, время от получения 5 см³ остатка до т-ры конца кипения - до 5 мин

После прекращения нагревания дистилляту дают стечь в приемный цилиндр, измеряют и регистрируют его объем с точностью 0,5 см³. Полный отгон – сумма отгона и остатка. Вычитают процент полного отгона из 100% и получают процент потерь. Показания т-ры корректируют к давлению 101,3 кПа.

После введения поправок и округления каждого результата с точностью 0,5 или 0,1°С соответственно применяемой аппаратуре используют скорректированные температурные показания.

Прецизионность ручного метода. ***Повторяемость.*** Группа 0 – расхождение двух результатов испытаний при т-ре конца кипения не должно превышать 3,5°С только в одном случае из двадцати. Расхождение между показаниями т-ры двух результатов для каждой определенной т-ры отгона не должно превышать величины, эквивалентной 2 см³ дистиллята при каждой т-ре, о к-рой идет речь.

Расхождение между последовательными результатами испытания, полученными одним оператором на одной и той же аппаратуре на одинаковом испытуемом материале при постоянных рабочих условиях в течение длительного времени и правильном применении метода испытания, только в одном случае из двадцати может превысить значения, указанные в **табл. Ф-18** (для группы 1) и **табл. Ф-19** (для групп 2–4).

Воспроизводимость. Группа 0. Воспроизводимость для этой группы не определена.

Расхождение между двумя единичными и независимыми результатами, полученными разными операторами в разных лабораториях на одинаковом испытуемом материале, при нормальном и правильном применении метода испытания, может превысить значения, указанные в табл. Ф-18 (для группы 1) и Ф-19 (для групп 2–4), только в одном случае из двадцати.

Ф-18. Прецизионность для группы 1

Условия отбора проб	Ручной метод		Автоматический метод	
	повторяемость	воспроизводимость	повторяемость	воспроизводимость
Температура, °С:				
начала кипения	3,3	5,6	3,9	7,2
конца кипения	3,9	7,2	4,4	8,9
отгона фракций:				
5%	$1,9+0,86S_C$	$3,1+1,74S_C$	$2,1+0,67S_C$	$4,4+2,0S_C$
10%	$1,2+0,86S_C$	$2,0+1,74S_C$	$1,7+0,67S_C$	$3,3+2,0S_C$
20%	$1,2+0,86S_C$	$2,0+1,74S_C$	$1,1+0,67S_C$	$3,3+2,0S_C$
(30-70)%	$1,2+0,86S_C$	$2,0+1,74S_C$	$1,1+0,67S_C$	$2,6+2,0S_C$
80%	$1,2+0,86S_C$	$2,0+1,74S_C$	$1,1+0,67S_C$	$1,7+2,0S_C$
90%	$1,2+0,86S_C$	$0,8+1,74S_C$	$1,1+0,67S_C$	$0,7+2,0S_C$
95%	$1,2+0,86S_C$	$1,1+1,74S_C$	$2,5+0,67S_C$	$2,6+2,0S_C$

Примечание. S_C - см. табл. Ф-4, Ф-11

Ф-19. Прецизионность для групп 2–4 (ручной метод)

	Повторяемость	Воспроизводимость
Температура, °С:		
начала кипения	$1,0+0,35S_C$	$2,8+0,93S_C$
конца кипения	$0,7+0,36S_C$	$3,1+0,42S_C$
отгона фракции (5-95)%	$1,0+0,41S_C$	$1,8+1,33S_C$
Объем отгона, %	$0,7+0,92/S_C$	$1,5+1,78/S_C$

Примечание. S_C - см. табл. Ф-4, Ф-11

Прецизионность автоматического метода. ***Повторяемость (сходимость).*** Группа 0 – расхождение двух результатов при т-ре конца кипения может превышать 3,5°С только в одном случае из двадцати. Расхождение между показаниями т-ры двух результатов для каждой определенной т-ры отгона не должно превышать величины, эквивалентной 2 см³ дистиллята при каждой т-ре, о к-рой идет речь.

Расхождение между последовательными результатами, полученными одним и тем же оператором, на одной и той же аппаратуре, на одинаковом испытуемом материале при постоянных рабочих условиях в течение длительного времени и правильном применении метода, только в одном случае из двадцати может превысить значения, указанные в табл. Ф-18 (для группы 1) и табл. **Ф-20** (для групп 2–4).

Ф-20. Прецизионность для групп 2–4 (автоматический метод)

	Повторяемость	Воспроизводимость
Температура, °С:		
начала кипения	3,5	8,5
конца кипения	3,5	10,5
отгона фракций:		
2%	3,5	$2,6+1,92S_C$
5%	$1,1+1,08S_C$	$2,0+2,53S_C$
10%	$1,2+1,42S_C$	$3,0+2,64S_C$
(20-70)%	$1,2+1,42S_C$	$2,9+3,97S_C$
80%	$1,2+1,42S_C$	$3,0+2,64S_C$
(90-95)%	$1,1+1,08S_C$	$2,0+2,53S_C$

Примечание. S_C - см. табл. Ф-4, Ф-11

Воспроизводимость. Группа 0 – воспроизводимость для этой группы не определена.

Расхождение между двумя единичными и независимыми результатами, полученными разными операторами в разных лабораториях на одинаковом испытуемом материале, при нормальном и правильном применении метода испытания, может превысить значения, указанные в табл. Ф-18 (для группы 1) и табл. Ф-20 (для групп 2–4), только в одном случае из двадцати.

Зарубежные стандартные методы определения фракционного состава нефтепродуктов (ASTM D 86, EN ISO 3405) не применяют для анализа нефтей. Для практических целей, в том числе при выборе схем переработки нефти, требуется более глубокое изучение фракционного состава, к-рое в отечественной практике осуществляется по ГОСТ 11011.

ГОСТ 11011 «Нефть и нефтепродукты. Метод определения фракционного состава на аппарате АРН-2» используется для определения фракционного состава нефти и нефтепродуктов при атмосферном давлении и под вакуумом с целью построения кривой ИТК, установления потенциального содержания в нефти отдельных фракций, нефтепродуктов или их компонентов и получения

фракций нефти для исследования их физико-химических свойств, группового и индивидуального углеводородного состава.

Аппаратура. Аппарат АРН-2, рассчитанный на перегонку нефти до 500°С, состоит из технологического и электрического блоков, смонтированных на одном металлическом каркасе. Аппарат (**рис. Ф-6**) снабжен вакуумным насосом, обеспечивающим давление до 133,3 Па (1 мм рт.ст.); двумя кубами; ректификационной колонкой, обладающей погоноразделяющей способностью, соответствующей 20 теоретическим тарелкам при полном возврате орошения и другими комплектующими.

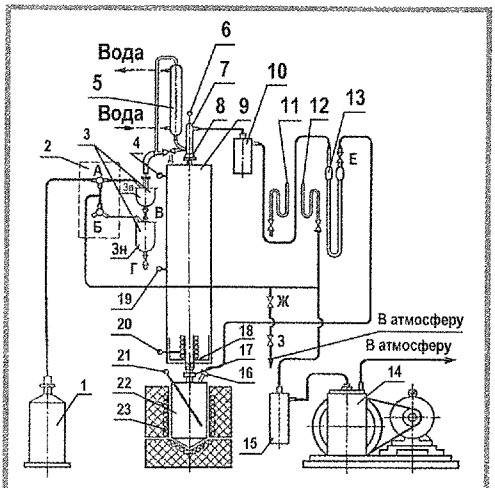


Рис. Ф-6. Аппарат АРН-2:

1 – буферная емкость; *2* – манифольд; *3* – приемники; *4, 6, 19, 20, 21* – термопары; *5* – обратный холодильник; *7* – конденсатор; *8, 17* – накидные гайки; *9* – ректификационная колонка; *10, 15* – ловушки; *11, 12* – ртутные вакуумметры; *13* – дифференциальный манометр; *14* – вакуумный насос; *16* – трубка; *18* – решетка; *22* – кубик; 23 – печь;

А – трехходовой кран; *Б* – полулунный кран; *В, Г, Д, Е, Ж* – краны; *3* – кран (зажим)

На АРН-2 перегоняют нефть, газоконденсат или нефтепродукт с содержанием воды не более 0,5% по ГОСТ 2477. При большем содержании воды нефть или нефтепродукт обезвоживают.

Перегонку нефти проводят со скоростью 3–4 см³/мин при загрузке 3 дм³ и 2–2,5 см³/мин при загрузке 1,9 дм³. Скорость контролируют секундомером и измерением объема дистиллята в приемниках. Отбор фракций при атмосферном давлении производят до 200°С (в случае высокосернистых и высокосмолистых нефтей – до 180°С). Фракции собирают в колбы и определяют их массу.

При т-ре паров 180–200°С атмосферную перегонку прекращают, и начинают вакуумную перегонку. Фракции <320°С отбирают при остаточном давлении (1,3–1,6)·10³ Па (10–12 мм рт.ст.), фракции >320°С – при остаточном давлении 1,3·10³–2,7·10² Па (1–2 мм рт.ст.). Т-ру выхода фракции пересчитывают по номограмме. Определяют массовые доли выхода отдельных фракций и остатка пробы нефти или нефтепродукта, взятых для перегонки. Для составления материального баланса определяют суммарный выход фракций с учетом содержания газа. Потери при перегонке вычисляют как разность 100% и суммарного выхода фракций и остатка. Потери не должны превышать 2,5%.

Прецизионность метода установлена в стандарте (**табл. Ф-21**):

Ф-21. Прецизионность метода

	Повторяемость	Воспроизводимость
Для фракций, %:		
<200°С	1	6
200-320°С	2	8
>320°С	3	5

ASTM D 1160 «Метод определения фракционного состава нефтепродуктов при пониженном давлении». Стандарт устанавливает метод определения температурных пределов выкипания нефтепродуктов при пониженном давлении, к-рые могут быть частично или полностью выпарены при максимальной т-ре жидкости 400°С. Представлены как ручной, так и автоматический методы.

Сущность метода состоит в перегонке образца при точно регулируемом давлении в интервале 0,13–6,6 кПа (1–50 мм рт.ст) в условиях, обеспечивающих четкость фракционирования приблизительно в одну теоретическую тарелку. По полученным данным могут быть определены т-ры начала и конца кипения, атмосферная эквивалентная т-ра кипения, построена кривая разгонки, соответствующая перегнанному объему в процентах.

Метод используют для определения характеристик разгонки нефтепродуктов и фракций, разлагающихся при атмосферном давлении. Предел выкипания, полученный в условиях, обеспечивающих четкость ректификации приблизительно в одну теоретическую тарелку, может быть использован в инженерных расчетах при конструировании ректификационного оборудования, при определении пригодности продукта как сырья для переработки или других целей. Предел кипения непосредственно связан с вязкостью, давлением паров, теплотворной способностью, средней молекулярной массой и другими химическими и механическими свойствами. Любое из этих свойств

может быть определяющим фактором пригодности применения продукта. По данным этого метода испытания были разработаны корреляции для многих расчетов, к-рые широко используются в инженерной практике.

Аппарат для дистилляции схематично представлен на **рис. Ф-7.**

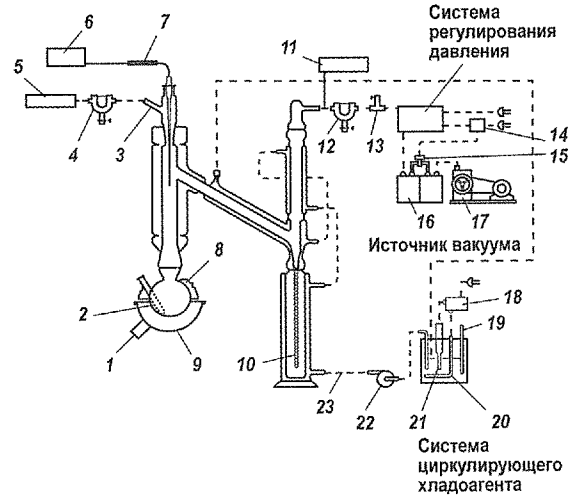


Рис. Ф-7. Схема вакуумной перегонки в сборе:

1 – регулятор нагрева; *2* – карман для термометра; *3* – адаптер для вакуумметра и термопары; *4* – охлаждаемая ловушка; *5, 11* – вакуумметры; *6* – потенциометр; *7* – платиновой термометр; *8* – теплоизолирующий кожух; *9* – колбонагреватель; *10* – цепочка, направляющая каплепадение; *12* – охлаждаемая ловушка; *13* – вход в систему, через который сбрасывается вакуум; *14* – реле; *15* – соленоидный клапан; *16* – уравнительный резервуар; *17* – вакуумный насос; *18* – реле; *19* – термометр; *20* – погружной нагреватель; *21* – терморегулятор; *22* – циркуляционный насос; *23* – поток хладагента

Невозможность достижения необходимого для перегонки вакуума или постоянное повышение давления при включенном насосе свидетельствуют о значительной утечке в системе.

По достижении требуемого давления при вакууме включают нагреватель и регулируют нагрев колбы с образцом, избегая вспенивания образца. Как только пар или флегма появляются у горлышка колбы, скорость нагрева регулируют так, чтобы дистиллят отгонялся с равномерной скоростью 6–8 мл/мин. Т-ру паров, время и давление во время перегонки регистрируют. Регистрируют также т-ру отгона фракций (5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 95% об. от загрузки) и т-ры начала и конца кипения образца. Если т-ра жидкости достигает 400°С или пары достигают максимальной т-ры до конца кипения, регистрируют показание т-ры паров и общий объем отгона в момент, когда перегонка прекращается. При испытании образца на соответствие определенной спецификации регулируют все нормируемые т-ры и/или объемы отгона.

Внезапное повышение давления наряду с образованием белых паров и падением их т-ры свидетельствует о разложении (крекинге) перегоняемого вещества. Следует прервать перегонку и отметить это явление в протоколе испытания. Повторно перегонку проводят, используя свежий образец и при более низком рабочем давлении.

Показания т-ры паров переводят в эквивалентные т-ры при атмосферном давлении (АЭТ) с помощью соответствующих уравнений. АЭТ, соответствующую объемному процентному содержанию жидкости в приемнике, записывают с точностью до ближайшего градуса. Записывают также характеристику образца, плотность, общее количество жидкого дистиллята, собранного в приемник и в охлаждаемой ловушке перед вакуумнасосом; отмечают любое необычное явление – такое, как вспенивание или бурное кипение, и меры, предпринятые для его устранения.

Прецизионность метода была установлена на основании данных лабораторных испытаний в девяти лабораториях на восьми образцах. Согласно программе одна из лабораторий использовала автоматический вакуумный дистилляционный аппарат, и полученные на этом оборудовании результаты были включены в расчет показателей прецизионности метода.

Отбор проб проводится в соответствии с руководствами ASTM D 4057 или ASTM D 4177. Испытуемый образец не должен содержать влаги, его следует хранить при т-ре окружающей среды в стеклянном или металлическом контейнере.

Проведение испытания. Загружаемый образец должен быть жидким. Если в образце присутствуют кристаллы, то его следует нагреть до расплавления кристаллов. Образец перемешивают в течение 5–15 мин (в зависимости от его объема, вязкости и других факторов, обеспечивающих их однородность). В колбу, соединенную с вакуумной колонкой, помещают 200 мл образца.

После включения вакуумного насоса ведут наблюдение за содержимым колбы: если образец вспенивается, то давление в аппарате слегка повышают – до осаждения пены. Чтобы способствовать удалению растворенного газа, колбы слегка подогревают.

Повторяемость (сходимость) и воспроизводимость могут превышать значения, указанные в **табл. Ф-22**, только в одном случае из двадцати. Смещение метода в связи с отсутствием стандартного образца, пригодного для определения, не установлено.

ГОСТ 10120-71. «Парафины нефтяные. Метод определения фракционного состава». Сущность метода заключается в перегонке парафинов под вакуумом, определении температур начала и конца кипения и установлении процентного выхода дистиллята при заданной т-ре.

Аппаратура. Основные детали применяемого оборудования: колба Богданова (**рис. Ф-8**); вакуумный приемник, представляющий собой стеклянный цилиндр с отводом вместимостью 100 см³ (**рис. Ф-9**); промежуточная склянка (**рис. Ф-10**); предохранительная склянка, в качестве к-рой используется колба Бунзена вмести-

Ф-22. Прецизионность

	Повторяемость				Воспроизводимость			
	Остаточное давление при разгонке							
	0,13 кПа (1 мм рт. ст.)		1,3 кПа (10 мм рт.ст.)		0,13 кПа (1 мм рт.ст.)		1,3 кПа (10 мм рт.ст.)	
Температура, °С: начала кипения	17		15		56		49	
конца кипения	3,3		7,0		31		27	
Отогнанный объем, %	5-50	60-90	5-50	60-90	5-50	60-90	5-50	60-90
C/V:								
0,5	2,4	2,5	1,9	2,0	6,5	3,9	7,0	5,4
1,0	2,9	3,0	2,4	2,5	10	6,0	9,3	7,2
1,5	3,2	3,3	2,8	2,9	13	7,8	11	8,5
2,0	3,4	3,5	3,1	3,2	16	9,4	12	9,6
2,5	3,6	3,7	3,3	3,5	18	11	14	11
3,0	3,8	3,9	3,6	3,7	21	12	15	11
3,5	3,9	4,0	3,8	3,9	23	13	16	12
4,0	4,0	4,2	3,9	4,1	25	15	16	13
4,5	4,1	4,3	4,1	4,3	27	16	17	13
5,0	4,2	4,4	4,3	4,4	29	17	18	14
5,5	4,3	4,5	4,4	4,6	30	18	19	15
6,0	4,4	4,6	4,5	4,7	32	19	19	15
6,5	4,5	4,7	4,7	4,8	34	20	20	16
7,0	4,6	4,8	4,8	5,0	35	22	21	16
7,5	4,7	4,8	4,9	5,1	37	23	21	16
8,0	4,8	4,9	5,0	5,2	38	23	22	17
8,5	4,8	5,0	5,1	5,3	40	24	22	17
9,0	4,9	5,1	5,2	5,4	41	25	23	18
9,5	5,0	5,1	5,3	5,5	43	25	23	18
10,0	5,0	5,2	5,4	5,6	44	26	24	19
10,5	5,1	5,2	5,5	5,7	46	27	24	19
11,0	5,1	5,3	5,6	5,8	47	28	25	19
11,5	5,2	5,4	5,7	5,9	48	29	25	20
12,0	5,2	5,4	5,8	6,0	50	30	26	20
12,5	5,3	5,5	5,9	6,1	51	30	26	20
13,0	5,3	5,5	6,0	6,2	52	31	27	21
13,5	5,4	5,6	6,0	6,3	54	32	27	21
14,0	5,4	5,6	6,1	6,3	55	33	27	21
14,5	5,5	5,7	6,2	6,4	56	33	28	22
15,0	5,5	5,7	6,3	6,5	57	34	28	22

Примечание.
C/V - скорость изменения АЭТ в °С на процент отогнанного объема жидкости. Предполагается, что в любой точке интервала между 10 и 90% отгона это значение равно среднему значению *C/V* двух заданных точек, в к-рый входит искомая точка. Интервал между этими двумя точками не должен превышать 20% отгона. Исключение - 5%-ная точка, соответствующая интервалу, не превышающему 10%

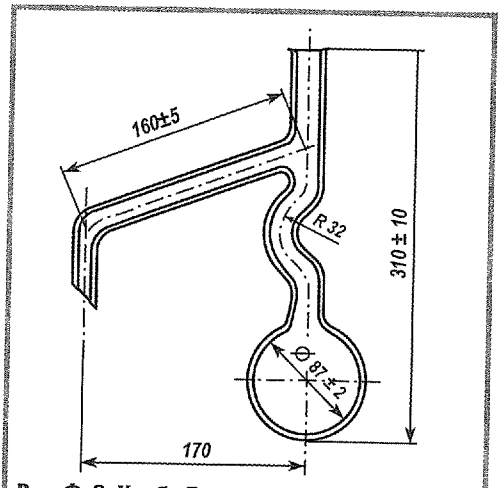


Рис. Ф-8. Колба Богданова

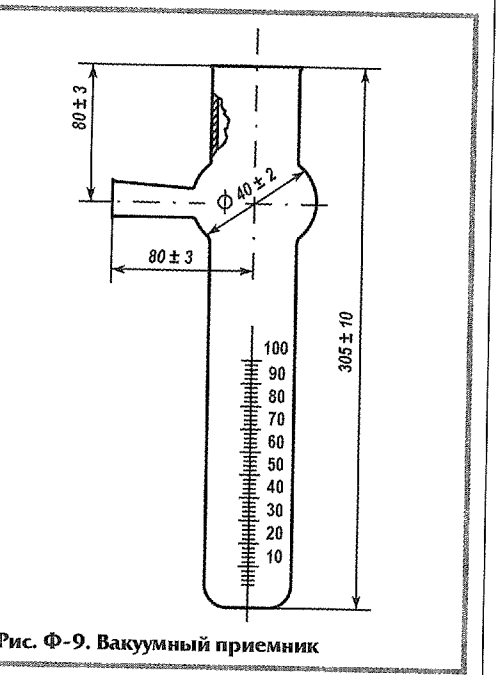


Рис. Ф-9. Вакуумный приемник

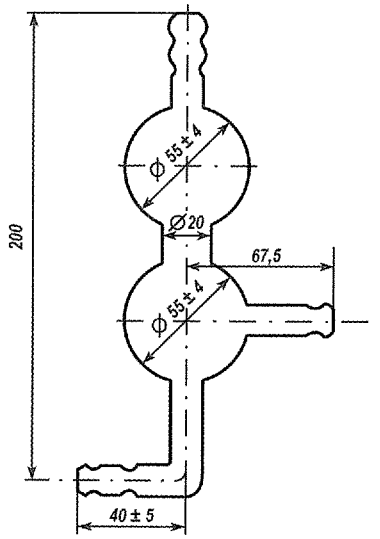


Рис. Ф-10. Промежуточная склянка

мостью 200–500 см³; вакуумметр типа ВТ-3; вакуумный насос типа ВМ-461 или другой равноценный ему, способный создать остаточное давление 0,1 мм рт.ст.; электроколбонагреватель любого типа; стаканы высокий с носиком вместимостью 300 см³ и низкий из термостойкого стекла без носика вместимостью 2000 см³; лупа с двукратным или более увеличением диаметром не менее 30 мм; термостат, обеспечивающий т-ру нагрева до 100°С; защитный кожух из металлической сетки.

Проведение испытания. Перед испытанием аппарат тщательно осматривают. Образец расплавляют в стакане. После полного расплавления парафина стакан вынимают из термостата и перемешивают парафин предварительно нагретым термометром. Затем вынимают из термостата вакуумный приемник, быстро обертывают его сухим полотенцем так, чтобы метка 100 мл была открыта, наливают до метки расплавленный парафин и измеряют его т-ру в вакуумном приемнике. При 80±2°С парафин переливают по возможности полностью из приемника в колбу для перегонки.

Термометр с резиновой пробкой вставляют в горловину колбы так, чтобы его ось совпадала с осью верхней прямой части колбы, а верх ртутного шарика находился на уровне нижнего края отводной трубки в месте ее припая к стенке колбы.

Прибор для перегонки под вакуумом собирают по схеме, приведенной на **рис. Ф-11.** Колбу с парафином, оснащенную термометром, ставят на электроколбонагреватель с асбестовой прокладкой и зажимают лапкой, прикрепленной к штативу.

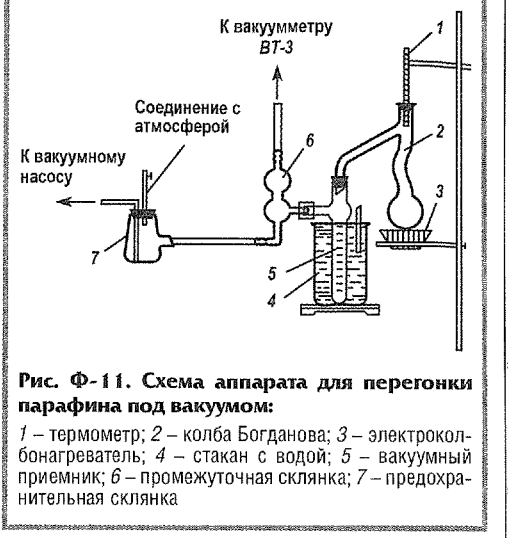


Рис. Ф-11. Схема аппарата для перегонки парафина под вакуумом:

1 – термометр; *2* – колба Богданова; *3* – электроколбонагреватель; *4* – стакан с водой; *5* – вакуумный приемник; *6* – промежуточная склянка; *7* – предохранительная склянка

Отводную трубку колбы Богданова соединяют с помощью резиновой пробки с вакуумным приемником. Отвод вакуумного приемника соединяют вакуумными резиновыми трубками с боковым отводом промежуточной склянки. Верхний отвод промежуточной склянки соединяют с манометрическим преобразователем вакуумметра ВТ-3, нижний отвод с предохранительной склянкой (колба Бунзена). В горловину колбы Бунзена вставляют резиновую пробку, через к-рую проходят две стеклянные трубки, Одна из к-рых (доходящая до дна колбы) соединена резиновой трубкой с вакуумным насосом, другая – с атмосферой. После сборки аппарата места соединения шлифов, резиновых трубок и трубок со стеклом тщательно герметизируют.

Устанавливают защитный кожух, проверяют герметичность собранной установки для перегонки парафина. Для этого создают вакуум; остаточное давление не должно быть более 0,2 мм рт.ст.

Разгонку ведут в интервале давлений 0,1–0,5 мм рт.ст.

Для определения фракционного состава парафинов включают колбонагреватель, затем вакуумметр ВТ-3 в соответствии с инструкцией по его эксплуатации и обслуживанию.

После 2–3 мин подогрева парафина в колбе включают вакуумный насос и отсоединяют систему от атмосферы, закрывая зажим на вакуумной трубке. Нагрев ведут так, чтобы первая капля парафина упала в вакуумный приемник через 15–20 мин после включения вакуумного насоса (перед началом перегонки отводную трубку колбы Богданова прогревают небольшим пламенем газовой горелки или спиртовки). Подогрев колбы во время перегонки

регулируют так, чтобы перегонка велась равномерно со скоростью одна капля в секунду в течение всего определения.

Для установления т-ры начала перегонки парафина отмечают т-ру и остаточное давление в системе в момент, когда в вакуумный приемник падает вторая капля. Для установления т-ры конца кипения парафина отмечают т-ру и остаточное давление в системе в момент, когда вследствие прекращения выделения паров из колбы, несмотря на продолжающийся нагрев, т-ра в колбе начинает понижаться. В этот момент обогрев колбы прекращают.

Для определения выхода дистиллята, соответствующего т-ре конца перегонки, через 2–3 мин после прекращения нагрева отмечают количество дистиллята, собранного в вакуумном приемнике. Для определения т-ры, соответствующей заданному проценту отгона, отмечают т-ру и остаточное давление в момент, когда количество дистиллята в миллилитрах в вакуумном приемнике численно равно заданному проценту отгона.

Для определения выхода дистиллята, соответствующего заданной т-ре, отмечают количество дистиллята в миллилитрах в вакуумном приемнике в момент, когда т-ра перегонки в пересчете на 760 мм рт.ст. будет соответствовать заданной т-ре.

Полученные т-ры при остаточном давлении пересчитывают на т-ры при 760 мм рт.ст. по таблицам, приведенным в приложении к стандарту.

Прецизионность метода. Метод метрологически аттестован, установлены характеристики прецизионности.

Повторяемость (сходимость) – два результата испытания, полученные одним исполнителем, признаются достоверными (с 95%-ной доверительной достоверностью), если расхождение между ними в точках выкипания от 5% объема и выше не превышает 1,6% от среднего арифметического значения т-ры кипения в этих точках при давлении $101{,}3 \cdot 10^3$ Па (760 мм рт.ст.), а для выхода дистиллята, соответствующего заданной т-ре, не превышает 2 $см^3$.

Воспроизводимость – два результата испытания, полученные в двух разных лабораториях, признаются достоверными (с 95%-ной доверительной достоверностью), если расхождение между ними в точках выкипания от 5% объема и выше не превышает 7,4% от среднего арифметического значения т-ры кипения в этих точках при давлении $101{,}3 \cdot 10^3$ Па, а для выхода дистиллята, соответствующего заданной т-ре, не превышает 6 $см^3$.

Зарубежных аналогов метод не имеет.

ASTM D 2892 «Метод определения фракционного состава сырой нефти (колонка из 15 теоретических тарелок)». Стандарт устанавливает метод определения фракционного состава стабилизированной сырой нефти до т-ры конца перегонки, равной 400°С – атмосферной эквивалентной т-ре (АЭТ). Метод применяется для определения ценности сырой нефти, предназначенной для дальнейшей переработки. Он позволяет рассчитать выходы фракций с разными пределами выкипания.

Метод по эффективности соответствует стандартной лабораторной разгонке с 15 теоретическими тарелками и коэффициентом орошения 5:1 (т.е. 15/5). Полученные при этом фракции могут быть проанализированы или смешаны в образцах для дальнейших аналитических исследований, технологических целей и качественных оценок продукта.

Взвешенный образец стабилизированной сырой нефти объемом 1–30 $дм^3$ перегоняется при максимальной т-ре 400°С (АЭТ) в ректификационной колонке, имеющей производительность при полном орошении 14–18 теоретических тарелок. Коэффициент орошения 5:1 поддерживается при всех рабочих давлениях, за исключением случая, когда при низком рабочем давлении 0,674–0,27 кПа (5–2 мм рт.ст.) оптимальным считается коэффициент орошения 2:1.

Значения т-ры, давления и других переменных записываются с интервалами и в конце отбора каждого погона или фракции.

Определяется масса и плотность каждого полученного погона или фракции. Выход отгона по массе рассчитывается на основе массы всех фракций, исключая газовый погон и остаток.

Выход отгона по объему всех фракций и остатка при 15°С рассчитывается по массе и плотности. По этим данным вычерчивают кривые истинной т-ры кипения (ИТК) в массовых или объемных процентах или в том и другом измерении, как функции АЭТ.

Испытания проводят при атмосферном давлении и в вакууме в аппарате, схема к-рого представлена на **рис. Ф-12.**

Аппаратура. В состав аппарата входят: перегонная колба, система нагрева, фракционирующая колонка, коллектор фракций, приемники продуктов.

Перегонная колба. Объем колбы должен быть минимум на 50% больше, чем объем загрузки (1,0–30 л), к-рый определяется характеристиками перегонной колонки. Боковой отвод используется в качестве кармана для термопары, к-рая устанавливается на 5 мм выше дна колбы. Сферическая колба с магнитной мешалкой может иметь слегка выровненный или вогнутый участок на дне, на к-ром мешалка вращается, не царапая стекло.

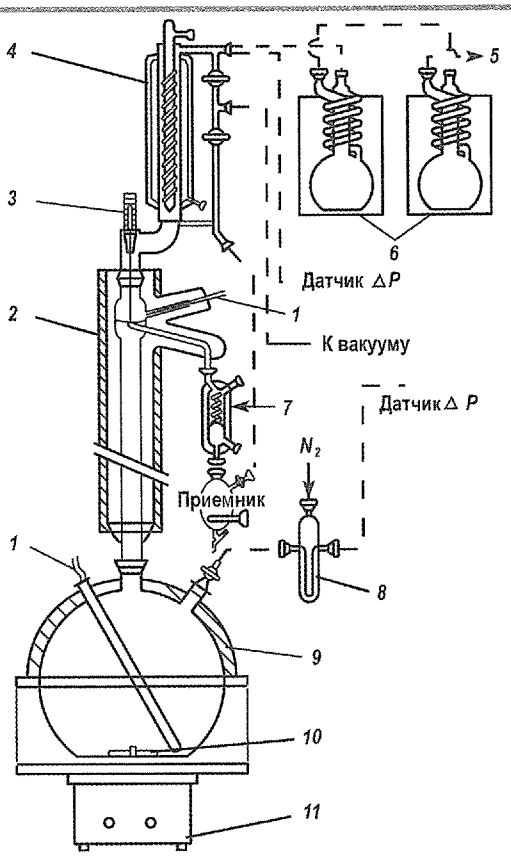


Рис. Ф-12. Аппарат для разгонки нефти и нефтепродуктов при атмосферием давлении и в вакууме:

1 – термопара; *2* – колонка с оболочкой; *3* – соленоид; *4* – конденсатор; *5* – выпускное отверстие; *6* – ловушки, охлаждаемые сухим льдом; *7* – холодильник продукта; *8* – барботер; *9* – перегонная колба с оболочками; *10* – магнитная мешалка; *11* – двигатель мешалки; *12* – система нагрева

Нагревание колбы должно поддерживать выкипание с постоянной скоростью при любом давлении. Это может быть осуществлено посредством электронагревательного кожуха, покрывающего нижнюю половину колбы. Одна треть тепла поступает от элемента, расположенного в центре дна, и остальные две трети – от остальной части полушария. Однако более предпочтительны пропорциональные регуляторы, поскольку поступление тепла может быть отрегулировано вручную посредством автотрансформатора в каждой электроцепи. Уменьшение нагрева автоматически регулируется прибором, чувствительным к падению давления в колонке (давление определяют дифференциальным манометром), в другом варианте – изменением скорости перегонки.

Минимальная мощность, необходимая для полного выкипания сырой нефти, равна ≈0,125 Вт/мл загрузки, но для быстрого нагревания необходима вдвое большая мощность. Теплонапряженность в колбонагревателях – 0,5–0,6 Вт/см². Это обусловливает применение кварцевой ткани с никелевым армированием для обеспечения необходимого срока службы. Могут быть использованы более чувствительные, но и более хрупкие погружаемые нагреватели. Они требуют специально сконструированной колбы, обеспечивающей погружение нагревательных элементов в конце испытания. При их использовании теплонапряженность должна быть равной ≈4 Вт/см². Верхнюю половину колбы накрывают кожухом во избежание ненужных потерь тепла с поверхности. Колба должна иметь электронагреватель мощностью ≈0,25 Вт/см².

Фракционирующая колонка может содержать либо плотно набитую насадку из частиц металла, либо реальные тарелки, внутренний диаметр к-рых от 20 до 70 мм. Эффективность должна составлять 14–18 теоретических тарелок при полном орошении.

Фракционирующая колонка должна включать собственно цельную стеклянную колонку и приспособление для отбора флегмы, полностью закрытый вакуумный кожух с высоким отражением, имеющий постоянный вакуум менее чем 0,1 МПа (примерно 10^{-6} мм рт.ст.). Колонка – адиабатическая и помещена в теплоизолирующую систему, подобную одеялу из стеклоткани, способную сохранять т-ру внешней стенки стеклянной вакуумной рубашки, равной т-ре внутренней части паровой ловушки в головке разделения. Вакуумная рубашка оснащена датчиком т-ры, припаянным к тонкой полоске меди или латуни площадью 6 см², к-рая крепится к внешней стенке стеклянного кожуха под приспособлением для отбора проб флегмы.

Регулируемое приспособление для отбора проб флегмы расположено над верхом насадки или над самой верхней тарелкой на расстоянии, примерно равном диаметру колонки. Оно обеспечивает разделение конденсата с точностью выше 90% между колонкой и линией отбора при коэффициенте выкипания 20–95% от максимального коэффициента выкипания.

Коллектор фракций обеспечивает сбор дистиллята без перерыва во время извлечения продукта из приемника при атмосферном или пониженном давлении, а также удаление продукта из вакуумной системы без нарушения работы колонки.

Приемники продуктов должны иметь вместимость, соответствующую количеству перегоняемой сырой нефти. Рекомендуемая вместимость 100–500 см³ или более, приемник должен быть градуирован с точностью до 1%.

В дополнение к аппаратуре, используемой при атмосферной перегонке, при пониженном давлении используют вакуумный насос, вакуумный манометр для калибровки, регулятор давления, датчики и регистрирующую аппаратуру.

Вакуумная система должна поддерживать равномерную работу при всех уровнях давления, снижать давление в приемнике от атмосферного до 0,25 кПа (188 мм рт.ст.) менее чем за 30 с, для предотвращения нарушения системы во время опорожнения приемников под вакуумом (для этой цели можно использовать также и отдельный насос).

Вакуумный манометр подключается к системе максимально близко к головке (верхней части) устройства для отбора флегмы. Он не должен располагаться рядом с вакуумным насосом. Все манометры должны быть тщательно защищены от конденсирующихся паров (особенно водяных) с помощью ловушки, охлаждаемой сухим льдом.

Регулятор давления должен поддерживать его постоянным при всех рабочих давлениях. Автоматическое регулирование может быть осуществлено с помощью устройства, к-рое спускает воздух в насосную линию по мере необходимости. Для этой цели подходит клапан соленоида, расположенный между источником вакуума и уравнительным резервуаром вместимостью не менее 10 л. Возможно также ручное управление спускным клапаном.

Температурные датчики. В качестве датчика т-ры пара используют платиновый термометр сопротивления в 100 Ом при 0°С или термопара тип J с припаянным шариком, упирающимся в дно кармана. Наконечник температурного датчика должен быть расположен над верхней частью насадки или над самой верхней стеклянной тарелкой и в непосредственной близости к приспособлению для отбора проб флегмы, но не должен контактировать с орошающей жидкостью. Устройство, измеряющее т-ру пара, должно характеризоваться погрешность 0,5°С или менее и точность 0,1°С или менее. Устройство, измеряющее т-ру жидкости должно иметь погрешность 1°С или менее и точность 0,5°С или менее.

Т-ру регистрируют вручную или автоматически.

Вакуумный манометр для калибровки. Неопрокидывающийся манометр МакЛеода или ртутный манометр являются первичными стандартами и могут использоваться без калибровки. Ртутный манометр имеет удовлетворительную точность только при снижении давления приблизительно до 1 кПа. Используются также тензиметр или сертифицированные электронные датчики, обеспечивающие калибровку датчика и соединенного с ним записывающего оборудования на уровне первичного стандартного давления. Датчики диаграммного типа также пригодны для этой цели.

Манометр для измерения давления ниже атмосферного должен иметь точность не менее указанной в **табл.Ф-23.**

Ф-23. Точность манометра

Давление перегонки		Точность	
кПа	мм рт.ст.	кПа	мм рт.ст.
100-13,3	760-100	0,13	±1,0
13,2-1,33	99-10	0,013	±0,1
1,32-0,266	9-2	0,006	±0,06

Не сертифицированные манометры должны быть откалиброваны по неопрокидывающемуся манометру МакЛеода или по вторичному эталонному стандарту, принятому за первичный стандарт. Калибровка электронных датчиков давления должна проверяться регулярно (не менее одного раза в месяц).

Скорость выкипания обычно контролируют, измеряя падение давления в колонке с помощью манометра или датчика давления, расположенного между перегонной колбой и конденсатором.

Очень слабый поток азота (8 см³/с), вводимый между манометром и перегонной колбой, предотвращает конденсацию в соединительной трубке. Другой вариант – скорость выкипания рассчитывается и косвенно контролируется по скорости отбора фракций.

Отбор проб. Исключительное значение для получения достоверных результатов испытания имеет отбор проб, к-рый проводят согласно руководству ASTM D 4057 или ASTM D 4177. Пробы должны быть отобраны в герметичные контейнеры, без признаков утечки. Пробы охлаждают до 0–5°С, помещая их в холодильник на несколько часов (желательно на ночь) перед открытием.

Если образец парафинистый или слишком вязкий, то т-ру поднимают на 5°С выше его т-ры потери текучести. Содержание воды в пробе определяют по ASTM D 4006 или любым другим подходящим методом. Если содержание превышает 0,3%, пробу обезвоживают дистилляцией.

Перемешивают образец любым приспособлением, соответствующим его размеру.

Проведение испытания. Перед началом испытания чистят и сушат перегонную колонку и все вспомогательные стеклянные комплектующие, проверяют герметичность аппа-

ратуры, определяют плотность пробы, рассчитывают необходимую массу для загрузки по требуемому объему, отвешивают нефть с точностью до 1%, присоединяют колбу к колонке, подсоединяют устройство для измерения перепада давления, устанавливают систему нагрева, мешалку и поддерживающее устройство.

Испытание начинают с дебутанизации. Включают циркуляцию хладагента при т-ре не выше –20°С в конденсаторе, холодильнике дистиллята и приемнике, если аппарат оборудован соответствующим образом. Записывают атмосферное давление в начале и периодически во время перегонки.

Колбу нагревают с такой скоростью, чтобы пары достигали верха колонки через 20–50 мин после начала нагрева. Регулируют подачу тепла так, чтобы получить падение давления менее 0,13 кПа (1,0 мм рт.ст.) в колонках с насадкой или менее 0,065 кПа (0,5 мм рт.ст.) в колонках с реальными тарелками. Согласно инструкции программируют автоматическое оборудование. Включают перемешивающее устройство, если оно используется.

Колонка должна работать в режиме полного орошения до тех пор, пока т-ра пара не достигнет равновесия, но не более чем 15 мин после того, как появится первая капля конденсата в приспособлении для отбора флегмы.

Записывают начальную т-ру пара. Останавливают циркуляцию хладагента и наблюдают за т-рой пара. Когда она достигнет 15°С, снова начинают циркуляцию хладагента. Если т-ра пара падает ниже 15°С, продолжают орошение колонки не менее 15 мин. Повторяют испытание. Если т-ра пара остается равной 15°С или поднимается, то атмосферную перегонку продолжают.

Ловушки, охлаждаемые сухим льдом и содержащие жидкие легкие углеводороды, снимают и взвешивают после тщательного вытирания их досуха. Отбирают пробу содержимого из первой ловушки, используя резервуар вместимостью 10–50 см³, вакуумированный до остаточного давления не ниже 26,6 кПа (200 мм рт.ст). Все контейнеры оставляют при т-ре сухого льда во избежание потерь летучих соединений. Первая, следующая за конденсатором, ловушка должна содержать весь образец. Если конденсат находится и во второй ловушке, то в качестве пробы берут содержимое обеих ловушек или перемешивают их содержимое перед отбором пробы.

По завершении дебутанизации проводят перегонку при атмосферном давлении. Т-ру поддерживают –20°С на линиях охлаждения дистиллята, приемника, а также в конденсаторе. Регулятором поддерживают т-ру рубашки колонки на 0–5°С ниже т-ры пара.

Регулируют подвод тепла, необходимого для поддержания скорости выкипания на уровне ≈75% от максимума.

Отбор фракции начинают при коэффициенте орошения 5:1 и длительности полного цикла не более 30 с и не менее 18 с. Дистиллят отбирают отдельными и последовательными фракциями определенного объема. Фракции, выкипающие до 65°С, собирают в приемники, охлажденные до 0°С или ниже. По достижении 65°С, подачу хладагента в конденсатор и соответствующие холодильники отключают и заменяют водой при т-ре окружающей среды.

В конце отбора каждой фракции при каждой т-ре отбора записывают время (часы и минуты), объем (см³), т-ру пара (°С±0,5°С), т-ру кипящей жидкости (°С±1°С), атмосферное давление и перепад давления в колонке [кПа (мм рт.ст.)].

Если наблюдаются признаки «захлебывания», уменьшают скорость нагрева, продолжая отбор до тех пор, пока не восстановятся стабильные условия. Если в этот период невозможно установить т-ру отбора, то перегонку надо прекратить, загрузку охладить и после рекомбинации некондиционных погонов дистилляция должна быть возобновлена с периодом не более 15 мин при полном орошении для восстановления рабочих условий перед продолжением. Нельзя делать отбор фракций в пределах 5°С от начала отбора. Отбор погонов продолжают до тех пор, пока не будет достигнута желаемая максимальная т-ра пара или пока не появится признак разложения продукта – туман, появляющийся в колбе и позднее в приспособлении для отбора флегмы. Т-ра пара не должна превышать 210°С, а т-ра кипящей жидкости – 310°С. После отключения вентиля флегмы и системы нагрева, содержимое оставляют для охлаждения до такой т-ры, чтобы перегонка могла быть начата при 13,3 кПа (100 мм рт. ст.) без «захлебывания».

Фракции взвешивают и определяют их плотности. Анализируют первую дистиллятную фракцию методом газовой хроматографии.

Если необходимы дальнейшие погоны при повышенных т-рах, то разгонка может быть продолжена при пониженном давлении до максимальной т-ры, при к-рой кипящая жидкость не разлагается. В большинстве случаев эта т-ра составляет около 310°С. Первоначально перегонку проводят при 13,3 кПа (100 мм рт.ст.). Исключением являются нефти, содержащие сернистые соединения, чувствительные к воздействию тепла. В любом случае погон нельзя брать в пределах 5°С от начала разгонки, поскольку колонка не будет находиться в равновесии.

Подсоединяют систему вакуумирования и контрольную систему к перегонному кубу.

Включают вакуумный насос и регулируют давление, постепенно доводя его до 13,3 кПа (100 мм рт.ст.) или устанавливают регулятор давления на этом показании. Т-ра жидкости в колбе должна быть ниже той, при к-рой она кипит при 13,3 кПа (100 мм рт.ст.). Если жидкость кипит до того, как достигнуто это давление, то давление повышают и охлаждают до тех пор, пока не будет достигнуто необходимое давление без кипения.

Начинают нагрев бойлера и восстанавливают орошение при любой умеренной скорости нагрева в приспособлении для отбора флегмы в течение приблизительно 15 мин для повторного нагрева колонки до рабочей т-ры. Моментально прекращают поступление тепла и повышают давление с помощью азота в течение 1 мин для понижения задержки отгона в перегонную колбу.

Возобновляют нагревание перегонной колбы, регулируя его скорость для поддержания постоянного перепада давления, эквивалентного скорости выкипания примерно равна 75% максимальной скорости для этого давления, и сразу же начинают отбор.

В стандарте приведены приблизительные значения перепада давления, необходимого для этой цели. Поддерживают т-ру изоляции колонки на 0–5°С ниже т-ры пара во время работы.

Отдельно отбирают отгоны соответствующего объема, как указано выше.

В конце отбора каждой дистиллятной фракции и при каждой т-ре отбора записывают время (часы и минуты), объем, измеряемый при т-ре окружающей среды (см³), т-ру пара (°С с точностью до 0,5°С с корректировкой, если таковая имеется), перепад давления в колонке [кПа (мм рт.ст.)], рабочее давление, измеренное в головной части колонки [кПа (мм рт.ст.)], абсолютное давление с поправкой (если таковая имеется), АЭТ. Продолжают отбор фракций до тех пор, пока не будет достигнута необходимая максимальная температура или пока не появятся признаки разложения. О явном разложении свидетельствует выделение газов, на что указывает повышение давления, а также появление тумана в колбе. Т-ра кипящей жидкости на должна превышать 310°С.

Отключают вентиль орошения и систему нагревания. Содержимое оставляют для охлаждения до такой т-ры, чтобы перегонка при более низком давлении могла начаться без кипения. Эта т-ра может быть рассчитана добавлением разности ΔT между т-рами жидкости и пара, измеренными в колонке во время перегонки, и ожидаемой начальной т-ре пара при более низком давлении, или путем вычитания ΔT из последней зарегистрированной т-ры жидкости.

Взвешивают все фракции и определяют их плотности при 15°С.

Приступают к перегонке при более низком давлении.

Если не была достигнута конечная т-ра отбора фракции, то перегонка может быть продолжена при более низком давлении. Достигается только один уровень давления между 13,3 кПа (100 мм рт.ст.) и 0,266 кПа (2 мм рт.ст.).

Когда максимальная т-ра отбора равна 400°С АЭТ, то рекомендуется минимальное давление.

Регулируют давление до необходимого уровня. Если жидкость кипит до того, как будет достигнуто минимальное давление, то его повышают и жидкость охлаждают до тех пор, пока не будет достигнуто минимальное давление без кипения.

Охлаждающая вода в конденсаторе и жидкостном холодильнике циркулирует либо при т-ре окружающей среды, либо при т-ре, которая гарантирует, что парафины не кристаллизуются в конденсаторе или на линиях отбора. В другом варианте холодильные змеевики оставляют заполненными водой, но продутыми или еще в качестве хладагента вместо воды циркулирует воздух.

Продолжают работу под вакуумом, при этом может быть использован коэффициент орошения 2:1, если это заранее согласовано. Корректируют наблюдаемые и скорректированные т-ры пара в АЭТ.

Периодически проверяют, чтобы конденсат непрерывно капал в конденсатор и чтобы дистиллят равномерно поступал в линию отбора. Если наблюдается кристаллизация, то подогревают хладагент в конденсаторе.

Когда будет достигнута конечная т-ра отбора или когда предельные т-ра кипящей жидкости и давление в колонке мешают дальнейшей перегонке, отключают клапан орошения и систему нагрева и оставляют остывать под вакуумом.

Когда т-ра остатка в колбе понижается до значения ниже 230°С, отключают вакуумный насос и продувают куб азотом или другим инертным газом, но не воздухом.

Фракции и остаток в колбе взвешивают и определяют их плотность при 15°С по ASTM D 4052 или другому соответствующему методу.

Рассчитывают массовую долю в % каждой дистиллятной фракции и остатка с точностью до 0,1% в загружаемой нефти по уравнению:

Массовая доля = $(m/M)100\%$,

где m – масса фракции или остатка, г; M – масса загружаемой обезвоженной сырой нефти, г.

Первая фракция, собранная в баллон, – газовая. Если массовая доля этой фракции меньше 0,1%, то ею пренебрегают.

Вторая фракция (или первая, если газ не собран) – это конденсат в ловушке, охлаждаемой сухим льдом. Ее объем может быть рассчитан по плотности при 15°С и результатам газохроматографического анализа основы, свободной от несконденсированного газа.

Задержку обрабатывают или как отдельный погон, или как добавленный к остаточной фракции в соответствии с соглашением. Количество задержки определяют по действительной рекуперации промывки растворителя.

Рассчитывают потери массы (%) с точностью до 0,1% по уравнению:

Потери при разгонке = 100–Σ[(*m*/*M*)100].

Потери массы, рассчитанная вышеприведенным методом, не должна превышать 0,4%, иначе результаты перегонки недостоверны. Потери менее 0,4% должны распределяться так: две трети – на ловушечную фракцию и одна треть – на первый отгон нафты. Если отсутствует ловушечная фракция, допустимые потери должны распределяться между всеми отгонами.

Рассчитывают объем *V* (мл) образца сырой нефти при 15°С по уравнению:

$V=M/D$,

где *D* – плотность образца при 15°С, г/мл; *M* – масса обезвоженного образца, г.

Рассчитывают объем ν (мл) каждой фракции и остатка при 15°С по уравнению:

$\nu=m/d$,

где *m* – масса фракции и остатка с поправкой на потери, г; *d* – плотность фракции или остатка при 15°С, г/см³.

Рассчитывают объемную долю каждой дистиллятной фракции с точностью до 0,1% по уравнению:

Объемная доля = (ν/*V*)100%.

Рассчитывают объемную долю (%) прироста или потери с точностью не менее 0,1% по уравнению:

Объемная доля = 100–Σ[(ν/*V*)100].

Обычно приведенное выражение отрицательно из-за объемного расширения. Нормализуют кажущее расширение или усадку между фракциями с т-рой кипения ниже 150°С пропорционально их выходам.

Прецизионность метода определена статистическим анализом результатов межлабораторных испытаний. Воспроизводимость может превышать значения, указанные ниже, только в одном случае из двадцати:

Разгонка:	% масс.	% об.
при атмосферном давлении	1,2	1,2
в вакууме	1,4	1,5

ASTM D 5236-99 «Метод перегонки смесей тяжелых углеводородов (перегонка в вакууме - метод Potstill)». Стандарт устанавливает процедуру разгонки смесей тяжелых углеводородов (в том числе остаточных фракций после разгонки нефти по стандарту ASTM D 2892) с т-рой начала кипения выше 150°С. Максимально достижимая т-ра конца кипения составляет 565°С.

Сущность метода состоит в разгонке определенного количества образца, помещаемого в перегонный куб при пониженном давлении 6,6–0,013 кПа (50–0,1 мм рт.ст.). Погоны (фракции) перегоняемого продукта отбирают при заранее выбранных т-рах. Массовая доля фракций (%), определяется, а кривые разгонки строятся в автоматическом режиме.

Аппаратура. Установка для разгонки состоит из колбы (перегонного куба) для загрузки сырья с нагревательными рубашками, колонки с каплеотбойником, холодильника, приемника отгоняемых фракций, вакуумной системы и блока управления.

Обычно куб (колбу) вместимостью до 10 л изготовляют из боросиликатного стекла, а большие кубы – из коррозионно-стойкой стали.

Автоматизированные установки моделей Dist D-5236 предназначены для фракционной вакуумной разгонки кубовых остатков перегонки сырой нефти в соответствии со стандартом ASTM D 5236, а также тяжелых углеводородов, к-рые не могут быть разогнаны в насадочной колонне по методам ASTM D 2892 и ASTM D 2160. Установки для дистилляции тяжелых углеводородов в соответствии со стандартом ASTM D 5236 Potstill предназначены для дистилляции тяжелых остатков нефти от 150 до 560°С (АЭТ). Ограничение верхнего предела обусловлено тем, что, как правило, при более высоких т-рах нефтепродукты начинают разлагаться. Для достижения более высоких температур необходим более глубокий вакуум, чем регламентированный ASTM D 5236. Поэтому более высокие т-ры (620–650°С АЭТ и 720°С АЭТ) достигаются на дистилляционных установках, укомплектованных специальным оборудованием (напр. установка «HV» для глубокой разгонки). Декларируемые иногда в рекламных целях возможности достижения 600°С АЭТ без дополнительного оборудования, как правило, не обоснованы.

Перегонный куб представляет собой круглодонную колбу, оборудованную эффективным электрическим нагревательным устройством, платиновым датчиком Pt100 для контроля т-ры пробы, проточным змеевиком для быстрого охлаждения содержимого колбы и магнитной мешалкой для обеспечения плавности испарения. Верхняя часть колбы имеет электрическую термоизолирующую рубашку.

Для реализации метода Potstill используется колонна с очень низким внутренним гидравлическим сопротивлением с двумя встроенными сепараторами. Конструкция колонны позволяет производить ректификацию в пленочном режиме. В отличие от ASTM D 2892 такая колонна обеспечивает 100%-ный отбор, т.е. весь дистиллят отводится из колонны в приемную емкость.

Колонна ASTM-типа с двумя встроенными сепараторами, конденсатором и холодильником отогнанного дистиллята (продукта), посеребренной термоизолирующей вакуумной рубашкой, оборудована электрическим подогревателем рубашечного типа со встроенным датчиком т-ры для обеспечения адиабатического режима работы.

В состав системы отбора фракций входит автоподатчик с вращающейся платформой и приводом от шагового двигателя, стеклянный герметизирующий цилиндр, система слежения за уровнем жидкости в приемных цилиндрах (оптические датчики) и набор приемных градуированных цилиндров для отбираемых фракций. Отбор фракций производится в соответствии с заранее заданными оператором т-рами кипения.

Вакуумная система состоит из мощного форвакуумного насоса, электронного датчика давления с рабочим диапазоном 0,01–10 мм рт.ст., охлаждаемых вакуумных ловушек и блока регулировки вакуума. Все оборудование монтируется на быстроразборной стойке, обеспеченной всеми необходимыми держателями и крепежом.

Установка в автоматическом режиме управляется компьютером и/или микропроцессорным блоком, к-рый контролирует работу всех нагревателей системы отбора фракций, регулирует вакуум в системе и обеспечивает безопасное отключение установки в случае возникновения внештатных ситуаций.

Данные в ходе процесса в реальном времени с начала разгонки выводятся на персональный компьютер, использующий для этих целей специализированное программное обеспечение, работающее в среде Windows. Результаты анализа могут быть сохранены в виде файлов и подвергнуты дальнейшей обработке, напр. для получения кривой зависимости т-ры кипения (АЭТ) от объема отогнанного дистиллята с учетом поправки на атмосферное давление. При работе на установке Dist D-5236 CC автоматически осуществляется каждая стадия фракционирования. Смена кассеты с приемными цилиндрами для отбора фракций по окончании каждой стадии производится оператором вручную.

Все установки имеют следующие устройства безопасности: поликарбонатный защитный экран, автоматическую систему пожаротушения, детекторы утечек сероводорода и углеводородов, источник бесперебойного питания. Они особенно необходимы в тех случаях, когда ведется работа в полностью автоматизированном режиме и предполагается, что значительная часть работы установки осуществляется в отсутствие оператора.

Для испытаний отбирают необходимое количество продукта (от 1 до 16 л), выбирают соответствующий куб для разгонки (вместимость куба от 2 до 24 л). Продуктом для разгонки по методу ASTM D 5236 может служить остаток нефти по ASTM D 2892.

Разгонку продукта в режиме отбора фракции проводят в автоматическом режиме. В процессе разгонки регистрируют ее время, объем соответствующего дистиллята (фракции), т-ру паров и жидкости в перегонном кубе (колбе), давление в колонке.

Отбор фракций проводят до достижения в кубе т-ры ≈290°С (т-ру измеряют в условиях вакуумирования). Эквивалентную т-ру при атмосферном давлении вычисляют по приложению стандарта. Отчет по разгонке и кривые разгонки продукта выполняются в автоматическом режиме.

Прецизионность метода установлена в процессе межлабораторных испытаний: повторяемость и воспроизводимость могут превысить указанные в **табл. Ф-24** значения лишь в одном случае из двадцати.

Ф-24. Прецизионность

	Повторяемость	Воспроизводимость
Температура отгона жидких фракций, °С:		
10% об.	6,1	16,9
20% об.	4,5	12,8
30% об.	6,1	13,5
40% об.	4,9	11,2
50% об.	5,7	14,2
60% об.	4,1	8,4
70% об.	4,8	11,4
80% об.	4,9	5,1
90% об.	4,4	4,4

ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ БЕНЗИНА – см. *Фракционный состав*. От Ф.с.б. зависят легкий и надежный пуск двигателя, длительность его прогрева, приемистость автомобиля и др. Условия определения Ф.с.б. регламентируются ГОСТ 2177, EN ISO 3405, ASTM D 86.

Т-ра начала кипения и выкипания 10% фракции (или объем фракций, выкип. до 70°С) характеризуют пусковые качества бензина и его склонность к образованию паровых пробок. Чем ниже значения этих показателей, тем легче пуск двигателя и выше вероятность образования паровых пробок и потерь от испарения.

Т-ра выкипания 50% фракции (или объем фракций, выкипающих до 100°С) характеризует полноту испарения бензина в двигателе, приемистость автомобиля и его ходовые качества. Если эта т-ра не оптимальна, то испарение происходит неполно, медленно, что приводит к увеличению продолжительности прогрева двигателя, неустойчивой работе на малых оборотах и плохой приемистости.

Т-ра выкипания 90, 98% фракции, т-ра конца кипения (или объем фракций, выкипающих до 180°С) характеризует содержание тяжелых фракций, влияющих на полноту испарения бензина, разжижение масляной пленки в цилиндре двигателя, количество выбросов несгоревших углеводородов в атмосферу. Если тяжелых фракций много и т-ра их кипения высока, то повышается расход топлива, возрастает износ двигателя, увеличивается выброс вредных веществ.

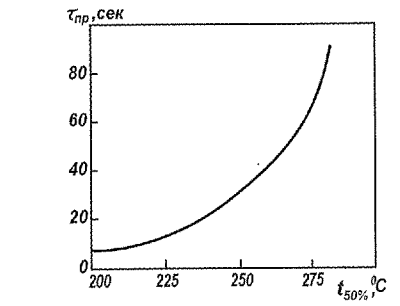
ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА – см. *Фракционный состав*. Ф.с.д.т. – один из основных показателей, определяющих характер его горения в двигателе. Кривая разгонки дизельного топлива условно делится на три части: содержание легких фракций, влияющих на пусковые свойства; 50%-ная точка перегонки (средняя т-ра кипения), связанная с показателями вязкости и плотности; содержание тяжелых фракций, влияющих на дымность отработавших газов и характеризуемых т-рой выкип. 90 и 96% фракции.

Т-ра начала кипения отечественных дизельных топлив обычно находится в пределах 160–200°С, $t_{50\%}$ (средняя т-ра кипения) – летних 260–280°С, зимних 240–260°С, а т-ра конца перегонки ($t_{96\%}$) – 330–360°С.

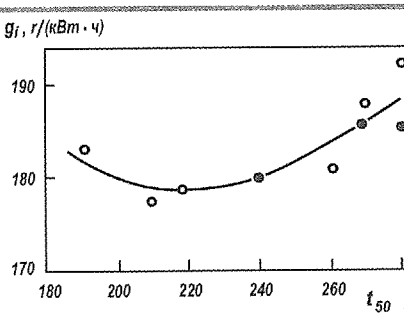
Для дизельных топлив нормируют т-ры выкипания 50 и 96% фракции ($t_{50\%}$ и $t_{96\%}$ соответственно) и объем топлива, выкипающего до 360°С. Показатель $t_{50\%}$ так же как и т-ра начала кипения характеризует пусковые качества топлива. Чем эта т-ра ниже, тем более облегчен Ф.с.д.т., тем быстрее и полнее топливо испаряется в камере сгорания. Время запуска двигателя на топливе со средней т-рой кипения 225°С ≈ в 9 раз меньше, чем со средней т-рой кипения 285°С (**рис. Ф-13**). Однако после прогрева двигателя до рабочей т-ры топливо с облегченным фракционным составом вызывает жесткую работу двигателя.

Средняя т-ра кипения дизельного топлива косвенно характеризует расход топлива (**рис. Ф-14**).

Показатель $t_{96\%}$ характеризует наличие тяжелых фракций, повышенное содержание к-рых способствует ухудшению смесеобразования, неполному сгоранию топлива, затруднению пуска двигателя, образованию нагара (особенно на распылителях форсунок), увеличению дымности отработавших газов и расхода топлива.



Ф-13. Зависимость времени запуска двигателя (τ) от температуры выкипания 50% топлива ($t_{50\%}$)



Ф-14. Зависимость удельного расхода топлива от средней температуры кипения

Влияние Ф.с.д.т. на работу двигателей различных типов неодинаково. Двигатели с предкамерным и вихрекамерным смесеобразованием вследствие высокой т-ры стенок предкамеры и более благоприятных условий для сгорания топлива менее чувствительны к его фракционному составу, чем двигатели с непосредственным впрыском. Двигатель с турбонаддувом, создающим повышенный термический режим камеры сгорания, обеспечивает возможность нормального сгорания топлив утяжеленного состава.

В ГОСТ Р 52368–05, ТУ 38.401-58-296–05, как и в европейском стандарте EN 590, для летних дизельных топлив нормируется объем топлива, выкипающего до 250 и 350°С, а также т-ра выкипания 95% топлива, для зимнего и арктического – до 180 и 340°С. Ф.с.д.т. определяется по ГОСТ 2177: метод А (зарубежный аналог – EN ISO 3405 и ASTM D 86).

ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ НЕФТИ – характеризует содержание различных фракций (дистиллятов), выкипающих в определенных температурных пределах. По Ф.с.н. судят о том, какие нефтепродукты

и в каких количествах можно выделить из нефти. Нефть перегоняют в стандартном приборе при определенных условиях. В системе координат «Т-ра, °С – Отгон, %» строят график выкипания отдельных углеводородов и их смесей. Перегонку нефти осуществляют с постепенным либо с однократным испарением. Большей четкостью разделения характеризуется перегонка с ректификацией.

ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ ПАРАФИНОВ – определяют по ГОСТ 10120. 100 см³ образца перегоняют из спец. колбы с изогнутым горлом (колба Богданова) под давлением (вакуумом) 13–70 Па. Т-ру в колбе и давление фиксируют в момент падения второй капли, считая этот момент за начало кипения твердого парафина. Т-ры выкипания фракций под давлением вакуума пересчитывают на т-ры их кипения при атмосферном давлении по таблице, приведенной в стандарте. Момент, когда, несмотря на усиление обогрева колбы, т-ра паров начинает падать, считают концом кипения твердого парафина.

В США действует стандарт на перегонку тяжелых нефтепродуктов под вакуумом ASTM D 1160–03, в к-ром применяют специальную аппаратуру для проведения анализа.

ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ УГЛЯ. Для классификации зерен угля по крупности используется ситовой анализ, проводимый на механических грохотах с набором сит, совершающих колебательные движения в течение определенного времени. Применяются сита со стандартизированными размерами ячеек просеивающих полотен. Распределение зерен по крупности выражается в массовых процентах. Определяется по ГОСТ 16187.

ФРАКЦИЯ ВЫСОКОПЛАВКИХ СИНТЕТИЧЕСКИХ ЦЕРЕЗИНОВ с т-рой плавления 95–100°С – применяют для защиты атмосферы от вредных выделений. Ф.в.с.ц. помещают слоем 100–200 мм в ванну для электролиза марганцевой руды при получении электролитического марганца. Ф.в.с.ц. в электролизе образует расплавленный слой, к-рый предотвращает выделение вредных газов и паров в производственные помещения. Получают Ф.в.с.ц. путем вакуумной перегонки синтетических церезинов.

ФРЕТТИНГ-КОРРОЗИЯ – *коррозионно-механическое изнашивание* соприкасающихся тел при их колебательном (с малой амплитудой) перемещении относительно друг друга в условиях воздействия *коррозионной среды* (ISO 4378/2-1983, ГОСТ 5272). Типичному разрушению от фреттинг-коррозии подвергаются, напр. шаровые опоры и крестовины карданных передач автомобилей, что обусловливает их низкий срок службы. Наличие фреттинг-повреждений дорожек и тел качения способствует существенному увеличению виброактивности подшипника и уровня его динамических нагрузок, и может явиться причиной снижения таких эксплуатационных параметров, как контактная выносливость и статическая грузоподъемность.

Ф-к. часто наблюдается в местах контакта плотно сжатых или катящихся одна по другой деталей, если в результате вибраций между их поверхностями возникают микроскопические смещения сдвига.

ФТОРИСТОВОДОРОДНОЕ АЛКИЛИРОВАНИЕ ИЗОБУТАНА ОЛЕФИНАМИ довольно широко распространено на зарубежных заводах для производства высокооктанового компонента автобензинов. По совокупности каталитических свойств Ф.а.и.о. более предпочтительно по сравнению с сернокислотным:

- значительно меньший выход побочных продуктов, т.е. более высокая селективность;
- более высокие выход и качество алкилата;
- возможность проведения процесса при более высоких т-рах (25–40°С вместо 7–10°С при сернокислотном) с обычным водяным охлаждением;
- возможность применения простых реакторных устройств без движущихся и трущихся частей, обусловленная повышенной взаимной растворимостью изобутана и HF;
- небольшая металлоемкость реактора (в 10–15 раз меньше, чем у сернокислотного контактора и 25–35 раз меньше, чем у каскадного реактора);
- легкая регенерируемость катализатора, что является одной из причин меньшего его расхода (0,7 кг вместо 100–160 кг H_2SO_4 на 1 т алкилата), его значительно более низкая плотность (около 1,0 против 1,84 для H_2SO_4), что облегчает образование эмульсии с углеводородной фазой в реакторе; однако большая летучесть и высокая токсичность HF ограничивают его более широкое применение в процессах алкилирования.

Обычно Ф.а.и.о. подвергают сырье, содержащее олефины C_3-C_5 и изобутан с установок каталитического крекинга. Сырье предварительно очищают от серы и воды. Если перерабатываются рафинаты с установок синтеза МТБЭ и МТАЭ, его очищают также от примесей оксигенатов. Рекомендуется содержащиеся в бутеновом сырье диеновые и ацетиленовые углеводороды селективно гидрировать для уменьшения нагрузки на регенерацию кислоты, а бутен-1 изомеризовать в бутены-2 для снижения расхода кислоты и увеличения ОЧ алкилата.

Катализатор – безводный фтористый водород. Концентрация его снижается за счет накопления в катализаторном слое тяжелых полимерных продуктов и воды. Активность катализатора

оптимальна, если в нем содержится не более 1,5% воды и не более 12% разбавителей. Концентрация кислоты не ниже 87% поддерживается путем отбора части катализатора на регенерацию.

Производительность установок Ф.а.и.о. по алкилату 50–540 тыс.т./год.

Технология Ф.а.и.о. компании «КонокоФиллипс» (ConocoPhillips) – одна из популярных в США и мире (**рис. Ф-15**). Осушенная жидкая смесь олефинов с изобутаном после смешивания с дополнительным циркулирующим изобутаном поступает в реактор *1*, где интенсивно перемешивается с фтористоводородным катализатором. Углеводородная часть полученных продуктов поступает во фракционирующую колонну *2*, в крой разделяется на пропан, циркулирующий изобутан, *н*-бутан и алкилат. Кислотная фаза (HF), образующаяся в нижней части реактора, возвращается в реактор. Незначительные количества растворенного фтористого водорода выделяются из товарного пропана в небольшой отпарной колонне *3*. Все товарные продукты подвергаются щелочной очистке.

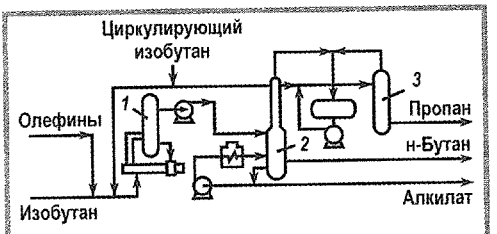


Рис. Ф-15. Схема установки фтористоводородного алкилирования изобутана олефинами компании «КонокоФиллипс»:

1 – реактор; *2* – фракционирующая колонна; *3* – отпарная колонна

На современных установках компании «КонокоФиллипс» усовершенствованы реакционные секции (кислота подается в реактор самотеком – в системе отсутствуют механические смесители, углеводороды подаются в трубчатый лифт-реактор, имеется наземный кислотный отстойник, для циркуляции катализатора используется сочетание инжекторов и дифференциальных приводов гравитационного типа) и внедрены технология раздельной подачи олефинов – SOFT и технология, позволяющая снизить летучесть HF – ReVAP (Reduce Volatility Alkylation Process – процесс алкилирования с уменьшенной летучестью). Это позволило снизить эксплуатационные (установки работают при более низком соотношении изобутан/олефин) и капитальные затраты по сравнению с прежними конструктивными решениями, сократить расходы энергии и катализатора.

Готовый алкилат характеризуется более высоким октановым числом, более низкими давлением паров и т-рой КК, чем при сернокислотном алкилировании (**табл. Ф-25**).

Ф-25. Характеристика сырья, выход и качество алкилата при переработке бутан-бутиленовой (ББФ) и пропан-пропиленовой (ППФ) фракций

Показатели	ББФ	ППФ+ББФ
Состав сырья, % об.		
Пропилен	0,8	24,6
Пропан	1,5	12,5
Бутены	47,0	30,3
Изобутан	33,8	21,8
н-Бутан	14,7	9,5
Изопентан	2,2	1,3
Готовый алкилат		
Плотность при 15°С, кг/м³	702	698
ДНП, кПа	41-48	41-48
Фракционный состав, °С:		
10% об.	85	77
90% об.	113	123
ОЧи	96	93,5
Показатели на 1 м³ превращенных олефинов		
Расход изобутана, м³	1,139	1,175
Выработка алкилата, м³	1,780	1,775

Технология Ф.а.и.о. компании ЮОП (UOP, США). Процесс (**рис. Ф-16**) проводится при низкой т-ре в присутствии фтористоводородной кислоты. Конструкция реакторной системы обеспечивает эффективное перемешивание и контакт углеводородного сырья с кислотным катализатором. Путем эффективного теплообмена сокращен расход воды. Количество кислоты в реакторной системе сведено к минимуму благодаря сочетанию высокой скорости теплообмена и уменьшенной циркуляции кислоты.

Олефиновое сырье, смешанное с рециркулирующим изобутаном, подается в реактор *1* для контакта с фтористоводородной кислотой. Пос-

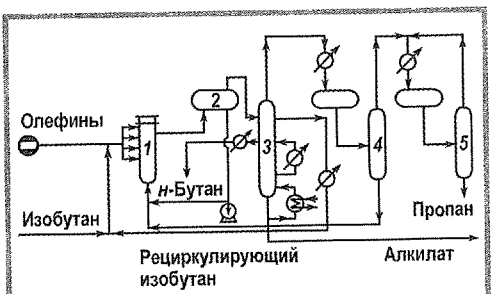


Рис. Ф-16. Схема устаиовки фтористоводородного алкилирования изобутана олефинами компании UOP:

1 – реактор; *2* – отстойник; *3* – колонна-регенератор; *4* – депропанизатор; *5* – пропановая колонна

ле реактора алкилат-кислотная смесь отстаивается в отстойнике *2*, затем фтористоводородная кислота рециркулируется снова в реактор. Используют реакторы трубчатого типа, так как реакция протекает при 20–40°С Алкилат после отстаивания от основного объема фтористоводородной кислоты поступает в колонну-регенератор *3*, где циркулирующий изобутан отделяется в виде бокового погона. Колонна-регенератор *3* обогревается внизу благодаря циркуляции остатка через печь. При нагреве остатка до 200–205°С разрушаются также органические фториды, образующиеся в качестве побочных продуктов реакции. При этом от алкилата отделяются изобутан, пропан и катализатор. С нижней части колонны выходит товарный алкилат, с верхней – в газовой фазе пропан, фтористый водород и некоторое количество изобутана. После концентрации в депропанизаторе *4* часть этой смеси возвращается в нижнюю часть реактора, а остальное направляется в пропановую колонну *5*, с верхней части к-рой уходит отпаренный сероводород, а с нижней – пропан со следами изобутана. Предусмотрена регенерация кислоты, позволяющая снизить расход катализатора на 1 т алкилата до низкого уровня. Регенерацию кислоты проводят в регенераторе или с помощью запатентованного способа «внутренней» регенерации. Этот способ позволяет отказаться от регенератора кислоты и тем самым снизить энергозатраты, сократить расход кислоты и устранить проблему утилизации полимера.

ФТОРСОДЕРЖАЩИЕ ЖИДКОСТИ – органические соединения, у к-рых все или часть атомов водорода замещены на атомы фтора.

В качестве синтетических базовых масел применяются только те Ф.ж., у к-рых все атомы водорода замещены на атомы фтора; такие соединения называются перфторированными. Среди перфторированных соединений в качестве синтетических базовых масел применяются *перфторуглероды* и *перфторполиэфиры*.

ФТОРУГЛЕРОДЫ – углеводороды, в к-рых все атомы Н замещены на атомы F. В названиях фторуглеродов часто используют приставку "перфтор" или символ "F", напр. $(CF_3)_3CF$ – перфторизобутан, или F–изобутан. Низшие фторуглероды – бесцветные газы (до C_5) или жидкости, нерастворимые в воде, растворимые в углеводородах, плохо – в полярных органических растворителях. Фторуглероды отличаются от соответствующих углеводородов большей плотностью и, как правило, более низкой т-рой кипения. Высшие и особенно полициклические фторуглероды обладают аномально высокой способностью растворять газы, напр. O_2, CO_2.

Фторуглероды – диэлектрики, теплоносители, гидравлические жидкости, смазочные масла, низкотемпературные хладагенты, мономеры в производстве фторполимеров, эффективные газопереносящие среды. Многие фторуглероды трудногорючи, невзрывоопасны, малотоксичны.

ФУНКЦИИ МОТОРНЫХ МАСЕЛ В ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ. Функции масел в *поршневых ДВС* различного назначения могут несколько различаться. Но основные, перечисленные ниже, должны выполняться во всех случаях:

- уменьшение *трения* между смазываемыми деталями и их износа;
- заполнение зазоров в лабиринте *поршневых колец* и обеспечение минимального *прорыва газов в картер*;
- отвод теплоты от деталей, нагревающихся от сгорания топлива и трения;
- защита деталей от коррозии в процессе работы двигателя и при стоянке;
- при *холодном пуске* и в процессе работы двигателей с *циркуляционной смазочной системой* быстро создавать необходимое давление в *главной магистрали* и стабильно поддерживать его при всех скоростных и нагрузочных режимах;
- передавать механические нагрузки в узлах с различными *режимами смазки*, а также в гидравлических толкателях, форсунках с гидравлическим приводом;
- смывать и поддерживать во взвешенном состоянии *отложения* всех видов;
- отделять загрязнения при прохождении через *маслоочистительные устройства*;
- обеспечивать чистоту смазываемых и омываемых деталей и полную подвижность *поршневых колец* в канавках поршня.

Перечисленные функции моторное масло должно выполнять в течение заданной наработки двигателя.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ БЕНЗИНОВ – способность бензинов различных марок сохранять эксплуатационные свойства при смешении.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ НЕФТЕПРОДУКТОВ – способность двух и более нефтепродуктов сохранять эксплуатационные свойства при смешении (ГОСТ 26098).

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ДОБАВКИ К СМАЗКАМ. Для улучшения качества смазок в них вводят добавки – присадки и наполнители.

Присадки представляют собой поверхностно-активные вещества. Это предопределяет их активность как в объеме смазки, так и на границах раздела «дисперсная фаза–дисперсионная среда», «смазка–металл». В основном, применяют те же присадки, что и для легирования масел: противоизносные, противозадирные, антифрикцион-

ные, защитные, вязкостные и адгезионные. Используют также ингибиторы окисления, коррозии и др. Многие присадки являются полифункциональными. Действие присадок в смазках по сравнению с маслами осложняется побочным влиянием их на коллоидную структуру и физико-химические свойства.

Наполнители – высокодисперсные, нерастворимые в маслах вещества, не образующие в смазках коллоидной структуры, но улучшающие их эксплуатационные свойства. Наиболее часто применяют наполнители с низким коэффициентом трения: графит, дисульфид молибдена, тальк, слюду, нитрит бора, сульфиды некоторых металлов, асбест, полимеры, оксиды и комплексные соединения металлов, металлические порошки и пудры. В качестве наполнителей широко используют оксиды цинка, титана и меди, порошки меди, свинца, алюминия, олова, бронзы и латуни, к-рые обычно замешивают в готовую смазку в количествах от 1 до 30%. Такие наполнители применяют преимущественно в резьбовых, уплотнительных, а также антифрикционных смазках, используемых в тяжело нагруженных узлах трения скольжения (различного вида шарниры, нек-рые зубчатые и цепные передачи, винтовые пары и др.). Использование металлоплакирующих смазок в подшипниках качения, особенно в быстроходных, и подшипниках высокой точности исполнения в большинстве случаев приводит к отрицательному результату.

Эксплуатационные характеристики углеводородных смазок можно улучшить такими добавками, как природные воски и их компоненты. Напр. адгезионные, защитные и низкотемпературные свойства углеводородных смазок обычно улучшают введением в их состав буроугольного и торфяного восков, спермацета. Эффективность действия природных восков определяется их химическим составом, молекулярной массой и концентрацией в смазках.

Эффективность добавок зависит от состава и свойств загустителя и дисперсионной среды смазки. Добавки не только улучшают, но и придают смазкам принципиально новые свойства. Введение наполнителей в смазки преследует различные цели: улучшение смазочной и защитной способности, герметизирующих и реологических свойств и др. В некоторых случаях наполнители вводят с целью экономии дорогостоящей или дефицитной смазки при условии отсутствия критического изменения качества продукции

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА СОТС – см. *Свойства СОТС и методы их оценки.*

ХЕМОСОРБЦИЯ – процесс сорбции, при котором частицы поглощаемого вещества и поглотителя вступают в химическое взаимодействие (см. также *Адсорбция*).

ХИМИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ СОТС определяется особенностями межмолекулярных взаимодействий в самом продукте и в зоне механической обработки металлов.

При резании металлов на контактирующих поверхностях режущего инструмента, стружки и детали возникают большие нагрузки и высокие т-ры. После срезания инструментом стружки на металлической поверхности образуется *ювенильная поверхность*, обладающая необычными свойствами. Идеально чистая ювенильная поверхность проявляет высокую реакционную способность. В результате создаются условия для протекания химических реакций, где наряду с адсорбционной способностью СОТС большое значение приобретает Х.а. СОТС.

С Х.а. СОТС связана их способность создавать на поверхностях трения граничные смазывающие пленки, которые в ходе процесса разрушаются (снимаются) и сразу же образуются вновь, чем в значительной мере замедляется процесс изнашивания инструмента.

Решающим фактором для вступления в химическую реакцию с металлом антифрикционных, противозадирных присадок является т-ра. При определенных т-рах присадки реагируют с активными металлическими поверхностями и образуют на них смазывающие пленки физически адсорбированных ПАВ, мыл, металлов, хлоридов, фосфоридов или сульфидов.

Таким образом, Х.а. СОТС можно регулировать соответствующими присадками, учитывая их способность вступать в реакцию с металлом при определенных температурах.

Хлорсодержащие присадки реагируют с металлической поверхностью при т-ре около 180°С (**табл. Х-1**). Фосфорсодержащие присадки, которые могут содержать и др. активные элементы (напр., серу, цинк), образуют на поверхности металлов фосфиды при т-ре 200–650°С. Органические соединения серы вступают в реакцию с металлом при более высоких т-рах (600–800°С), поэтому их добавляют в СОТС, работающих при тяжелых режимах резания.

Х-1. Приблизительные минимальные и максимальные температуры реакции некоторых присадок к СОТС с металлом

Присадки	Т, °С	Продукты реакции
Растительные и животные жиры (тритриглицериды)	220-260	Хемосорбцированные пленки
Жирные кислоты	180-215	Хемосорбцированные пленки металлических мыл
Хлорсодержащие	140-530	Хлориды
Фосфорсодержащие	200-650	Фосфиды
Серусодержащие, включая элементную серу	200-1000	Сульфиды

За начало термического разложения присадки принято считать ее минимальную т-ру реакции с металлом. Пленки хлоридов не разрушаются при т-ре до 500, фосфидов – до 700 и сульфидов – до 1000°С. Коэффициенты трения пленок сульфидных соединений несколько выше коэффициентов трения пленок галогенсодержащих соединений. Самые высокие коэффициенты трения имеют фосфиды. Пленки фосфидов характеризуются также высоким сопротивлением к сдвигу и поэтому снижают износ. Скорость разложения присадок в зоне трения, т.е. скорость химических превращений СОТС в конечные продукты, определяется Х.а. СОТС.

Несмотря на то, что масляные СОТС используются при обработке резанием различных материалов, их способность вступать в химическое взаимодействие с металлом условно характеризуется коррозионной активностью, проявляемой при взаимодействии с медью. Активные СОТС оказывают коррозионное воздействие на медь, неактивные – не оказывают.

Для определения активности СОТС качественным методом (ГОСТ 2917 и IP154/ASTM D 130) медную полированную пластинку погружают в испытуемый образец жидкости и выдерживают в нем в течение 3 ч при 100°С. Затем пластинку вынимают, промывают растворителем и сравнивают с эталоном коррозии. Классификация эталонов коррозии приведена в **табл. Х-2.** Активность СОТС оценивают визуально в баллах: 1а–2с балла – неактивные; 3а–4с балла – активные.

Активность СОТС зависит от состава и концентрации входящих в них присадок. Напр., введение в состав СОТС хлорированного парафина, дибензилдисульфида, осерненных жиров с низким содержанием серы не оказывает коррозионного воздействия на медь. Элементная сера, осерненные жиры с высоким содержанием серы и полисульфиды придают СОТС высокую химическую активность по отношению к меди.

Х.а. СОТС определяют количественно по методу ASTM D I662-66T. Х.а. СОТС выражается в процентном содержании серы, способной вступать в химическое взаимодействие с медным порошком при 150°С в течение 1 ч.

Активность масляных СОТС можно определять по методу "горячей проволоки", по которому за меру химической активности принята толщина слоя медной проволоки, вступившего в реакцию

Х-2. Классификация эталонов коррозии по ГОСТ 2917

Группа	Степень воздействия испытуемого продукта на пластинку	Баллы	Цвет пластинки
Свежеотполированная пластинка	-	-	-
1	Слабая побежалость	1а	Светло-оранжевый, близкий к цвету свежеотполированной пластинки
		1в	Тёмно-оранжевый
2	Умеренная побежалость	2а	Бордово-красный
		2в	Бледно-лиловый
		2с	Многоцветный с пятнами лилово-синего и (или) серебряного цвета на красном
		2д	Серебристый
		2е	Латунный или золотистый
3	Сильная побежалость	3а	Сиреневато-красные (фуксиновые) пятна на латунном
		3в	Многоцветный с красным или зеленым оттенком (переливчатый), но не серый
4	Коррозия	4а	Прозрачно-черный, темно-серый или коричневый с едва заметным переливчато-зеленым
		4в	Графитовый или тускло-черный
		4с	Блестяще черный или черный, как смоль

с активными компонентами жидкости в течение 2–4 мин (определяется по изменению сопротивления проволоки до и после испытания). Для сравнения одновременно определяли активность модельных образцов масляных растворов присадок по методу ASTM D 1662–66T и рассчитывали энергию активации, которая характеризует зависимость активности от температуры исследованных образцов.

В результате было установлено наличие корреляции в оценке активности масляных СОТС, полученных методами ASTM и "горячей проволоки".

Так как СОТС в зоне резания могут подвергаться термической деструкции с образованием новых химически активных продуктов, скорость разложения СОТС может характеризовать их химическую активность.

Прогнозирование Х.а. СОТС возможно по термической стабильности, входящих в их состав присадок и энергии связи между активным элементом присадки и ее органическим радикалом. Вместе с тем в ряде случаев отсутствует прямая связь между термической стабильностью присадок и эффективностью их противоизносного действия.

ХИМИЧЕСКАЯ КОРРОЗИЯ – взаимодействие металла с *коррозионной средой*, при котором окисление металла и восстановление окислительной компоненты коррозионной среды протекают в одном акте (ГОСТ 5272).

Х.к. характеризуется непосредственным взаимодействием реагирующих частиц (атомов) металла и среды без возникновения электрического тока. При Х.к. коррозионной средой служат неэлектролиты и сухие газы (среды, не проводящие электрический ток). Х.к. – обычная гетерогенная химическая реакция, которая подчиняется законам химической кинетики.

Примерами Х.к. являются *газовая коррозия* выпускного тракта двигателей *отработавшими газами*; коррозия топливной системы (цилиндров, поршней, клапанов) двигателей, вызываемая сернистыми соединениями, содержащимися в топливах; коррозия деталей котельных установок и газовых турбин при сжигании топлив, содержащих ванадий (ванадиевая коррозия) и серу.

Для уменьшения *коррозионной агрессивности горюче-смазочных материалов* и предотвращения или замедления Х.к. используют *антикоррозионные присадки*, которые добавляют в топлива и смазочные масла.

ХИМИЧЕСКАЯ КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ РЕАКТИВНЫМ ТОПЛИВОМ – см. *Совместимость реактивного топлива с конструкционными материалами*.

ХИМИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА – способность топлива противостоять окислительным процессам в условиях транспортирования и хранения при обычных т-рах окружающего воздуха. Наибольшей склонностью к окислению характеризуются непредельные углеводороды, а также сернистые, азотистые и кислородные соединения, к-рые инициируют радикально-цепные реакции углеводородов. Количество нестабильных соединений строго регламентируется показателями *йодное число* и *кислотность топлива*. *Окислительная стабильность дизельного топлива* является частным случаем Х.с.д.т. и характеризует способность дизельного топлива сохранять первоначальные свойства в условиях ускоренного окисления.

Показатель «*Окислительная стабильность дизельного топлива*» входит в нормативные документы ГОСТ Р 52368–2005 и ТУ 38.401-58-296–2005 (EN 590). Способность топлива противостоять окислительным процессам при т-ре 150–200°С называется **термоокислительной стабильностью.** Ме-

тод «Определение термоокислительной стабильности дизельных топлив на установке ЦИТО-М: скорость забивки фильтра» введен в КМКО топлив для быстроходных дизелей.

ХИМИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК – см. *Стабильность против окисления пластичной смазки*.

ХИМИЧЕСКАЯ СТОЙКОСТЬ НЕФТЯНЫХ БИТУМОВ – см. *Растворимость и химическая стойкость нефтяных битумов*.

ХИМИЧЕСКАЯ ТИПИЗАЦИЯ НЕФТЕЙ. Предложена А.А.Петровым.

Тип $А^1$ – метановые или парафиновые нефти. Содержание нормальных алканов 15–60% в характерной фракции 200–430°С, наиболее точно отражающей средний состав нефти. Пример – нефть месторождений Сургут, Самотлор, полуострова Мангышлак и др.

Тип $А^2$ – парафино-нафтеновые нефти. Содержание алканов в характерной фракции 25–30%, циклоалканов – 60%. Пример – нефти Южного Каспия (Сураханы, Нефтяные Камни), Прикаспия (Каламкас, Кара-Тюбе) и др.

Тип $Б^1$ – нафтеновые или нафтено-ароматические нефти. Содержание разветвленных алканов незначительно – от 4 до 10%; нормальные и изопреноидные алканы практически отсутствуют. Пример – нефти Западной Сибири: Грязевая Сопка, Балаханы, Русская и др.

Тип $Б^2$ – нафтеновые нефти. Содержание циклоалканов в характерной фракции до 60–75%, алканов – 5–30%. Пример – грузинские нефти (Норио, Мирзаани), нефти Северного Кавказа (анастасиевско-троицкая, старо-грозненская) и др.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ НЕФТИ. В нефтях идентифицировано до 1000 индивидуальных углеводородов состава C_1–C_{40}. Нефть в пласте содержит газ, количество к-рого колеблется от долей единицы до нескольких сотен $м^3$/т.

Алканы (парафины – насыщенные углеводороды). В нефти содержатся алканы нормального строения от метана до гексатриаконтана ($C_{36}H_{74}$). Метан, этан, пропан, бутан (нормальный и изостроения) находятся в нефти в растворенном состоянии и являются основной составляющей природного и попутного нефтяных газов. Парафиновые углеводороды от пентана до гексадекана при нормальных условиях находятся в жидком состоянии; парафиновые углеводороды C_{17} и выше – твердые вещества, т-ра плавления к-рых с увеличением молекулярной массы повышается. В нефти присутствуют и изомеры алканов в основном с одним разветвлением. С ростом т-ры выкипания фракций наблюдается тенденция к снижению содержания нормальных алканов.

Алкены (олефины – непредельные углеводороды). В нефтях крайне редко и в незначительных количествах встречаются олефины. В основном они образуются в процессах деструктивной переработки нефти.

Циклоалканы (нафтеновые углеводороды). Содержание в нефтях колеблется от 25 до 75% масс. Присутствуют во всех нефтяных фракциях; содержание их увеличивается по мере утяжеления фракций. В низкокипящих (бензиновых) фракциях содержатся преимущественно алкилпроизводные циклопентана и циклогексана (от 10 до 86% масс.); в высокипящих фракциях – полицикланы и моноцикланы с алкильными заместителями изопреноидного строения. Из полициклических (число циклов не более 6) нафтенов идентифицировано 25 индивидуальных бициклических, пять трициклических и четыре тетра- и пентациклических нафтена.

Арены (ароматические углеводороды). Содержание в нефтях колеблется от 15 до 50%. Количество их увеличивается по мере утяжеления фракций. Преобладают соединения, содержащие не более трех бензольных циклов в молекуле. Концентрация аренов в дистиллятах, выкипающих до 500°С, снижается в следующем порядке: бензолы >> нафталины >> фенантрены >> хризены >> пирены >> антрацены. Арены высших фракций нефти характеризуются не большим числом ароматических колец, а наличием алкильных цепей и насыщенных циклов в молекуле. Углеводороды с малым числом бензольных колец доминируют среди аренов даже в самых тяжелых нефтяных фракциях. Моноарены нефтей представлены алкилбензолами и нафтено-ароматическими углеводородами, содержащими до 8 насыщенных циклов в молекулах.

В нефтях присутствуют три-, тетра- и пентанафтенобензолы. Главное место среди нефтяных диаренов принадлежит производным нафталина. Триарены представлены производными фенантрена и антрацена. Нефтяные тетраарены включают углеводороды ряда хризена, пирена, 2,3- и 3,4-бензофенентрена и трифенилена. Содержание в нефтях полиаренов с пятью и большим числом конденсированных бензольных циклов очень невелико.

Гетероорганические соединения. Серо-, кислород- и азотсодержащие соединия различного строения и ММ присутствуют в разнообразных пропорциях в дистиллятных и остаточных фракциях нефти.

Общее содержание серы в нефтях колеблется от сотых долей процента до 6–8% масс. и более. Значительная доля серы содержится в дистиллятных фракциях; содержание серы в прямогон-

ных фракциях возрастает по мере повышения их т-ры кипения. Идентифицированы следующие серосодержащие соединения:

• алифатические, алициклические и ароматические тиолы (меркаптаны); содержатся почти во всех сырых нефтях в незначительных количествах – 2–10% масс. от общего содержания серосодержащих соединений;

• тиоэфиры (сульфиды); составляют до 27% от суммы серосодержащих соединений нефти;

• диалкилдисульфиды; не обнаружены в сырых нефтях;

• тиофены и их производные; основное количество серы в нефтях находится в виде производных тиофенов и тиофанов.

Содержание кислорода в нефтях колеблется от 0,1–1,0 до 3,6% масс.; кислород находится в виде соединений кислого и нейтрального характера. Кислые компоненты – карбоновые кислоты и фенолы; нейтральные – кетоны, ангидриды, амиды кислот, сложные эфиры, фурановые производные, спирты, лактоны. С повышением т-ры выкипания дистиллятных фракций содержание кислорода возрастает; основная его часть сосредоточена в смолоасфальтеновых веществах.

Содержание азота в нефтях – 0,02–0,40% масс. (может достигать 0,8–1,5 и 10–12% масс.). Представлен преимущественно в циклических соединениях. До 95% имеющихся в нефти атомов азота сосредоточены в смолах и асфальтенах. По кислотно-основному признаку азотистые соединения делятся на азотистые основания (пиридины и их производные, анилины, амиды, имиды, N-циклоалкилпроизводные) и нейтральные соединения (индолы, карбазолы и их нафтеновые и серосодержащие производные).

В составе сырых нефтей и прямогонных дистиллятов чаще присутствуют производные пиридина. С увеличением т-ры выкипания фракций увеличивается содержание азотсодержащих соединений. Азотсодержащие соединения и их производные – природные ПАВ, обладающие ингибирующими свойствами при коррозии металлов.

В нефтях присутствует более 60 микроэлементов, из к-рых около 30 относятся к металлам. Доминируют V, Ni, Fe, Zn, Hg, B, Na, K, Ca, Mg. Суммарное содержание металлов в среднем 0,01–0,04% масс. Основная масса металлсодержащих соединений сосредоточена в смолах и асфальтенах. Металлсодержащие соединения нефти по химической природе – соли металлов с веществами кислотного характера, элементоорганические соединения, полилигандные комплексы или π-комплексы с ароматическими или гетероорганическими соединениями.

ХИММОТОЛОГИЯ – техническая прикладная наука о свойствах, качестве и рациональном применении топлив, смазочных материалов и специальных жидкостей в технике. Х. изучает физико-химические, эксплуатационные свойства и состав ГСМ; физико-химические процессы, протекающие в них при работе двигателей, энергетических установок, агрегатов и узлов машин и механизмов, а также при хранении, перекачивании и транспортировании; устанавливает зависимости между составом, качеством ГСМ и показателями надежности, эффективности и др. характеристиками работы техники. Термин Х. употребляется самостоятельно, либо в сочетании с названием ГСМ (топлив, масел и др.). Теоретические основы Х. – химия, физика, теплотехника, машиноведение, экономика, экология и др. фундаментальные науки. Специфическими для Х. являются методы оценки эксплуатационных свойств ГСМ с помощью лабораторных установок, моделирующих поведение ГСМ в энергетических установках, узлах и агрегатах машин и механизмов. Основные задачи Х. – обоснование оптимальных требований к качеству и составу ГСМ, обеспечивающих надежную, экономичную и экологически безопасную работу техники с учетом особенностей ее конструкции и условий эксплуатации; определение условий рационального и экономичного использования ГСМ; разработка новых высокоэффективных образцов ГСМ, обеспечивающих улучшение технических характеристик машин и механизмов; обоснование организационно-технических мероприятий по сохранению качества и снижению потерь ГСМ при хранении, перекачивании и транспортировании; унификация, взаимозаменяемость, оптимизация ассортимента ГСМ и обоснование норм их расхода при эксплуатации, ремонте, консервации и расконсервации техники; разработка методов оценки эксплуатационных свойств и контроля качества ГСМ, а также утилизации отработанных, неликвидных и некондиционных ГСМ.

ХЛОРИСТЫЙ ЭТИЛЕН – см. *Дихлорэтан*.

ХОЛОДНОЕ ФРАКЦИОНИРОВАНИЕ – процесс разделения *твёрдых углеводородов* по т-рам плавления и химическому составу. Основано на различной растворимости твёрдых углеводородов в избирательных растворителях: твёрдые углеводороды с более высокой т-рой плавления, содержащие преимущественно *н-алканы*, имеют намного меньшую растворимость при низких т-рах, чем углеводороды с меньшей т-рой плавления.

При Х.ф. сырье смешивают с избирательным растворителем и получают сырьевой раствор, проводят несколько ступенчатых процессов кристаллизации с последующим отделением кристал-

лической фазы от жидкой на вакуумных барабанных фильтрах и отгоном растворителя от полученных продуктов.

Х.ф. обычно проводят на отдельно стоящих установках, либо на комбинированных установках депарафинизации, обезмасливания и кристаллизации. Твёрдая кристаллическая фаза имеет более высокую т-ру плавления, чем жидкая. При Х.ф. фракционный состав продуктов практически не изменяется. Заметно перераспределяется их химический состав: содержание *н*-алканов в кристаллической фазе заметно выше, чем в исходном сырье. В продукте, полученном в виде жидкой фазы, содержатся повышенные количества твёрдых парафиновых углеводородов изостроения, нафтеновых и ароматических углеводородов с длинными боковыми цепями. Т-ра плавления продукта, полученного в виде жидкой фазы ниже т-ры плавления сырья.

ХОЛОДНЫЙ ПУСК – пуск двигателя при низкой т-ре без предварительного подогрева масла и охлаждающей жидкости.

ХРАНЕНИЕ – содержание изделий в местах их размещения в соответствии с установленными правилами, предусматривающими обеспечение их сохраняемости до использования по назначению (ГОСТ 9.103 ЕСЗКС). Х. полуфабрикатов, заготовок, деталей и сборочных единиц изделия в перерывах технологического процесса их изготовления в пределах одного предприятия называют **межоперационным.** Х. изделий для определения эффективности средств защиты или прогнозирования сохраняемости изделий называют **опытным.** Местом Х. изделий является специально оборудованный участок местности или помещение. Это может быть открытая площадка, когда Х. осуществляется под открытым небом; навес – сооружение полузакрытого типа (крыша на опорах с незамкнутыми стенами или без них); неотапливаемое хранилище – закрытое помещение с принудительной или естественной вентиляцией, не имеющее устройства для отопления; отапливаемое хранилище – закрытое помещение с принудительной или естественной вентиляцией, оборудованное устройством для отопления и обеспечивающее поддержание температуры в течение всего времени хранения в заданных пределах; хранилище с кондиционированием воздуха – закрытое помещение, обеспечивающее поддержание параметров воздушной среды в заданных пределах.

Условия хранения изделий (совокупность внешних факторов, воздействующих на изделие при его хранении) регламентируются ГОСТ 15150.

ХРУПКОСТЬ – свойство материала разрушаться без заметного поглощения механической энергии в необратимой форме (ГОСТ 5272).

ЦВЕТ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА – показатель, характеризующий наличие в топливе более тяжелых или негидроочищенных дистиллятных фракций вторичных процессов, отрицательно влияющих на химическую стабильность топлива. Определяют по ГОСТ 20284, ASTM D 1500, ISO 2049.

ЦВЕТ НЕФТЕПРОДУКТОВ, методы определения. Под цветом нефтепродуктов подразумевают условную величину, характеризующую их окраску по сравнению с окраской стандартных стекол или растворов. Цвет характеризует наличие смолистых веществ, обладающих красящей способностью. Между цветом и количеством смолистых веществ, характеризующих степень очистки, нет прямой зависимости.

Существующие методы определения цвета дают лишь приближенное представление о содержании окрашивающих примесей, выраженное в условных единицах, регламентированных стандартными условиями. Аппаратура (колориметры, хромометры), используемая для определения цвета однотипна по устройству. В основном она состоит из двух трубок, одна из которых заполняется испытуемым нефтепродуктом, другая – стандартным цветным раствором или в неё вставляют стандартное стекло. Отражённый свет, пройдя обе трубки, собирается в окуляре, где наблюдаются два окрашенных полукруга: один – от продукта, другой – от раствора или стекла.

Одинаковая окраска полукругов достигается изменением высоты столба продукта или изменением высоты столба стандартного окрашенного раствора или подбором стандартного стекла, обладающего спектрометрическими свойствами.

Рекомендованы следующие межгосударственные стандарты на методы определения цвета нефтепродуктов.

ГОСТ 2667 «Нефтепродукты светлые. Метод определения цвета». Метод позволяет определить цвет **жидких светлых нефтепродуктов** на колориметре КНС-1.

Сущность метода заключается в визуальном сравнении цвета нефтепродукта с цветом светофильтра цветовой шкалы колориметра, имеющего основную шкалу со светофильтрами (1–21) и дополнительную со светофильтрами (22д–26д).

При подготовке к испытанию измерительную кювету заполняют дистиллированной водой и проверяют цветность и яркость обеих половин поля, наблюдаемого в окуляр. При различии цветности и яркости обеих половин поля добиваются однородности, регулируя диафрагму, установленную в измерительном канале. Воду сливают, кювету ополаскивают этиловым спиртом и высушивают.

В подготовленную кювету заливают перемешанный испытуемый нефтепродукт до верхнего среза трубок. Кювету с продуктом закрепляют в приборе. Поворотом барабана с фильтрами добиваются совпадения цвета обеих половин поля, наблюдаемого в окуляр. Записывают цвет нефтепродукта в условных единицах КНС-1, соответствующих номеру светофильтра цветовой шкалы. При использовании дополнительной шкалы цвет нефтепродукта записывают с индексом «д». Если нефтепродукт имеет промежуточный цвет двух светофильтров, за результат испытания принимают цвет по более тёмному светофильтру.

Проводят два испытания.

Точность (прецизионность) метода характеризуется повторяемостью и воспроизводимостью результатов испытаний. Повторяемость результатов испытаний r=1, воспроизводимость R=3.

ГОСТ 25337 «Парафины нефтяные. Метод определения цвета на колориметре КНС-2». Определение цвета на колориметрах КНС-1 и КНС-2 аналогично. Колориметры различаются только наличием в КНС-2 термостатирующего устройства для поддержания испытуемого парафина в жидком состоянии.

Чистую сухую кювету устанавливают в прибор. Включают колориметр в электросеть, при этом загораются зелёная и красная индикаторные лампочки. Зелёная сигнализирует о включении прибора в электросеть, красная – о начале термостатирования кюветы. При достижении рабочей т-ры кюветы красная лампочка автоматически отключается. Периодическое включение и выключение красной лампочки сигнализирует о поддержании в кювете т-ры 75±5°С.

Пробу парафина (130–140 г для одного определения) помещают в химический стакан и расплавляют в термостате или масляной бане при 90±5°С. Периодически ее перемешивают стеклянной палочкой до полного расплавления. Если расплавленная проба мутная или содержит механические примеси, мешающие определению цвета, её фильтруют через фильтровальную бумагу. Допускается фильтровать парафин под вакуумом. Т-ра пробы перед тем, как её заливают в кювету колориметра, должна быть 75±2°С.

После прогрева кюветы её быстро выдвигают из гнезда колориметра, заливают в неё расплавленный парафин до верхнего среза выемки расширенной части кюветы и устанавливают кювету в рабочее положение. Нажатием на рычаг каретки опускают её в нижнее положение так, чтобы защитное стекло было погружено в испытуемый продукт. После достижения в кювете рабочей т-ры (красная лампочка отключена) приступают к определению цвета.

С помощью рукоятки вращают барабан со светофильтрами и, наблюдая в окуляр, вводят в эталонный канал поочередно светофильтры (начиная с нулевого) до тех пор, пока световые поля испытуемого парафина и светофильтра совпадут или пока цвет испытуемого будет находиться между цветовыми оттенками двух близлежащих светофильтров. Проводят два последовательных определения.

Цвет парафина выражают в условных единицах (условных марках), соответствующих номеру светофильтра цветовой шкалы колориметра КНС-2, указанному в справочном приложении. Если цвет парафина находится между цветами двух светофильтров, за результат испытания принимают цвет светофильтра с более интенсивной окраской. Если проба парафина была профильтрована, в документе о качестве необходимо записать: «проба профильтрована через фильтровальную бумагу».

Повторяемость r=1, воспроизводимость R=2.

ГОСТ 20284 «Нефтепродукты. Метод определения цвета на колориметре ЦНТ». Стандарт распространяется на смазочные масла, печные и дизельные топлива, парафины и др. нефтепродукты и не распространяется на нефтепродукты, цвет которых менее 0,5 ед. ЦНТ.

Сущность метода заключается в визуальном сравнении цвета нефтепродукта или его раствора с цветом стеклянных светофильтров колориметра ЦНТ или др. колориметра с набором цветных светофильтров (с характеристиками, оговорёнными в стандарте), обеспечивающем получение результатов в соответствии с точностью метода. Перед испытанием нефтепродукт тщательно перемешивают, отбирают образец при комнатной т-ре и определяют цвет. Если испытуемая проба нефтепродукта мутная (непрозрачная), её нагревают до т-ры на 6°С выше т-ры, при которой помутнение исчезает, и при этой т-ре определяют цвет. Если цвет нефтепродукта более 8 ед. ЦНТ, то готовят раствор (15 см³ нефтепродукта в 85 см³ растворителя), который тщательно перемешивают, и определяют его цвет при комнатной т-ре.

Твёрдые нефтепродукты (петролатум, парафин и церезин) нагревают до т-ры на 11–17°С выше т-ры, при которой они полностью расплавляются, и при этой т-ре определяют цвет. Если цвет пробы нефтепродукта более 8 ед. ЦНТ, то готовят раствор 15 см³ расплавленного нефтепродукта в 85 см³ растворителя, нагретого до указанной т-ры, и определяют цвет. Для этого наливают до метки: в один стакан – дистиллированную воду, в другой – испытуемый нефтепродукт. Открывают крышку прибора ЦНТ и помещают в правый отсек камеры стакан с дистиллированной водой, в левый – стакан с испытуемым нефтепродуктом, затем крышку закрывают. Подготовленный нефтепродукт заливают в стакан, предварительно нагретый в сушильном шкафу до т-ры нагрева нефтепродукта. Включают источник света и сравнивают цвет нефтепродукта с цветом цветных стеклянных светофильтров. Подбирают светофильтр, цвет которого максимально соответствует цвету пробы нефтепродукта. Проводят два определения.

Цвет нефтепродукта выражают в ед. ЦНТ, соответствующих номеру цветного стеклянного светофильтра. Если цвет нефтепродукта находится между цветами двух светофильтров, то за результат определения принимают цвет по светофильтру с более интенсивной окраской. Нефтепродукт, цвет которого более 8 ед. ЦНТ, записывают так: «цвет более 8 ед. ЦНТ».

При определении цвета растворов нефтепродуктов записывают цвет раствора, например: «цвет 7,5 ед. ЦНТ разб. 15:85». За результат испытания принимают больший из двух результатов определений.

Повторяемость (сходимость) r=0,5, воспроизводимость, R=0,5.

За рубежом цвет нефтепродуктов определяют по стандартам ISO 2049, ASTM D 1500, IP 196, ASTM D 156, IP 17. Стандарты ISO 2049, ASTM D 1500 и IP 196 идентичны, им соответствует ГОСТ 20284.

Указанные методы позволяют визуально определять цвет различных нефтепродуктов, таких как **смазочные масла, котельные, дизельные топлива и парафины.** Используя стандартный источник света, жидкий образец помещают в испытательный сосуд и сравнивают с цветными стеклами, имеющими значения цвета от 0,5 до 8,0. Если нет точного соответствия цвета образца цвету двум стандартных стекол, то образцу приписывают цвет более тёмного стекла.

Используют колориметр, состоящий из источника света, цветных стекол, устройства с крышкой для сосуда с образцом и окуляра. Цилиндрический сосуд из прозрачного стекла, имеет плоское дно, внутренний диаметр сосуда 30–33,5 мм, а высота 115–125 мм. Сосуд может быть обыкновенной стандартной пробоотборной склянкой ёмкостью 125 мл.

Для жидких нефтепродуктов, таких как смазочные масла наполняют сосуд для образца до уровня не менее 50 мм и наблюдают за его цветом. Если образец непрозрачный, нагревают его до т-ры на 6°С выше т-ры помутнения и определяют его цвет при этой т-ре. Если образец темнее цвета 8, то смешивают 15 объёмов образца с 85 объёмами керосина-растворителя и определяют цвет смеси.

Для определения цвета **парафинов, включая петролатум,** нагревают образец до т-ры на

11–17°С выше его точки застывания согласно методу ASTM D 938 и определяют цвет при этой т-ре. Если цвет образца темнее цвета 8, то смешивают 15 объёмов расплавленного образца с 85 объёмами керосина-растворителя, нагретого до такой же т-ры, и определяют цвет смеси.

Сосуд для образца, заполненный дистиллированной или деионизированной водой до уровня не менее 50 мм, помещают в ячейку колориметра и при помощи стандартных стекол наблюдают цвет. Помещают образец в сосуде в другую ячейку колориметра. Закрывают оба сосуда от проникновения внешних источников света. Включают источник света и сравнивают цвет образца с цветом стандартных стекол. Определяют, какое стекло соответствует цвету образца; если точное соответствие отсутствует, то цвет образца записывают по более тёмному стандартному стеклу.

В отчёте записывают обозначение стандартного стекла как цвет образца. Напр. «цвет 7,5 по ASTM».

Если цвет образца находится между цветами двух стандартных стекол, то записывают обозначение более тёмного стекла, ставя впереди букву «L», напр. «цвет L 7,5 по ASTM». В отчёте не отмечается, если образец темнее стандартного стекла за исключением случая, когда цвет образца темнее 8; в этом случае следует записать «цвет D8 по ASTM».

Если образец разбавлен керосином, то после слова «смесь» записывают сокращение «разб.», напр., «Цвет 7,5 разб. по ASTM».

Повторяемость (сходимость) r=0,5, воспроизводимость, R=1.

Стандарт IP 17 «Метод определения цвета с помощью колориметра тинтометра Ловибонда» описывает процедуру определения цвета **неокрашенных очищенных нефтепродуктов** таких, как бензин, уайт-спирит и керосин путём сравнения с комплектами стеклянных цветовых эталонов английского Института нефти (IP). Этот метод включает также процедуру, с помощью которой можно определить оттенок и глубину цвета нефтепродуктов, кроме тёмных масел и битумов по колориметру Ловибонда с помощью набора красных, жёлтых и голубых стекол.

Стандарт ASTM D 156 «Метод определения цвета нефтепродуктов с помощью хромометра Сейболта». Метод применим для определения цвета продуктов нефтепереработки таких, как **неокрашенные автомобильный и авиационный бензины, реактивные топлива, нафта и керосины, а также нефтяные парафины и фармацевтические белые масла.**

Хронометр Сейболта позволяет эмпирически определить цвет светлого жидкого нефтепродукта по шкале от –16 (самый тёмный) до +30 (самый светлый). Число определяют по **табл. Ц-1,** предварительно найдя высоту столба пробы, которая при его осмотре по длине визуально совпадает с одним из трёх стеклянных эталонов.

Высоту столба пробы снижают до уровней, соответствующих номерам цвета до тех пор, пока цвет пробы не станет, безусловно, светлее, чем цвет эталона. Записывают номер цвета, находящийся под этим уровнем, независимо от того, была ли проба темнее, отдаленно соответствовала или соответствовала на более высоком уровне.

Ц-1. Цвета по Сейболту, соответствующие высоте столба нефтепродукта

Число колориметрических эталонов	Высота столба нефтепродукта, дюйм (мм)	Номер цвета
Половина	20,00 (508)	+30
Половина	18,00 (457)	+29
Половина	16,00 (406)	+28
Половина	14,00 (355)	+27
Половина	12,00 (304)	+26
Один	20,00 (508)	+25
Один	18,00 (457)	+24
Один	16,00 (406)	+23
Один	14,00 (355)	+22
Один	12,00 (304)	+21
Один	10,75 (273)	+20
Один	9,50 (241)	+19
Один	8,25 (209)	+18
Один	7,25 (184)	+17
Один	6,25 (158)	+16
Два	10,50 (266)	+15
Два	9,75 (247)	+14
Два	9,00 (228)	+13
Два	8,25 (209)	+12
Два	7,75 (196)	+11
Два	7,25 (184)	+10
Два	6,75 (171)	+9
Два	6,50 (165)	+8
Два	6,25 (158)	+7
Два	6,00 (152)	+6
Два	5,75 (146)	+5
Два	5,50 (139)	+4
Два	5,25 (133)	+3
Два	5.00 (127)	+2
Два	4,75 (120)	+1
Два	4,50 (114)	0
Два	4,25 (107)	-1
Два	4,00 (101)	-2
Два	3,75 (95)	-3
Два	3,625 (92)	-4
Два	3,50 (88)	-5
Два	3,375 (85)	-6
Два	3,25 (82)	-7
Два	3,125 (79)	-8
Два	3,0 (76)	-9
Два	2,875 (73)	-10
Два	2,75 (69)	-11
Два	2,625 (66)	-12
Два	2,50 (63)	-13
Два	2,375 (60)	-14
Два	2,25 (57)	-15
Два	2,125 (53)	-16

Перед испытанием подготавливают колориметр. Снимают стеклянный диск со дна трубки для нефтепродукта. Очищают диск, трубку для нефтепродукта и контрольную трубку. Если отложения не удаляются протиркой или промывкой растворителем, следует промыть водой с мылом. После прочистки промывают дистиллированной водой и ацетоном или каким-либо другим подходящим растворителем и просушивают. Собирают трубку для нефтепродукта и помещают трубки в прибор.

Используя установленные спецификацией источник света и освещение, наблюдают сравнительную интенсивность света двух половин оптического поля с обеими пустыми трубками и удаленной из-под контрольной трубки 12-мм диафрагмой. Интенсивность света, наблюдаемая в каждой половине оптического поля, должна быть одинаковой. Для такого совпадения может потребоваться регулировка положения источника света.

Ставят на место под контрольную трубку 12-мм диафрагму и заполняют трубку нефтепродуктом до отметки 508 мм. У прибора, пригодного для использования, интенсивность света, наблюдаемая в каждой половине оптического поля, должна быть одинаковой. Оптические свойства стекла различных партий могут значительно различаться, поэтому для каждого испытания рекомендуется использовать только совпадающие пары трубок. Если одна из трубок разбита, заменяют обе трубки совпадающей парой трубок.

Проводят подготовку испытуемого образца. Если проба мутная, её фильтруют через достаточное количество слоев аналитической фильтровальной бумаги до получения светлой пробы. При подготовке к испытанию нефтяного парафина его не следует нагревать слишком сильно ввиду возможного окисления и изменения цвета испытуемого образца.

Методика испытания светлых нефтепродуктов и белых медицинских масел. Промывают трубку для нефтепродукта порцией испытуемого продукта и обязательно оставляют трубку для полного высыхания. Заполняют трубку пробой и сравнивают с колориметрическим эталоном. Если проба светлее колориметрического эталона, снимают эталон и заменяют его половиной эталона. Если проба темнее эталона на уровне 158 мм, добавляют другой эталон.

Важно, чтобы при проведении испытания в налитых в трубки пробах не было пузырьков воздуха.

Если поставили соответствующие колориметрический эталон или эталоны и проба в трубке для нефтепродукта имеет высоту, при которой цвет пробы значительно темнее, чем цвет колориметрического эталона, осторожно сливают часть пробы с помощью спускного крана до тех пор, пока цвет пробы не станет слегка темнее, чем цвет колориметрического эталона. С этого момента снижают пробы в трубке до высоты, соответствующей определенному номеру цвета, как показано в табл. Ц-1. Если цвет нефтепродукта, наблюдаемый через окуляр, все ещё темнее колориметрического эталона, спускают масло на следующую высоту и сравнивают.

Продолжают эту операцию до достижения такой высоты, при которой цвета образца и колориметрического эталона совпадают или различия малозаметны. Теперь снижают столбик продукта до следующей установленной высоты и, когда продукт станет безусловно светлее колориметрического эталона, записывают цвет, соответствующий следующему более высокому уровню, как цвет по Сейболту.

Примеры процедуры даны в **табл. Ц-2.**

Ц-2. Примеры процедуры

Наблюдение	Использование целого колориметрического эталона, дюйм (мм)	
	одного	двух
Продукт темнее на высоте	16,00 (406)	4,50 (114)
Продукт темнее на высоте	14,00 (355)	4,25 (107)
Цвет продукта, неопределенный на высоте	12,00 (304)	4,00 (101)
Продукт светлее на высоте	10,75 (273)	3,75 (95)
Цвет по Сейболту	+21	-2

Методика испытания нефтяного парафина. Нагревают образец парафина до т-ры на 8–17°С выше т-ры его застывания по методу ASTM D 938. Подогревают трубку для нефтепродукта. Наливают жидкий парафин в эту трубку, выключают нагревательный элемент и, когда в образце исчезнут «тепловые волны», измеряют цвет.

Записывают единицы цвета как «цвет по Сейболту ...», если образец был профильтрован, то добавляют слова «профильтрованный образец».

Повторяемость (сходимость) r=1 цветовая ед., воспроизводимость R=2 цветовых ед.

На основе аутентичного текста ASTM D 156 был подготовлен и введен в действие с 01.01.2003 г. ГОСТ Р 51933 «Нефтепродукты. Определение цвета на хромометре Сейболта».

В настоящее время широко применяют автоматические колориметры, позволяющие определять цвет нефтепродуктов различными методами испытаний: по ASTM D 1500, ISO 2049, ASTM D 156.

Набор стеклянных фильтров позволяет определять цвет нефтепродуктов по ASTM D 1500 в диапазоне 0,5–8 ед. При определении цвета нефтепродуктов по ASTM D 156 используют цветовые фильтры от –16 (самый тёмный) до +30 (самый светлый).

Современные автоматические колориметры для определения цвета нефтепродуктов снабжены эталоном цветовой шкалы для проверки колориметров и соответствия цвета.

ЦЕОЛИТЫ – кристаллические пористые алюмосиликаты щелочных и щелочноземельных металлов. В промышленной практике применяют природные и синтетические Ц. Многие синтетические Ц. имеют строение и геометрическую структуру, аналогичные природным.

Ц. отличаются от других адсорбентов строго регулярной структурой пор, к-рые в обычных температурных условиях заполнены молекулами воды. Эта вода, названная цеолитной, при нагреве выделяется. Цеолиты «кипят», отсюда и произошло сочетание двух греческих корней «цео» и «лит», т.е. «кипящие камни». Основным элементом кристаллической решетки цеолитов является тетраэдр, состоящий из четырех кислородных атомов с катионами кремния или алюминия в центре. В цеолитах, как и в других алюмосиликатах, часть четырехвалентных ионов кремния всегда бывает замещена трехвалентными ионами алюминия, благодаря чему алюмотетраэдры обладают отрицательным зарядом. Роль компенсирующих катионов, нейтрализующих отрицательный заряд алюмотетраэдров, играют ионы натрия, кальция, магния и др. Все кислородные атомы являются общими для двух соседних тетраэдров. Связанные между собой тетраэдры образуют трехмерную пространственную решетку. Двадцать четыре тетраэдра образуют основную структурную единицу решетки цеолитов – кубооктаэдр.

Восемь шестичленных и шесть четырехчленных граней кубооктаэдров образованы кислородными кольцами. С помощью этих колец кубооктаэдрические единицы соединяются между собой, образуя трехмерный каркас.

Химический состав Ц. выражается формулой $R_{2/n}O{\cdot}Al_2O_3 \times nSiO_2{\cdot}mH_2O$, где R – катион щелочного металла, а n – его валентность.

В зависимости от соотношения $SiO_2 : Al_2O_3$, характера соединения между собой кубооктаэдрических структурных единиц и пространственного их расположения в каркасе различают следующие типы цеолитов: А, Х, У, морденит, эрионит и др.

В промышленной практике используются в основном те Ц., структура каркаса к-рых после полной дегидратации остается постоянной, а строение и форма пор также не претерпевают изменений. После дегидратации и последующей адсорбции различных веществ микропоры обратно заполняются и освобождаются. При адсорбции на цеолитах происходит объемное заполнение микропор и представление об удельной поверхности теряет смысл. В цеолитах А, Х, У имеются два типа полостей: малые сферические диаметром 0,66 нм и большие сферические диаметром у цеолита А – 1,14 нм, а у цеолитов Х и У – 1,18 нм. У цеолита NaA диаметр входного окна или поры составляет 0,4 нм, а у цеолита NaX – 0,9 нм. Цеолиты типа А относятся к низкопористым формам, в них отношение $SiO_2:Al_2O_3$ – не выше 2. Адсорбционный объем, заполняемый азотом, близок к суммарному объему больших полостей цеолитов (0,280 см³/г).

У цеолита типа Х мольное отношение $SiO_2:Al_2O_3$ может изменяться от 2,2 до 3,3. Предельный адсорбционный объем кристаллов типа Х, вычисленный из адсорбционных измерений, близок к рассчитанному на основе геометрических размеров элементарных ячеек, т.е. 0,356 см³/г (NaX) или 0,362 см³/г (CaX). Этим объясняется большая адсорбционная способность цеолитов типа Х (количество адсорбата, отнесенное к 1 г адсорбента) по сравнению с цеолитами типа А. Синтетические цеолиты типа Х и Y – аналоги природного цеолита фожазита. Ниже представлены типы цеолитов общего назначения, обозначенные по классификациям СССР и США, и определяющие размеры цеолита:

Отечественные	КА	NaA	CaA	CaX	NaX
Зарубежные (США)	3А	4А	5А	10Х	13Х
Диаметр входного окна, Å	3	4	5	8	9

Промышленный синтез синтетических цеолитов осуществляется в несколько стадий:

• смешение рабочих растворов силиката и алюмината натрия при интенсивном перемешивании с образованием гидрогеля;

• кристаллизация образованного гидрогеля при получении цеолитов типа А – т-ра в кристаллизаторе составляет 80–90°С, а время пребывания – 6 ч; типа Х – 95–100°С, а время пребывания – 12 ч соответственно;

• отделение кристаллов от маточного раствора;

• промывка кристаллов от избытка щелочи;

• формовка цеолита с использованием в качестве связующих материалов коалинитовых или бентонитовых глин;

• сушка и прокалка гранул цеолитов при т-рах 120–150 и 575–650°С соответственно.

В синтезе Ц. общего назначения при гранулировании добавляют связующее, к-рое создает дополнительную вторичную пористость и умень-

шает предельный адсорбционный объем (NaA – 0,25 г/см³, CaA – 0,223 г/см³, CaX – 0,235 г/см³, NaX – 0,238 г/см³). Характеристика гранулированных цеолитов представлена в **табл. Ц-3.**

Ц-3. Характеристика гранулированных цеолитов

Наблюдение	Тип цеолита	
	A	X
Насыпная плотность, г/см³	0,68-0,78	0,62-0,72
Диаметр зерна цеолита (цилиндры, таблетки, шарики), мм	2-4	2-4
Предельная прочность при сжатии, МПа	8-15	6-12
Динамическая емкость по воде, мг/см³	90-140	100-160
Динамическая емкость по парам бензола, мг/см³	60-90	60-90

Существует несколько способов регулирования избирательной адсорбционной способности цеолитов.

1. Изменением состава в процессе кристаллизации из одних и тех же исходных веществ, при этом можно получать алюмосиликатные пористые кристаллы, обладающие разными свойствами. Так, цеолит типа А образуется из смесей, богатых щелочами и бедных кремнеземом, а цеолит типа Х образуется относительным высоким содержанием оксида кремния и щелочи.

2. Ионным обменом можно регулировать молекулярно-ситовые свойства, особенно у цеолита типа А. Зная размеры адсорбируемых молекул и окон цеолита, можно подбирать определенную катионнообменную форму цеолита для разделения любой смеси газов или растворенных веществ. Например цеолит КА, у к-рого размер окон равен примерно 0,3 нм, хорошо адсорбирует воду, но не адсорбирует молекулы метанола, двуокиси углерода, критический диаметр молекул к-рых больше 0,4 нм. Молекулы 1,3,5-триэтилбензола хорошо адсорбируются на цеолите NaX (размер окон 0,9 нм) и не адсорбируются на цеолите CaX (размер окон – 0,8 нм).

3. Деалюминирование (обработка цеолита кислотами) приводит к растворению тетраэдрического алюминия в решетке и позволяет в определенных пределах варьировать соотношение кремне- и алюмокислородных тетраэдров в цеолите без изменения его кристаллической решетки.

В отличие от других адсорбентов цеолиты способны при малых концентрациях адсорбтива в потоке газа или жидкостей обеспечивать высокую поглощаемость или адсорбционную емкость; сохранять достаточную адсорбционную емкость даже при т-рах выше 100°С, что позволяет осуществлять процессы очистки и осушки жидкостей и газов; обеспечить низкое остаточное содержание адсорбтива в потоке газов или жидкостей.

Цеолиты применяются в различных областях нефтехимической, нефтепереатывающей, пищевой и т.д. промышленности. Например, процесс выделения из воздуха азота осуществляют с использованием цеолитов типа CaA и NaX. Цеолит типа Y применяют в качестве активной добавки в катализаторах крекинга и гидрокрекинга.

Синтезирован новый класс цеолитов ZSV, обладающих соотношением SiO_2 : Al_2O_3 более 100, с применением органических оснований. Цеолиты этого типа являются наиболее термо- и кислотостойкими. В России разработан высококремнеземный цеолит ЦВМ с соотношением SiO_2 : Al_2O_3 равным 33-37, к-рый используют в катализаторах депарафинизации. Объем пор всех сверхкремнеземных цеолитов изменяется от 0,1 до 0,2 см³/г.

ЦЕОЛИТ ТИПА МОРДЕНИТ (синтетические морденты) – получают из гелей, в к-рых соотношение компонентов находится в следующих пропорциях: $Na_2O:Al_2O_3:SiO_2$ – 1:1:10. Синтез его ведут при т-рах (110–130°С) и давлениях 0,4–0,5 МПа. Полученный морденит по молекулярно-ситовым свойствам аналогичен природному. С помощью катионного обмена ионов Na^+ на ионы NH_4^+ с последующей термической обработкой можно получать морденит в водородной форме. Диаметр входного окна равен 0,61 нм. Предельный адсорбционный объем пор **Na-морденита (NaM)** составляет 0,076–0,088 см³/г, **Н-морденита (НМ)** – 0,088–0,09 см³/г. Цеолиты типа Na- и Н-морденит могут быть использованы при осушке и очистке кислых газов. Морденит в водородной форме обладает свойствами твердой кислоты и является эффективным катализатором реакций крекинга, изомеризации и алкилирования.

ЦЕОЛИТ ТИПА ЭРИОНИТ – получают из натриево-калиевых гелей, обогащенных кремнеземом при 100–150°С. Эрионит обозначают буквой Э, напр.: NaЭ, КЭ и т.д. В США фирмой Линде эрионит выпускается под фирменным названием «Цеолит AW–500».

Соотношение SiO_2 : Al_2O_3 в эрионите меньше, чем в мордените, но выше, чем в фожазите, и равно 6–7,4. Диаметр пор эрионита находится в пределах 0,45–0,54 нм, общий объем адсорбционных полостей составляет 0,21 см³/г. Цеолит типа эрионит используют в процессе очистки кислых газов.

ЦЕОЛИТ СИНТЕТИЧЕСКИЙ ТИПА «L» – кислотостойкий калиевый (KL) алюмосиликат, в к-ром мольное отношение SiO_2 : Al_2O_3 колеблется в пределах от 5 до 7. Он кристаллизуется из щелочных алюмосиликатных гидрогелей, в к-рых отношение K_2O : (K_2O+Na_2O) выше 0,35. Водородная форма HKL хорошо поглощает бензол, предельная адсорбционная емкость по бензолу равна 0,16 см³/г.

ЦЕРЕЗИН – очищенный *озокерит* (ISO 1998/1). Товарный продукт, часто содержит нефтяные парафины.

ЦЕРЕЗИН НЕФТЯНОЙ – твёрдое пластичное вещество, вырабатывают по ТУ 38.401218–94. Применяют для изготовления смазок, восковых составов. После доочистки получают нефтяной церезин по ГОСТ 2488. В зависимости от т-ры каплепадения установлены три марки нефтяных церезинов: 65Н; 70Н и 80Н. Получают из петролатумов.

ЦЕРЕЗИН СИНТЕТИЧЕСКИЙ – твёрдое вещество с т-рой плавления 75–100°С. Представляет собой смесь высокомолекулярных углеводородов, преимущественно *н*-алканов. Характеризуется крупнокристаллической структурой. Получают синтезом на основе смеси оксида углерода с водородом методом Фишера-Тропша.

ЦЕРЕЗИНОВАЯ КОМПОЗИЦИЯ (ГОСТ 3677) – сплав нефтяного церезина и твёрдого парафина. Применяют при изготовлении мастик, свечей, для пропитки бумаги и др. целей.

ЦЕРЕЗИНЫ НЕФТЯНЫЕ. ПРОИЗВОДСТВО. Ц.н. производят из *озокерита*, *петролатума*, полученных от процессов депарафинизации остаточных продуктов, синтезом из оксида углерода и водорода методом Фишера-Тропша, а также из парафинистых отложений.

Производство нефтяных церезинов из озокерита. Максимальное содержание озокерита в руде составляет 1–5%. Технология производства нефтяных церезинов из озокерита заключается в том, что руду дробят, затем из нее экстрагируют озокерит горячим растворителем в ряде экстракторов. Т-ра экстракции 80–100°С, экстрагент – бензиновая фракция 100–185°С. В ректификационной колонне от экстракта отгоняются растворитель, который возвращается в процесс. С низа колонны получают озокерит-сырец. Далее его расплавляют и отделяют воду, механические примеси, легкие фракции и получают озокерит-стандарт. После этого проводят сернокислотную очистку озокерита в мешалках при т-ре от 130–150 до 220°С. Образующийся при этом гудрон кислый обугливается до кокса. Очищенный продукт нейтрализуют сухой известью и отбеливающей зикеевской глиной или др. активированной глиной. После адсорбционной очистки горячая масса подается на рамный фильтр-пресс. Получают товарный нефтяной церезин жёлтого цвета, при повторной подобной же очистке получают нефтяной церезин белого цвета.

Производство нефтяных церезинов синтезом из оксида углерода и водорода. Синтетический церезин получают при синтезе искусственного жидкого топлива по Фишеру-Тропшу. При взаимодействии оксида углерода и водорода при 180–200°С, давлении 0,1–3 МПа в присутствии железного катализатора, находящегося в стационарном или подвижном слое, образуется в основном смесь жидких углеводородов. Выделяемая в реакторном цехе широкая тяжелая фракция, а также продукты периодической очистки катализатора от отложений направляются на вакуумную перегонку, где получают неочищенный синтетический церезин. После очистки получают синтетический церезин – твёрдый хрупкий восковой продукт тёмно-жёлтого цвета с т-рой плавления 82–90°С. В его состав входят углеводороды с т-рой плавления 45–90°С. Синтетический церезин не реагирует с серной кислотой. В его составе преобладают парафиновые углеводороды нормального строения.

Производство нефтяных церезинов из парафинистых отложений заключается в обезвоживании нефти, удалении механических примесей при 100–105°С; обезмасливании путём кристаллизации из кетон-ароматических избирательных растворителей и фильтрации при 10–30°С; очистке церезина-сырца серной кислотой, адсорбентами и т.п.

Производство нефтяных церезинов из петролатумов занимает важное место в технологических схемах переработки нефти. Производят нефтяные церезины из *петролатумов*, полученных при депарафинизации остаточных рафинатов, или остаточных рафинатов кристаллизацией с помощью избирательных растворителей (смесь кетона, бензола и толуола) на установках обезмасливания, а также на комбинированных установках депарафинизации и обезмасливания, работающих в три и более ступеней фильтрации. Обезмасливание петролатума ведут в две–три ступени фильтрации при условиях, аналогичных условиям обезмасливания гачей.

Вследствие микрокристаллической структуры нефтяных церезинов обезмасливание петролатума проходит менее эффективно, чем гачей; скорость фильтрации при этом меньше и требуется значительное (в 1,5–2 раза) увеличение кратности обработки (разбавления и промывки) сырья растворителем. Т-ры обезмасливания заметно выше, чем при производстве твердых парафинов. Твердую фазу от жидкой при производстве нефтяных церезинов отделяют на вакуумных барабанных фильтрах при 5–30°С.

Исследования по производству нефтяных церезинов из петролатумов показали возможность получать их с т-рой каплепадения 67–80°С и содержанием масла 1–3% масс. путём обезмасливания петролатума смесью метилэтилке-

тона и ацетона, бензола и толуола в две ступени фильтрации при следующем технологическом режиме:

Содержание ацетона в растворителе, % об.	25–30
Температура сырьевой смеси на выходе из кристаллизаторов, °С	20–23
Суммарная кратность разбавления сырья растворителем	1:5–1:6.
Подача растворителя на холодную промывку осадка на фильтрах	1:1,5–1:2,0
Выход нефтяных церезинов, % масс. на сырье	23–28

Полученный сырец нефтяных церезинов подвергают очистке. Нефтяной церезин может быть получен также центрифугированием в две ступени охлажденного до 20–35°С раствора петролатума в смеси дихлорэтана (78% об.) и бензола (22% об.). Кратность разбавления сырья растворителем 1:6–1:8 на каждой ступени разделения. Фугат первой ступени после отгона растворителя представляет собой *вазелин*. Фугат второй ступени используют для разбавления сырья. После отгона растворителя от твердой фазы второй ступени получают церезин-сырец, товарный нефтяной церезин получают после очистки.

ЦЕТАНОВОЕ ЧИСЛО (ЦЧ) – один из важнейших показателей качества дизельного топлива, характеризующий его эксплуатационное свойство – *воспламеняемость*. ЦЧ – показатель, указывающий скорость нарастания давления при сгорании жидкого нефтяного топлива в поршневых двигателях с воспламенением топливовоздушной смеси от сжатия, выраженный в единицах эталонной шкалы (ГОСТ 26098). Чем выше ЦЧ топлива, тем ниже скорость нарастания давления (**рис. Ц-1**) и тем менее жестко работает двигатель.

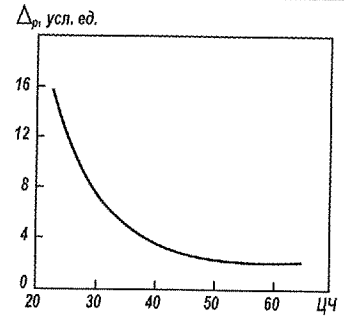


Рис. Ц-1. Зависимость скорости увеличения давления Δ_P в цилиндре двигателя от ЦЧ дизельного топлива

ЦЧ топлива должно соответствовать требованиям двигателя, к-рые зависят в основном от его быстроходности, степени сжатия, диаметра цилиндров и конструкции камеры сгорания. Несоответствие ЦЧ приводит к жесткой работе двигателя, его перегреву, увеличению расхода топлива, повышению дымности отработавших газов и снижению надежности работы двигателя в целом. Для импортных быстроходных дизелей требуются топлива с высокими ЦЧ. Для отечественных грузовых, тракторных и тепловозных дизелей при существующей механической системе регулирования впрыска доведение ЦЧ топлива до европейских требований (не менее 51) может привести к ухудшению рабочего процесса.

Наиболее высокими ЦЧ характеризуются алканы, наиболее низкими – арены без боковых цепей. ЦЧ дизельных топлив зависит от содержания в них легковоспламеняющихся алкановых (парафиновых) углеводородов.

При улучшении низкотемпературных свойств дизельного топлива его ЦЧ снижается. Использование 0,05% цетаноповышающих присадок (напр., на основе алкилнитратов: циклогексилнитрат, 2-этилгексилнитрат) увеличивает ЦЧ на 2–4 ед., а 0,2% – на 6–8 ед. в зависимости от исходного ЦЧ. Большая концентрация присадки нежелательна, т.к. при этом понижается т-ра вспышки и повышается коксуемость дизельного топлива.

ЦЧ определяют на одноцилиндровой дизельной моторной установке ИТ9–3М или ИДТ-69 методом совпадения вспышек (ГОСТ 3122). Суть метода заключается в сравнении периода задержки воспламененения испытуемого образца топлива при различных степенях сжатия и эталонных топлив, в качестве к-рых используют смеси углеводородов – цетана (ЦЧ=100 ед.) и α-метилнафталина (ЦЧ=0 ед.). Зарубежные моторные методы определения ЦЧ – ASTM D 613 и ISO 5165. Для товарных дизельных топлив ЦЧ составляет 40–53 ед.

ЦЕТАНОВЫЙ ИНДЕКС (ЦИ) – расчетный показатель воспламеняемости дизельного топлива. В соответствии с ГОСТ 27768 рассчитывается по формуле:

$ЦИ=454{,}74–1641{,}41\rho+774{,}74\rho^2–0{,}554t+97{,}803(\lg t)^2$,

где ρ – плотность топлива при 15°С, определенная по ГОСТ 3900, г/см³; t – т-ра выкипания 50% об. фракции, приведенная к нормальному барометрическому давлению (101,3 кПа) и определяемая по ГОСТ 2177, °С.

Формула используется только для продуктов переработки нефти (прямогонных фракций дизельных топлив) и не распространяется на топлива, содержащие цетаноповышающие присадки, на индивидуальные углеводороды, алкилаты, синтетические продукты и продукты переработки каменноугольной и буроугольной смо-

лы. ГОСТ 27768 применим для топлив, имеющих цетановый индекс не выше 60.

ЦИ дистиллятных дизельных топлив можно определить по номограмме (**рис. Ц-2**).

Определение ЦИ дизельных топлив по ГОСТ 27768 внесено в ряд нормативных документов на дизельные топлива – ТУ 38.401–58–36–2001 и ТУ 38.101889–2004.

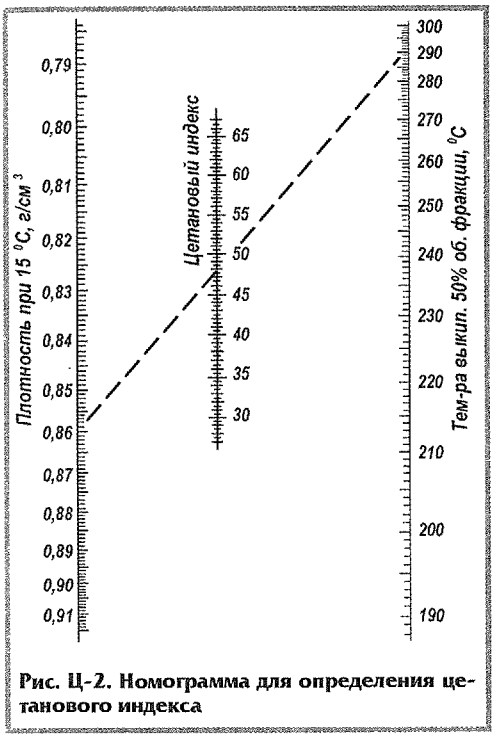


Рис. Ц-2. Номограмма для определения цетанового индекса

ЦИ нормируется EN 590: для летних топлив – не менее 46, для зимних и арктических в зависимости от класса – не менее 46–43. Во избежание передозировки цетаноповышающих присадок, поддерживается минимальная разница между ЦЧ и ЦИ. Этот показатель внесен и в отечественную техническую документацию на дизельное топливо европейского качества – ГОСТ Р 52368 и ТУ 38.401-58-296–2005.

Цетановый индекс, нормируемый зарубежными стандартами EN ISO 4264 или ASTM D 4737, определяется по по формуле:

$ЦИ=45,2+0,0892T_{10N}+(0,131+0,901B)T_{50N}+(0,0523-0,420B)T_{90N}+0,00049[(T_{10N})^2-(T_{90N})^2]+107B+60B^2$,

где $B=[e^{(-3,5)(DN)}]-1$; $DN=D-0,85$ (здесь D – плотность при 15°С, г/см³); $T_{10N}=T_{10}-215$, $T_{50N}=T_{50}-260$, $T_{90N}=T_{90}-310$ (здесь T_{10}, T_{50}, T_{90} – т-ры выкипания 10, 50 и 90% фракции соответственно, °С).

Наряду с ЦЧ за рубежом используют показатель «Дизельный индекс» (ДИ), к-рый вычисляют по формуле:

$ДИ=t_{ан}d/100$,

где $t_{ан}$ – анилиновая точка (определяют в °С и пересчитывают в °F: 1°F=9,5°C+32); d – плотность, град. АПИ.

Между ДИ и ЦЧ существует зависимость:

ДИ	20	30	40	50	62	70	80
ЦЧ	30	35	40	45	55	60	80

ЦЕТАНОПОВЫЩАЮЩИЕ ПРИСАДКИ – см. *Промоторы воспламенения.*

ЦИЛИНДРОВЫЕ МАСЛА ДЛЯ КРЕЙЦКОПФНЫХ ДИЗЕЛЕЙ предназначены для смазывания цилиндро-поршневой группы *крейцкопфных дизелей*. В зависимости от содержания серы в применяемом топливе используют Ц.м.к.д. с различным *щелочным числом*, которое должно быть тем больше, чем выше содержание серы в топливе. При работе на дистиллятных малосернистых топливах применяют малощелочные Ц.м.к.д. (8–16 мг КОН/г), в сочетании с утяжеленными и тяжелыми топливами со средним и высоким содержанием серы – среднещелочные (30–40 мг КОН/г) и высокощелочные (80–100 мг КОН/г). Большинство Ц.м.к.д. относятся к вязкостному классу 20 (SAE 50). Менее вязкие Ц.м.к.д. находят ограниченное применение. Отечественная промышленность выпускает Ц.м.к.д. преимущественно марок М-16Е30 и М-20Е70.

ЦИЛИНДРОВЫЕ МАСЛА – масла для смазывания механизмов, эксплуатируемых в условиях больших нагрузок и малых скоростей металлургической, металлообрабатывающей и др. отраслей промышленности, цилиндров паровых машин, работающих на перегретом паре (выше 400°С) на железнодорожном и водном транспорте.

Ц.м. – высокоочищенные дистиллятные или остаточные масла, полученные из малосернистых или из сернистых нефтей, с присадками, улучшающими антиокислительные и противонагарные свойства.

Тяжёлые условия работы паровых машин (перегретый пар до 425°С, высокое давление до 1,5 МПа, попадание в машину горячих газов и воздуха) обусловливают высокие требования к применяемым маслам.

Для надёжной работы машин и механизмов цилиндровые масла должны обладать достаточной вязкостью, температурой вспышки, определенными значениями показателей коксуемости и зольности, обеспечивать прочную масляную пленку между поверхностями трения, минимальный износ, отсутствие нагара.

Показателями качества Ц.м. являются вязкость, температура вспышки, коксуемость, золь-

ность, но для оценки эксплуатационных показателей проводят определение антиокислительных, смазывающих (противоизносных), антикоррозионных, адгезионных свойств и нагарообразования.

Масло цилиндровое тяжелое 38 (ГОСТ 6411) – дистиллятное масло, полученное при перегонке со щёлочью масляного гудрона легкой балаханской нефти. Используют для поршневых паровых машин различного назначения, работающих с перегретым паром до 350°С паром.

Масло цилиндровое тяжелое 52 (ГОСТ 6411) – остаточное масло из малосернистых нефтей сернокислотной и селективной очистки. Применяют для поршневых паровых машин различного назначения, работающих с перегретым до 400°С (и выше) паром. Отличается от масла цилиндрового тяжёлого 38 более высокими вязкостью, температурами вспышки и застывания, пониженной зольностью.

ЦИРКУЛЯЦИОННАЯ СМАЗОЧНАЯ СИСТЕМА – смазочная система с многократным использованием смазочного материала, циркулирующего между смазочным блоком и точкой смазывания (ГОСТ 20765).

ЦИРКУЛЯЦИОННОЕ МАСЛО – см. *Масла для судовых дизелей*.

ЦИРКУЛЯЦИОННОЕ СМАЗЫВАНИЕ – смазывание, при котором смазочный материал после прохождения по поверхностям трения вновь подводится к ним механическим способом (ГОСТ 27674).

ЦИРКУЛЯЦИОННЫЕ МАСЛА ДЛЯ КРЕЙЦКОПФНЫХ ДИЗЕЛЕЙ – масла для смазывания подшипников коленчатого вала, крейцкопфного механизма, цепных передач, а также охлаждения поршней. К Ц.м.к.д. предъявляют ряд специальных требований. Они должны быть влагостойкими, легко освобождаться от воды при сепарации, не образовывать с водой стойких эмульсий, препятствовать развитию микроорганизмов, быть совместимыми с цилиндровым маслом. Обычно Ц.м.к.д. имеют вязкостный класс 10 (SAE 30). Некоторые Ц.м.к.д. являются *многоцелевыми моторными маслами*. Ими смазывают судовые механизмы, воздушные компрессоры, вспомогательные двигатели, работающие на дистиллятном дизельном топливе.

ЦИРКУЛЯЦИОННЫЕ МАСЛА ДЛЯ ТРОНКОВЫХ ДИЗЕЛЕЙ – масла для смазывания всех узлов среднеоборотных тронковых дизелей. Большинство Ц.м.т.д. относится к вязкостным классам 10 (SAE 30) и 14 (SAE 40). Но есть двигатели, в которых используют масла классов 16 (SAE 40) и 20 (SAE 50). Щелочные числа Ц.м.к.д. варьируются в широком диапазоне. Наиболее распространены масла с щелочным числом 10, 20, 30 и 40 мг КОН/г.

ЧАСОВЫЕ МАСЛА применяют для смазывания деталей трения часового механизма, снижения потерь при трении и изнашивании деталей. Качество Ч.м., их правильное использование имеют важное значение для нормальной работы часов. Смазке часового механизма следует уделять большое внимание при его сборке. Ч.м. должно наноситься на тщательно промытые и сухие поверхности деталей, полностью очищенные от пыли, грязи и промывочных жидкостей.

При соблюдении этих условий свойства Ч.м. сохраняются без существенных изменений в течение нескольких лет. Нанесение Ч.м. на плохо подготовленную поверхность ведет к изменению его физико-химических свойств, загущению (см. *Нарастание вязкости часового масла*), растеканию или высыханию, что отражается на точности хода и долговечности работы часов.

Требования к Ч.м.: высокая смазывающая способность; хорошее смачивание поверхностей трения, но незначительное растекание по поверхности (см. *Краевой угол смачивания часовых масел*); работоспособность в интервале т-тур от –10 до +50°С; незначительное изменение вязкости при изменении т-ры; отсутствие воды и каких-либо механических примесей.

Ч.м. изготовляют из костного жира с добавлением диэфира или нефтяных масел. Для получения густых Ч.м. в них добавляют твердые загустители.

Ч.м. для специальной техники должны обеспечивать работу приборов времени в чрезвычайно жестких условиях: при т-ре от –70 до +120°С, давлении от атмосферного до 133 мкПа (10^{-6} мм рт.ст.), при т-ре 50°С в течение 60000 ч. Объем Ч.м. в узле трения составляет от $0{,}3 \cdot 10^{-4}$ до $30 \cdot 10^{-4}$ мл, пополнение масла в процессе эксплуатации исключается. Вследствие малых размеров деталей приборов на поверхности трения часто действуют высокие контактные давления – до 120–150 МПа; контактные давления в *камневых опорах* составляют до 2,0 ГПа. Роль Ч.м. в камневых опорах – не столько уменьшить трение, сколько стабилизировать его во времени. Наряду с этим Ч.м. отводит теплоту из зоны трения, способствует повышению несущей способности опор, удерживает продукты изнашивания во взвешенном состоянии, демпфируя ударные и вибрационные нагрузки.

Наиболее перспективными основами современных Ч.м. являются сложные эфиры дикарбоновых кислот.

ЧАСТИЧНО СИНТЕТИЧЕСКИЕ МОТОРНЫЕ МАСЛА - масла, изготовленные на основе смесей нефтяных и синтетических базовых компонентов. Их не следует называть полусинтетическими, так как в смеси базовых компонентов синтетические обычно не составляют ровно половины.

ЧЕРНЫЙ ОСАДОК – специфический вид отложений, образующихся в бензиновых двигателях, работающих на топливе с высоким содержанием непредельных углеводородов. В состав Ч.о. входят продукты окисления масла и топлива, вступающие во взаимодействие при высокой т-ре.

ЧИСТОТА ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА – комплекс показателей, от к-рых зависит эффективность и надежность работы топливной системы и топливной аппаратуры. От 30 до 95% всех отказов дизелей связано с загрязнением топлива. Ч.д.т. зависит от содержания механических примесей и воды в дизельном топливе. Показатель *коэффициент фильтруемости дизельного топлива* коррелирует со сроком службы фильтров тонкой и грубой очистки.

Основные компоненты мехпримесей – оксида кремния, алюминия, магния, натрия и др. Дорожная пыль, попадающая в топливо при транспортировки, содержит от 50 до 95% кварца, твердость к-рого выше твердости конструкционных материалов деталей двигателя. Кварц вызывает абразивное изнашивание деталей. Особенно опасно попадание мехпримесей в прецизионные пары (плунжер и гильза топливного насоса, игла и распылитель форсунки) с очень высокой чистотой поверхности и малым зазором. Абразивное изнашивание прецизионных пар увеличивает зазор между гильзой и плунжером, в результате чего снижается давление впрыска, возрастает утечка топлива и ухудшается качество его распыливания.

Примеси, попадая под иглу форсунки, нарушают плотность посадки иглы на седло распылителя, вызывая подтекание топлива и дымление дизеля. Твердые частицы примесей, проходя с большой скоростью через сопла форсунок, царапают их, вызывая изменение формы и размеров.

В КМКО включен метод определения содержания мехпримесей (ГОСТ 10577), суть к-рого заключается в измерении массы мехпримесей на нитроцеллюлозном фильтре после пропускания через него определенного количества испытуемого топлива. По ГОСТ Р 52368–2005, ТУ 38.401-58-296–2005 и евростандарту EN 590 общее загрязнение определяется по методу EN 12662. Под общим загрязнением подразумеваются все нерастворимые вещества, отделяемые от нефтепродукта при его фильтрации через нитроцеллюлозный мембранный фильтр.

Согласно ГОСТ 305–82 содержание мехпримесей нормируется как «Отсутствие». Определяется методом ГОСТ 6370. Фактически в товарных дизельных топливах содержание мехпримесей (в основном оксидов железа) составляет 0,002–0,004%, что практически не отражается на коэффициенте фильтруемости.

ЧИСТОТА КАРБЮРАТОРА – см. *Склонность бензина к образованию отложений*.

ЧИСТОТА СОТС – уровень загрязнения СОТС твердой фазой, посторонними неэмульгируемыми маслами и микроорганизмами и прочими загрязнителями при транспортировании, хранении, приготовлении, эксплуатации и утилизации. Промышленная чистота СОТС регламентируется ГОСТ 50558.

ЧИСТОТА ТОПЛИВНОГО ИНЖЕКТОРА – см. *Склонность бензина к образованию отложений*.

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ БЕНЗИНА – см. *Октановое число*.

ШИРОКОФРАКЦИОННОЕ ТОПЛИВО – тип реактивного топлива, представляющего собой смесь керосина, лигроина и бензина, выкипающую в диапазоне т-тур 60-280°С.

ШЛАМ – вид отложений, образующихся в бензиновых двигателях и дизелях при работе с малой нагрузкой, при низкой т-ре масла и охлаждающей жидкости. Состав Ш. в бензиновых двигателях и дизелях существенно различается. В бензиновых двигателях Ш. содержит много воды и относительно мало нерастворимых частиц, в дизелях – много частиц сажи и в несколько раз меньше воды. Около 50% Ш. в обоих случаях составляет масло и смолы. Ш. откладывается в поддоне картера, под крышкой механизма газораспределения, в каналах большого сечения, где скорость потока масла мала.

ШЛИКЕР – высококонцентрированная тестообразная масса из смеси различных порошков с жидкостями, в частности с *парафиновыми композициями*. В качестве твердой фазы в Ш. используют порошки металлов, карбиды и нитриды титана, ниобия, кремния и бора, силикаты и др. Ш. обладает способностью плавиться и течь при повышенных т-рах и затвердевать при охлаждении. Используется при изготовлении фарфора, фаянса, керамики, в порошковой металлургии при производстве карбидных и нитридных керамических изделий, тугоплавких и твердых материалов и изделий из них и т.д.

ЩЕЛЕВАЯ КОРРОЗИЯ (*Ндп.* Щелевой эффект) – *коррозия* в щелях и зазорах между двумя металлами, а также в местах неплотного контакта металла с неметаллическим коррозионно-инертным материалом (ГОСТ 5272). Напр., Щ.к. подвержены резьбовые и фланцевые соединения металлического оборудования, эксплуатируемого в электролитах.

ЩЕЛОЧНОЕ ЧИСЛО – количество кислоты, выраженное эквивалентным количеством миллиграммов КОН, требуемым для титрования основных компонентов, присутствующих в 1 г образца при титровании в точно установленных условиях (ISO 2.10.201).

ЭВТЕКТИКА – расплав, находящийся в равновесии с двумя или более твердыми фазами. Т-ра кристаллизации Э. называется эвтектической точкой. Продукт кристаллизации жидкой Э. – твердая Э., высокодисперсная смесь нескольких твердых фаз того же состава, что и у жидкой Э.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОТОРНЫХ МАСЕЛ характеризуются их *биоразлагаемостью*, *совместимостью с катализаторами нейтрализации отработавших газов* и влиянием на состав последних.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СОТС – свойства СОТС, оказывающие прямое или косвенное влияние на жизнедеятельность людей и окружающую среду (атмосферу, почву и воду). Оценивают их по *токсичности СОТС*, канцерогенности (см. *Канцерогенное действие СОТС*), *испаряемости СОТС*, способности образовывать масляный туман (см. *Противотуманные свойства СОТС*), *взрывоопасности СОТС* и биоразлагаемости.

В области производства СОТС экологические проблемы решаются двумя путями:

• создание экологически безопасных продуктов (нетоксичных, не загрязняющих окружающую среду, обладающих высокой биоразлагаемостью, легко утилизируемых) с длительным сроком службы;

• разработка высокоэффективных методов утилизации отработанных СОТС.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К МОТОРНЫМ МАСЛАМ в зависимости от назначения последних могут быть различными. В основном, они сводятся к минимизации влияния масла на токсичность *отработавших газов*, к *совместимости с катализаторами нейтрализации отработавших газов*, возможности регенерации отработанного масла, его биоразлагаемости. Перечисленные требования удовлетворяют путем нормирования испаряемости и зольности масел, содержания в них фосфора, серы, галогенов, исключения из пакета присадок некоторых металлов (в первую очередь бария), использования в качестве базовых компонентов эфиров, растительных масел. Разработка и внедрение *долгоработающих моторных масел* приводит к значительному уменьшению объема *отработанных масел*, но долгоработающие масла накапливают больше веществ, оказывающих негативное влияние на окружающую среду.

ЭКСПЛУАТАЦИОННОЕ СВОЙСТВО НЕФТЕПРОДУКТА – свойство, проявляющееся при производстве, транспортировании, хранении, испытании, применении нефтепродукта и характеризующее совокупность однородных явлений при этих процессах.

ЭКСПЛУАТАЦИОННОЕ СВОЙСТВО ТОПЛИВА – объективная особенность топлива, к-рая может проявляться в процессе производства, транспортирования, хранения, испытания и применения его в технике (ГОСТ 4.25).

Э

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ МОТОРНЫХ МАСЕЛ проводят с целью оценки их важнейших свойств в реальных условиях работы, а также установления сроков смены масел и обслуживания агрегатов *смазочной системы двигателей*. При Э.и.м.м. опытное масло работает в двигателях, установленных на объектах техники (на автомобилях, тракторах, тепловозах, кораблях и т.п.). Результаты его испытаний сравнивают с показателями, полученными при испытании масла, принятого за базу сравнения (эталон). В некоторых спецификациях производителей техники результаты Э.и.м.м. сравнивают с заданными показателями, соответствие которым является условием допуска испытываемого масла к применению. Для получения достоверных результатов Э.и.м.м. необходимо проводить на нескольких объектах техники, работающих в идентичных условиях достаточно длительное время, чтобы охватить все сезоны года, получить надежно измеримые значения износа деталей двигателей.

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ЖИДКИХ СОТС (то же, что и СОЖ) – комплекс свойств СОТС, обеспечивающий возможность его применения в условиях современного производства с учетом социальных, санитарно-гигиенических, экологических, экономических требований (ГОСТ Р 51779). Свойства, которые в процессе эксплуатации СОТС обеспечивают надежность и эффективность работы металлообрабатывающего оборудования (см. также табл. С-2), определяют способность СОТС влиять на износ и стойкость инструмента, точность и шероховатость поверхности обрабатываемых изделий и др. важные показатели процессов обработки металлов, называют основными эксплуатационными свойствами. Кроме этого, Э.с.ж. СОТС являются нетоксичность, антикоррозионность, стабильность, биостойкость, гигиеничность. СОЖ не должна разъедать окраску оборудования и трубопроводы, вспениваться, разбрызгиваться, эмульгировать смазочные и гидравлические масла, вызывать заедание трущихся частей станка, разрушать изоляцию электрооборудования, сильно испаряться и т.д. СОЖ должна быть пожаро- и взрывобезопасна, легко обезвоживаться и разлагаться перед сбросом в сточные воды, непрерывно сохранять свои свойства в течение заданного периода времени, что характеризует ее стойкость.

В качестве критериев оценки основных Э.с.ж. СОТС при обработке металлов резанием обычно

принимают износ и стойкость инструментов, точность и шероховатость поверхности обрабатываемых изделий. Дополнительными показателями, характеризующими Э.с.ж. СОТС являются крутящий момент, составляющие силы резания, температурные поля в инструменте, микропрофиль контактных поверхностей, виброустойчивость процесса резания, а также поломки, выкрашивания и сколы инструмента.

На Э.с.ж. СОТС в свою очередь влияют свойства обрабатываемого материала, форма и размеры заготовки, вид операции обработки, вид инструмента и его геометрия, тип металлорежущего станка, его кинематические и динамические характеристики, режим резания и др. факторы. Исходя из этого, точные данные об основных Э.с.ж. СОТС можно получить только при условии учета влияния этих факторов.

Наиболее полную оценку Э.с.ж. СОТС можно дать непосредственно путем испытания их на металлообрабатывающих станках в условиях производства.

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА МОТОРНОГО МАСЛА – комплекс свойств, характеризующих способность масла выполнять все свои функции в данных условиях применения в течение наработки, установленной нормативной документацией или спецификацией изготовителя техники.

ЭКСПРЕСС-МЕТОД – метод испытания, позволяющий с установленной вероятностью за более короткое время, чем стандартный метод, определить показатель качества нефтепродукта и принять решение о необходимости проверки его в лабораторных условиях.

ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗ – оценка качества нефтепродукта, проводимая с использованием экспресс-метода. Данные экспресс-анализа нельзя использовать для предъявления претензии, оформления паспорта качества нефтепродукта или записи в журнал анализов. Если экспресс-анализ показал, что нефтепродукт некондиционный, то эти данные необходимо проверить лабораторными испытаниями

ЭКСТРАГЕНТ – вещество, способное избирательно извлекать отдельные компоненты из твердых материалов (при экстрагировании) или жидких смесей (при жидкостной *экстракции*). Э. служат углеводороды, спирты, водные растворы неорганических кислот и щелочей, фосфаты (эфиры), нафтеновые фосфорорганические кислоты и др.

ЭКСТРАГИРОВАНИЕ – способ извлечения одного или нескольких компонентов из твердых тел обычно с помощью органических растворителей (*экстрагентов*). Э. пользуются, напр., для выделения растительных и эфирных масел. Э. с использованием водных растворов кислот и щелочей, а также бактерий часто называют выщелачиванием; его применяют в горном деле, гидрометаллургии, химической промышленности и др.

ЭКСТРАКЦИЯ – способ разделения и извлечения компонентов жидкой смеси путем перевода их из одной жидкой фазы (напр., водного раствора) в другую (обычно органическую), содержащую экстрагент. Разделение фаз после Э. производят отстаиванием, центрифугированием, кристаллизацией и др.

ЭЛАСТО-ГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ СМАЗКА – смазка, при которой характеристики трения и толщина пленки жидкого смазочного материала между двумя поверхностями, находящимися в относительном движении, определяются упругими свойствами материалов тел, а также реологическими свойствами смазочного материала (ГОСТ 27674).

ЭЛЕКТРИЗУЕМОСТЬ ТОПЛИВА – способность топлива накапливать заряд статического электричества при перекачках. Законченной теории электризации топлива пока не разработано. Различными исследованиями установлено, что электризуемость углеводородных топлив в основном зависит от их состава, содержания в них дисперсной фазы, скорости потока топлива, природы и вида поверхности соприкосновения, а также ее площади. Накопление достаточно высокого заряда статического электричества в топливе может привести к самопроизвольному его разряду и как результат – к взрыву и пожару от возгорания паров топлива.

Предложены различные методы прямой оценки склонности топлива к электризации, но из-за сложности воспроизведения в одном приборе многочисленных факторов, определяющих электризацию топлива, и трудности получения корреляции с электризацией в натурных условиях эти методы пока используются как исследовательские.

Склонность топлива к электризации в значительной степени зависит от их удельной электрической проводимости. Эта зависимость носит экстремальный характер, достигая максимума накопления зарядов при проводимости около 10 пСм/м, а при 50 пСм/м и более заряды в топливе практически не накапливаются, так как скорость их релаксации превышает скорость генерирования. Для борьбы с опасным накоплением в углеводородных топливах зарядов статического электричества разработаны антистатические присадки, механизм действия к-рых основан на повышении проводимости топлива выше указанного предела – 50 пСм/м. Однако очень вы-

сокая электропроводимость топлива недопустима из-за нарушений в работе топливно-измерительной аппаратуры (топливомеров и расходомеров) емкостного типа, устанавливаемой в баках самолетов. В связи с этим обычно устанавливают верхний предел электропроводимости, к-рый для российских реактивных топлив составляет 600 пСм/м (за рубежом считают допустимым пределом 300 пСм/м).

Наибольшая электризация топлива происходит при его прохождении с большими объемными скоростями (более 500 л/мин) через фильтр при заправке самолета. В настоящее время для борьбы с электризацией наряду с антистатическими присадками в аэродромных средствах заправки успешно применяются нейтрализаторы статического электричества – устройства, устанавливаемые в потоке топлива за фильтром, позволяющие слить образующийся при заправке заряд статического электричества.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СЕПАРАЦИЯ СОТС – отделение ферромагнитных частиц твердого загрязнителя от смазочно-охлаждающей жидкости при воздействии на жидкость электромагнитных полей.

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА – защита металла от коррозии, осуществляемая поляризацией от внешнего источника тока или путем соединения с металлом (*протектором*), имеющим более отрицательный или более положительный потенциал, чем у защищаемого металла (ГОСТ 5272). В зависимости от направления поляризации различают *катодную* и *анодную защиты*.

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ КОРРОЗИЯ МАТЕРИАЛОВ РЕАКТИВНЫМ ТОПЛИВОМ – см. *Совместимость реактивного топлива с конструкционными материалами*.

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ КОРРОЗИЯ – взаимодействие металла с коррозионной средой (раствором электролита), при котором ионизация атомов металла (анодная реакция) и восстановление (катодная реакция) окислительной компоненты *коррозионной среды* протекают не в одном акте, и их скорости зависят от электродного потенциала (ГОСТ 5272).

При Э.к. на различных участках металлической поверхности протекают два процесса (катодный и анодный), при этом катодные и анодные участки пространственно разделены (локализованы). Локализация коррозионных процессов происходит на участках с различными физическими и химическими свойствами. Наличие таких участков обусловлено присутствием в металле примесей, неравномерным распределением ионов металла, водорода, кислорода и др. коррозионных агентов около корродирующей поверхности, неравномерным нагревом различных участков металлической поверхности и наложением внешнего электрического поля, неоднородностью поверхности из-за дефекта *защитных покрытий*, наличием *продуктов коррозии*, неравномерностью приложенных внешних нагрузок.

Можно выделить три стадии, протекающие при Э.к.:

• анодный процесс – переход ионов металла в раствор и гидратация их с образованием некомпенсированных электронов на анодных участках по реакции:

$Me+mH_2O \rightarrow Me^{ne}mH_2O+ne$;

• процесс электропереноса – перетекание электронов по металлу от анодных участков к катодным и перемещение катионов в электролите;

• катодный процесс – ассимиляция электронов каким-либо деполяризатором (обычно это катион водорода или молекула кислорода), находящимся в электролите и способным восстанавливаться на катодных участках по реакции:

$D+ne \rightarrow [Dne]$.

Если процесс деполяризации происходит за счет восстановления кислорода, то коррозионный процесс идет с кислородной деполяризацией:

$O_2+2H_2O+4e^- \rightarrow 4OH^-$.

Если деполяризатором служат ионы водорода, то процесс идет с водородной деполяризацией:

$H^++e^- \rightarrow H$, $H+H \rightarrow H_2$ ↑.

На практике встречаются в основном процессы коррозии с кислородной и водородной деполяризацией. В некоторых условиях деполяризаторами, т.е. частицами, ассимилирующими электроны и, следовательно, восстанавливающимися на катоде, являются диоксид серы, атомарный хлор, любые металлические катионы разных степеней окисления (ионы железа, хрома), а также кислородсодержащие неорганические анионы.

Скорость Э.к. зависит от скорости двух сопряженных электродных (анодной и катодной) реакций. О скорости этих реакций обычно судят по изменению потенциала электрода при пропускании через него электрического тока, т.е. по *поляризационной коррозионной диаграмме*, построенной для данного металла в выбранной среде. По наклону поляризационных кривых можно судить, какая из электродных реакций определяет суммарную скорость коррозионного процесса, а также можно рассчитать относительную долю начальной разности потенциалов, которая теряется на сопротивлении. Эта величина является мерой контроля коррозионного процесса электрохимической реакции – контролирующим фактором.

Основное уравнение коррозии:

$I' = (\varphi_{ко} - \varphi_{ао})/(R + P_к + P_а)$,

где I' – скорость коррозии, отвечающая данному омическому сопротивлению системы; $(\varphi_{ко} - \varphi_{ао})$ – разность начальных значений потенциалов катода и анода, характеризует термодинамическую возможность протекания Э.к.; R – омическое сопротивление коррозионного элемента (учитывает сопротивление электролита); $P_к$, $P_а$ – поляризационное сопротивление катодного и анодного процессов соответственно (сопротивление протеканию электродных процессов).

Скорость коррозионного процесса зависит от начальной разности потенциалов анодного и катодного процессов, от катодной и анодной поляризуемости и омического сопротивления.

Снизить скорость Э.к. можно при:

- сближении потенциалов анодной и катодной реакции, т.е. уменьшении степени термодинамической нестабильности;
- увеличении катодной поляризуемости, приводящем к торможению катодной реакции;
- увеличении анодной поляризуемости, приводящем к торможению анодной реакции;
- увеличении омического сопротивления.

Торможение коррозионного процесса по одному из указанных путей определяет вид контроля. Различают коррозию, протекающую с *катодным, анодным, омическим, диффузионным и поляризационным контролем* (ГОСТ 5272).

При катодном контроле скорость коррозии контролируется преимущественно катодной реакцией, при анодном – определяется преимущественно скоростью анодного процесса. Наиболее часто наблюдаются процессы Э.к., скорость которых определяется кинетикой обеих электродных реакций.

Для коррозии металлов в атмосферных условиях, в нейтральных электролитах и в кислых средах характерен преимущественный контроль скоростью катодной реакции. Контролирующим процессом для металлов, способных переходить в пассивное состояние, является анодная реакция. Смешанный контроль – контроль скоростями обеих реакций – наиболее распространен в практике и встречается в различных условиях, напр., при коррозии алюминия в нейтральных средах.

При выборе способа защиты металла от коррозии необходимо иметь в виду все факторы, способствующие торможению Э.к. в конкретных условиях. Так, некоторые изолирующие *защитные покрытия* могут тормозить коррозию вследствие увеличения омического сопротивления, активные ингибированные защитные материалы тормозят коррозионный процесс за счет увеличения степени анодного и/или катодного контроля.

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СОТС – очистка и разложение отработанной смазочно-охлаждающей жидкости с помощью электролиза.

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ НЕФТИ – см. *Нефть*.

ЭМУЛЬГАТОРЫ – ПАВ, одной из функций которых является понижение межфазного натяжения между маслом и водой в результате положительной адсорбции. Наряду с понижением межфазного натяжения и облегчением вследствие этого эмульгирования масла, ПАВ также стабилизируют эмульсии. Они образуют вокруг каждой капли защитный слой в результате адсорбции на поверхности раздела. Для получения высокоустойчивых эмульсий защитные адсорбционно-сольватные слои должны обладать упругостью и механической прочностью. К таким ПАВ относятся вещества, образующие гелеобразные структурные адсорбционные слои. Для оценки поверхностных и обьемных свойств ПАВ, а также возможности их применения для тех или иных целей пользуются соотношением двух противоположных групп гидрофильной и гидрофобной (липофильной), так называемым гидрофильно-липофильным балансом (ГЛБ).

Стабилизаторами эмульсий типа «масло в воде» являются гидрофильные коллоиды (значение ГЛБ от 8 до 13), а эмульсий типа «вода в масле» – олеофильные коллоиды (значение ГЛБ от 3 до 8).

Гидрофобная часть молекулы всегда состоит из углеводородного радикала. В зависимости от гидрофильной части молекул Э. разделяют на анионоактивные, катионоактивные и неионогенные (см. *Поверхностно-активные вещества*).

ЭМУЛЬСИИ КОАЛЕСЦЕНСИЯ – самопроизвольное слияние капель. Капельки эмульсии сближаются непрерывно (до соприкосновения их поверхностей) и до тех пор, пока разделяющий их слой жидкости при некоторой определенной толщине не станет нестабильным и не разрушится. Капельки коалесцируют (сливаются), если в эмульсии нет достаточного количества ПАВ.

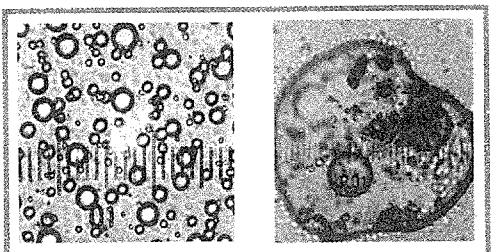
ЭМУЛЬСИОННЫЕ СОТС – см. *Водосмешиваемые СОТС*.

ЭМУЛЬСИЯ – смесь двух жидкостей, причём одна жидкость (дисперсная фаза) распределена в другой (дисперсная среда в виде мельчайших капелей). Способы разрушения эмульсий – отстой, фильтрация, добавка деэмульгаторов.

ЭМУЛЬСИЯ ВОДОНЕФТЯНАЯ – дисперсная термодинамически устойчивая равновесная система двух нерастворимых друг в друге жидкостей (воды и нефти), одна из которых диспергирована в другой в виде мелких капель.

При подготовке нефти встречаются эмульсии трёх типов: прямого типа (нефть в воде), обрат-

ного типа (вода в нефти) и множественные (в диспергированных в нефти глобулах воды содержатся капельки нефти) (**рис. Э-1**).



а) б)

Рис. Э-1. Микрофотографии водонефтяных эмульсий:

а – сырая западно-сибирская нефть; б – единичная водяная глобула множественной эмульсии

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ МАСЛА – принятое в России название группы масел, включающей *турбинные масла*, электроизоляционные масла и *компрессорные масла*.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ МОТОРНОЕ МАСЛО – масло, которое за счет снижения потерь на трение способствует уменьшению расхода топлива. Экономия топлива при работе на Э.м.м. достигается снижением потерь на трение между деталями цилиндро-поршневой группы, в подшипниках коленчатого вала, механизме газораспределения. Там, где преобладает гидродинамический режим смазки, потери на трение уменьшают путем снижения вязкости масла в допустимых пределах. Кроме того, у всесезонных масел, загущенных макрополимерными присадками, наблюдается временное падение вязкости с увеличением градиента скорости сдвига. Это также способствует снижению потерь на трение.

Там, где имеет место граничный режим смазки, потери на трение уменьшают введением в состав масла присадок – модификаторов трения. Молекулы этих присадок, адсорбируясь на поверхностях трения деталей, образуют своеобразный «ворс», легко деформирующийся в направлении движения.

В стандартной логограмме API Э.м.м. маркируют словами «Energy Conserving», а в марках масел после класса вязкости и категории по уровню эксплуатационных свойств и области применения ставят аббревиатуру EC, например, SAE 5W-30 API SJ/EC. Все масла, сертифицированные согласно *классификации моторных масел ILSAC* (GF-I, GF-2, GF-3 и CF-4), относятся к энергосберегающим. Энергосберегающие свойства масел оценивают в сравнении с эталонным маслом при моторных испытаниях по методам Sequence VI (категория GF-1), Secuence VIA (категория GF-2) Sequence VIB (категорий GF-3 и CF-4). В *классификации моторных масел ACEA* к энергосберегающим относятся масла категорий A1/B1, A5/B5, C1, C2 и C3. Их энергосберегающие свойства оценивают моторным методом CEC-L-54-T-96 (M-111E). Снижение потерь на трение достигается оптимизацией вязкостно-температурных свойств масла, введением в его состав *антифрикционных присадок к маслам*, специальным подбором *моюще-диспергирующих присадок к маслам*. В исправных автомобилях энергосберегающие масла дают экономию топлива 3,0–5,5% при езде по городу, до 2,2–2,8% на рейсах средней дальности и до 2,0–3,0% на дальних рейсах по благоустроенным дорогам. В зимних условиях эксплуатации экономия топлива несколько больше указанных средних значений.

Важно обратить внимание на то, что маловязкие энергосберегающие масла могут быть непригодны для смазывания высокофорсированных двигателей, рассчитанных на применение более вязких масел.

ЭПЮРА ИЗНОСА ЦИЛИНДРА – графическое изображение износа цилиндра вдоль его оси или перпендикулярно к ней.

ЭРОЗИОННОЕ ИЗНАШИВАНИЕ – *изнашивание* поверхности в результате воздействия потока жидкости (гидроэрозионное изнашивание) или газа (газоэрозионное изнашивание).

ЭТЕРИФИКАЦИЯ, в нефтепереработке распространённое название процесса синтеза МТБЭ и др. эфиров (см. *Каталитическое о-алкилирование спиртов трет-изоолефинами*). Обычно этерификацией называют реакцию образования простых или сложных эфиров из спиртов и органических кислот. Учитывая, что изобутилен обладает слабой кислотностью, равной 3,0 по Гамету, процесс синтеза МТБЭ и др. эфиров можно отнести и к разновидности реакции этерификации.

ЭТИЛИРОВАННЫЙ БЕНЗИН – бензин, для повышения детонационной стойкости которого используется *этиловая жидкость*. С 1 июля 2003 г. производство и применение в РФ этилированных автомобильных бензинов запрещено, что закреплено Федеральным законом РФ № 34-ФЗ от 22 марта 2003 г. Использование этиловой жидкости допущено только при производстве авиационных бензинов.

ЭТИЛОВАЯ ЖИДКОСТЬ – антидетонационная присадка, содержащая тетраэтилсвинец (ТЭС), прерывающий цепные реакции окисления, растворитель (бензин Б-70), краситель и некоторые галоидзамещенные углеводороды – соедине-

ния-выносители (дибромэтан, дибромпропан, и др.). Последние предназначены для предотвращения отложений свинцовых соединений в двигателе. Выносители образуют с оксидом свинца летучие соединения и удаляются из камеры сгорания вместе с отработавшими газами. Содержание тетраэтилсвинца в Э.ж. колеблется от 50 до 63% масс. Э.ж. добавляют к бензинам не более 3–4 мл/кг. Это ядовитая маслянистая жидкость с характерным запахом, не растворимая в воде. Обычно окрашивается в ярко-красный, темно-синий или оранжевый цвет.

ЭФИРЫ ДИКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ И СЛОЖНЫХ ЭФИРОВ МНОГОАТОМНЫХ СПИРТОВ. СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ – см. *Свойства и применение эфиров дикарбоновых кислот и сложных эфиров многоатомных спиртов.*

ЭФИРЫ ДИКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ – соединения, содержащие в своем составе фрагменты дикарбоновых кислот и одноатомных спиртов. Из класса Э.д.к. в качестве базовых компонентов смазочных материалов применяют в основном диоктилсебацинат (ДОС). Исходными веществами для синтеза ДОС являются себациновая кислота, выделяемая из растительного масла клещевины, и 2-этилгексанол. Помимо ДОС в качестве основ синтетических масел используют эфиры 1,10-декандикарбоновой, адипиновой, азелаиновой кислот и одноатомных спиртов. (См. также *Получение сложных эфиров дикарбоновых кислот и сложных эфиров многоатомных спиртов и Свойства и применение эфиров дикарбоновых кислот и сложных эфиров многоатомных спиртов*).

ЭФИРЫ НЕОПЕНТИЛПОЛИОЛОВ (неопентиловые масла) – синтетические масла, представляющие собой сложные эфиры неопентиловых многоатомных спиртов. Получают реакцией этерификации неопентиловых спиртов (неопентилгликоля, триметилолэтана, триметилолпропана, пентаэритрита и др.) монокарбоновыми кислотами. Используют в качестве высокотемпературных смазочных масел для авиационных двигателей, основ смазок, приборных масел, для смазывания промышленного оборудования, особенно при большой частоте вращения и при высокой т-ре и т.д. Э.н. превосходят нефтяные масла по термической и термоокислительной стабильности, характеризуются более низкими т-рами застывания. В зависимости от строения исходных спиртов можно получать Э.н. с широким диапазоном вязкости – от 6 до 40 мм²/с при 38°С, с индексом вязкости от 113 до 167, с т-рой застывания до –62°С. Т-ра вспышки колеблется от 200 до 260°С.

ЮВЕНИЛЬНАЯ ПОВЕРХНОСТЬ – физически чистая поверхность материала, состоящая только из его атомов или молекул. Поверхности, близкие к Ю.п., можно получить путем нарушения целостности твердого тела – изломом, расколом или разрезом по плоскости спайности, сильным нагреванием в вакууме, обработкой адсорбционно-абразивными порошками. Твердое тело может сохранять Ю.п. лишь в условиях глубокого вакуума или в среде инертного газа.

ЮВЕНИЛЬНОЕ ТРЕНИЕ – трение, возникающее при контакте абсолютно чистых поверхностей, которые могут быть созданы искусственно только в условиях тонкого эксперимента в глубоком вакууме при т-ре несколько сот градусов Цельсия. В практических условиях Ю.т. может возникать на отдельных участках поверхностей трения, обнажившихся в результате удаления поверхностных пленок при изнашивании.

Приложение А-1

Некоторые характеристики активного оксида алюминия, выпускаемого в России
(гранулы цилиндрической формы)

Марка	Норматив	Диаметр гранул, мм	Насыпная плотность, г/л	Удельная поверхность, $м^2/г$	Суммарный объем пор, $см^3/г$	Преобладающий радиус пор*, нм	Содержание примесей, %, не более		
							Fe_2O_3	Na_2O	SiO_2
А-1	ГОСТ 8136	4-6; 5-25	400-550	180-220	0,8-1,0	7,0; 300	0,1	-	-
А-2	ГОСТ 8136	5-25	550-750	-	-	-	0,1	-	-
А-15	ГОСТ 8136	2,6-3,0; 3-7	600±50	200	0,7	6,0-10,0	0,02	0,03	-
А-64	ГОСТ 8136	1,5-2,0; 3-7	600±50	200	0,7	6,0-10,0	0,02	0,02	-
А	ТУ 38-101-190	4,5; 3,5	610-630	200-170	-	-	0,15-0,20	0,1	1,0-1,5
В	ТУ 38-101-190	2,8; 3,5	610-630	200-170	-	-	0,35-0,45	0,3-0,4	0,03-0,10
АС-64	ВТУ 1-42	4-5; 4-7	600-700	200	0,6	-	0,02	0,1	1,0

* Показатели, характеризующие пористую структуру в действующих ГОСТ (ТУ), не нормированы. Приведены результаты измерений ряда образцов

Приложение А-2

Характеристика некоторых марок активного оксида алюминия, выпускаемых за рубежом

Фирма	Марка	Форма и размер гранул, мм	Насыпная плотность, г/л	Удельная поверхность, $м^2/г$	Суммарный объем пор, $см^3/г$	Средний радиус пор, нм	Содержание примесей, % масс., не более			Назначение продукта
							Fe_2O_3	Na_2O	SiO_2	
"Гудри Хюлле", ФРГ	H0401 H0415 H0416 H0417 H0403	Цилиндры: 1,6; 2,4; 3,2; 4,0; 2,8 Цилиндры: 2,0-4,0; 3,7-7,0	900 800 880 830 816-840	200 160 300 300 300-350	0,42 0,45 0,44 0,47 0,5-0,65	8,5 11,0 6,0 6,0 -	- -	0,4 0,7 0,6 0,1 0,5	0,05 0,05	Носитель катализатора Адсорбент, носитель катализатора Осушитель
БАСФ, ФРГ	A	Цилиндры, кольца, шарики: 3-10; 1-20	500-800	200-300	0,4-0,1	-	0,1	0,1	0,1	Катализатор, и носитель катализатора
"Пешине-Сент-Гобэн", Франция	GCS-300 GDS-300 SCM-250	Цилиндры: 1,2-2,0 Шарики: 2-6	700 650	300 250	0,55 0,67	7,5 11,0	0,01 0,045 0,025	0,02 0,9 0,06	0,02 0,15 0,02	Носитель
"Харшоу", США	A1-0104T A1-1404T	Таблетки: 3, 2	815	90 190	0,28-0,33 0,42-0,51	7,0 5,0	-	-	-	Осушители газов и жидкостей, катализатор, носитель, средство для обесфторивания алкилатов, нейтрализации смазочных масел
"Кайзер Алюминиум", США	KA-201	Шарики: 0,6-6,0	720	380	0,51	5,0	0,02	0,3	$0,2TiO_2$ - 0,02 Cl - 0,001	Осушитель Носитель
"Рейнольдс Алюминиум", США	RA-320, RA-1, RA-3	Гранулы или порошок тонкого помола	760-840	210-240	0,2-0,25	-	0,02	0,5	$0,1TiO_2$ - 0,002	Осушитель газов и жидкостей, носитвль катализаторов
"Алкоа", США	F-1, F-3, F-7 P-20 F-21 H-151	Гранулы: 7-12 Порошок: 0,05 Гранулы: 2,4-6,0 Гранулы: 0,17-0,075 Шарики: 3,0-6,0	830, 875 1080. 810	210 210 390	- - 	- - 	0,08 0,08 0,13	0,9 0,9 1,6	0,09 0,09 2,2	Осушитель, носитель катализатора, катализатор Насадка при хроматографии Осушитель (под высоким давлением)

Приложение Д-1

ГОСТ 305-82. Технические требования к дизельному топливу

Показатели	Марка топлива		
	Л	З	А
Цетановое число, нв менее	45	45	40
Фракционный состав:			
50% перегоняется при температуре, °С, не выше	280	280	255
96% перегоняется при температуре (конец перегонки), °С, не вышв	360	340	330
Кинематическая вязкость при 20°С, мм²/с	3,0-6,0	1,8-5,0	1,5-4,0
Т-ра застывания, °С, не выше, для климатической зоны:			
умеренной	-10	-35	-
холодной	-	-45	-55
Т-ра помутнения, °С, не выше, для климатической зоны:			
умеренной	-5	-25	-
холодной	-	-35	-
Т-ра вспышки в закрытом тигле, °С, не ниже:			
для тепловозных и судовых дизелей и газовых турбин	62	40	35
для дизелей общего назначвния	40	35	30
Массовая доля серы, %, не более, в топливе:			
вида I	0,20	0,20	0,20
вида II	0,50	0,50	0,40
Массовая доля мврка птановой серы, %, не более	0,01	0,01	0,01
Содержание сероводорода	отсутствие	отсутствие	отсутствие
Испытание на медной пластинке	выдерживают	выдерживают	выдерживают
Содержание водорастворимых кислот и щелочей	отсутствие	отсутствие	отсутствие
Концентрация фактических смол, мг/100 см³, не более	40	30	30
Кислотность, мг КОН/100 см³, не более	5	5	5
Йодное число, г J_2/100 г, не более	6	6	6
Зольность, %, не более	0,01	0,01	0,01
Коксуемость 10%-го остатка, %, не более	0,20	0,30	0,30
Коэффициент фильтруемости, не более	3	3	3
Содержание воды и механических примесей	отсутствие	отсутствие	отсутствие
Плотность при 20°С, кг/м³, не более	860	840	830
Предельная т-ра фильтруемости. °С, не выше	-5	-	-

Примечания.

1. По согласованию с потребителем допускается вырабатывать и поставлять: топливо марки А и марки З (с т-рой застывания -45°С) с цетановым числом не менее 40.
2. Топливо марки З с цетановым числом не менее 45 по требоеанию потребителвй допускается вырабатывать с т-рой застывания нв выше -40°С.
3. По согласованию с потребителем для дизельного топлива марки З, получаемого из летнего топлива с применениим карбамидной депарафинизации, допускается т-ра помутнения не выше -11°С при т-ре застывания не выше -35°С. Остальныв показатели должны соответствовать требованиям к топливу марки Л.
4. По согласованию с потребителем допускается вырабатывать топливо марки З (из летнего топлива) с т-рой застывания -35°С с применением депрессорной присадки. При этом остальные показатели должны соответствовать требованиям к топливу марки Л. Топливо с присадкой допускается к применению при т-ре окружающего воздуха не ниже -15°С.
5. Для дизельных топлив марок З и А, вырабатываемых из бакинских нефтей, допускается зольность не более 0,02% (кроме топлив, предназначенных для газовых турбин) и концентрация фактических смол нв более 60 мг/100 см³ топлива.
6. В дизельном топливе всех марок после пяти лет хранения допускается увеличение кислотности на 1 мг КОН и концентрации фактических смол на 10 мг/100 см³ топлива.
7. Дизельное топливо марок Л, З, А высшего сорта должно выпускаться по следующим нормируемым показателям: массовая доля серы - не более 0,2%; концентрация фактических смол - не более 25 мг/100 см³ топлива; йодное число - не более 5 г J_2/100 г топлива; зольность - не более 0,008%; коксуемость 10%-го остатка - не более 0,2% для марки Л и не более 0,1% для марок З и А; коэффициент фильтруемости - не более 2.
8. По согласованию с потребителем допускается выработка и применение топлива марки Л с т-рой застывания не выше 0°С (без определения т-ры помутнения) и содержанием воды - не более, чем "следы" (для топлива высшего сорта - отсутствив) при минимальной т-ре воздуха (на месте применения топлива) не ниже 5°С.
9. Для дизельных топлив из сахалинских, троицко-анастасьевской, а также из смеси троицко-анастасьевской и казахстанских нефтей устанавливается норма по плотности для марки Л - не более 875 кг/м³, для марок З и А - не более 860 кг/ м³.
10. Примечания 1-6 нв распространяются на дизельное топливо всех марок высшего сорта, а также поставляемое на экспорт.
11. Для техники, эксплуатируемой при подземных разработках и в карьерах, применяют топливо с содержанием серы не более 0,2%

Приложение Д-2 (табл. 1-3)

ГОСТ Р 52368-2005. Топливо дизельное ЕВРО.

Топливо должно соответствовать требованиям (**табл. 1**) с дополнительными требованиями, устанавливающими сезонные сорта и классы: для умеренных климатических условий (**табл. 2**), для холодных и арктических (**табл. 3**).

1. Технические требования к дизельному топливу класса ЕВРО (ГОСТ Р 52368-2005)

Показатели	Значение
Цетановое число, не менее	51
Цетановый индекс, не менев	46
Плотность при 15°С, кг/м³	820-845
Полициклические ароматические углеводороды, % масс., не более	11
Содержание серы, мг/кг, не более	350; 50; 10
Т-ра вспышки в закрытом тигле, °С, выше	55
Коксуемость 10%-го остатка разгонки, % масс., не более	0,30
Зольность, % масс., не более	0,01
Содержание воды, мг/кг, не более	200
Общее загрязнение, мг/кг, нв более	24
Коррозия медной пластинки (3 ч при 50°С), ед. по шкале	Класс 1
Окислительная стабильность: общее количество осадка, г/м³, не более	25
Смазывающая способность, скорректированный диаметр пятна износа при 60°С, мкм, не более	460
Вязкость кинематическая при 40°С, мм²/с	2,00-4,50
Фракционный состав:	
при 250°С, %об., менее	65
при 350°С, %об., не менее	85
95% об. перегоняется при т-ре, °С, не выше	360
Содержание метиловых эфиров жирных кислот, % об., не более	5

Примечания.

1. Для топлива, получаемого прямой перегонкой нефти, допускается на месте производства заменять определение цетанового числа по ГОСТ 3122 и EN ISO 5165 расчетным методом: цетановый индекс по EN ISO 4264.
2. Для расчета цетанового индвкса необходимо определить точки отгона 10, 50 и 90% (по объему).
3. Показатель "Полициклические ароматические углеводороды" определяют по EN 12916 как разность значений общего содержания ароматических углеводородов и моноароматических углеводородов.
4. Топливо с содержанием серы менее 10 мг/кг маркировать как топливо "не содержащее свры". Допускается производство топлива с содержанием серы не болве 500 мг/кг (Вид 0).
5. Предельное значение коксового остатка определяется до введения присадки, улучшающей воспламенение. Наличие присадки определяется по EN ISO 13759. Использование присадок не освобождает производителя от соблюдения требований по коксовому остатку максимум 0,30% масс. до введения присадок.
6. Показатель "Коррозия медной пластинки" допускается определять по ГОСТ 6321 с нормой "Выдерживает".
7. Показатель "Содержание метиловых эфиров жирных кислот" определяется при их введении в топливо. Дизельное топливо может содержать до 5% об. метиловых эфиров жирных кислот по EN 14214

2. Требования к топливам для умереиных климатических условий

Показатели	Сорт					
	A	B	C	D	E	F
Предельная т-ра фильтруемости, °С	+5	0	-5	-10	-15	-20

3. Требования к топливам для холодного и арктического климатов

Показатели	Класс топлива				
	0	1	2	3	4
Предвльная т-ра фильтруемости, °С, не выше	-20	-26	-32	-38	-44
Т-ра помутнения, °С, не выше	-10	-16	-22	-28	-34
Плотность при 15°С, кг/м³	800-845	800-845	800-840	800-840	800-840
Вязкость кинематическая при 40°С, мм²/с	1,50-4,00	1,50-4,00	1,50-4,00	1,40-4,00	1,20-4,00
Цетановое число, не менее*	49,0	49,0	48,0	47,0	47,0
Цетановый индекс, не мвнее*	46,0	46,0	46,0	43,0	43,0
Фракционный состав, % об.:					
до 180°С, не более	10	10	10	10	10
до 340°С, % об., не менее	95	95	95	95	95

* см. примечания 1, 2 к табл. 1 *приложения Д-2*.

Приложение Д-3

Технические требования к дизельному зимнему топливу ДЗп с депрессорной присадкой (ТУ 38.101889-2004)

Показатели	Значение
Цетановое число, не ниже	45
Фракционный состав, °С, не выше:	
50%	280
96%	360
Вязкость кинематическая при 20°С, мм²/с	3,0-6,0
Т-ра застывания, °С, не выше	-25
Т-ра помутнения, °С, не выше	-5
Предельная т-ра фильтруемости, °С, не выше	-15
Т-ра вспышки в закрытом тигле, °С, не ниже	40
Массовая доля серы, %, не более	0,001; 0,005; 0,035; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5
Массовая доля меркаптановой серы, %, не более	0,01
Содержание сероводорода	отсутствие
Испытание на медной пластинке	выдерживает
Кислотность, мг КОН/100 см³ топлива, не более	5,0
Содержание водорастворимых кислот и щелочей	отсутствие
Зольность, %, не более	0,01
Коксуемость 10%-го остатка, %, не более	0,30
Йодное число, г J_2/100 г топлива, не более	6,0
Коэффициент фильтруемости, не более	3,0
Содержание механических примесей и воды	отсутствие
Цвет, ед. ЦНТ, не более	2,0
Плотность при 15°С, кг/м³, не более	863

Примечания.

1. Допускается на месте производства заменить определение цетанового числа по ГОСТ 3122 расчетным методом: цетановый индекс по ГОСТ 27768 или ASTM D 976 для дизельного топлива зимнего, получаемого из продуктов прямой перегонки.
2. При определении 96%-го отгона дизельного топлива зимнего при достижении т-ры, указанной в таблице, допускается прекратить нагрев, после чего дают сконденсированному продукту стечь в цилиндр и отмечают его объем с интервалом 2 мин до тех пор, пока результаты двух последовательных наблюдений не совпадут.
3. Т-ру застывания определяют по ГОСТ 20287 без предварительного и последующего подогрева образца до 50°С.
4. При определении показателя "Содержание механических примесей и воды" топливо дизельное зимнее, помещенное в стеклянный цилиндр диаметром (40-55) мм при 20±5°С, должно быть прозрачным и не содержать взвешенных и осевших на дне цилиндра посторонних примесей, в т.ч. и воды. В случае разногласий при визуальной оценке качества, определение содержания воды производят по ГОСТ 2477, содержание механических примесей - по ГОСТ 6370.
5. Количество депрессорной присадки, вводимой в топливо дизельное зимнее, гарантируется заводом-изготовителем.
6. При поставке топлива дизельного зимнего на экспорт норма по показателю "Т-ра вспышки в закрытом тигле" устанавливается не ниже 55°С.
7. По согласованию с потребителем допускаются производство топлива дизельного зимнего с нормой по показателю "Вязкость кинематическая при 20°С", мм²/с, в пределах 1,8-6,0.
8. Показатель "Йодное число" определяется изготовителем, если в дизельные топлива вовлекаются среднедистиллятные фракции вторичной переработки нефти.
9. Допускается выработка топлива дизельного зимнего ДЗп без депрессорной присадки с т-рой помутнения или предельной т-рой фильтруемости не выше -15°С.
10. Для топлива дизельного зимнего видов А и I вводится показатель "Смазывающая способность, скорректированный диаметр пятна износа (WSD 1,4)" с нормой не более 460 мкм, к-рый определяется по EN ISO 12156-1

Приложение Д-4

Технические требования к дизельным зимним и арктическому топливам с присадками (ТУ 38.401-58-36-2001)

Показатели	Марка топлива		
	ДЗп-25	ДЗп-35	ДАп
Цетановое число (цетановый индекс), не менее	45	45	40
Фракционный состав, °С, не выше:			
50%	280	280	280
96% (конец перегонки)	360	350	340
Кинематическая вязкость при 20°С, мм²/с	1,8-6,0	1,5-5,0	1,5-5,0
Т-ра помутнения, °С, не выше	-15	-25	-35
Предельная т-ра фильтруемости, °С, не выше	-25	-35	-45

Окончание Приложения Д-4

Т-ра застывания, °С, не выше	-35	-45	-55
Т-ра вспышки в закрытом тигле, °С, не ниже:			
для тепловозных и судовых дизелей и газовых турбин	40	35	35
для дизелей общего назначения	35	35	30
Массовая доля серы, %, не более	0,05; 0,1; 0,2; 0,5	0,05; 0,1; 0,2; 0,5	0,05; 0,1; 0,2; 0,5
Массовая доля меркаптановой серы, %, не более	0,01	0,01	0,01
Содержание сероводорода	отсутствие	отсутствие	отсутствие
Испытание на медной пластинке	выдерживают	выдерживают	выдерживают
Содержание водорастворимых кислот и щелочей	отсутствив	отсутствие	отсутствие
Кислотность, мг КОН/100 см³ топлива, не более	5	5	5
Зольность, %, не более	0,01	0,01	0,01
Коксуемость 10%-го остатка, %, не более	0,20	0,20	0,20
Йодное число, г J_2/100 г топлива, не болве	5	5	5
Коэффициент фильтруемости, не болев	3,0	3,0	3,0
Плотность при 15°С, кг/м³, не более	863	843	843
Цвет, ед. ЦНТ, не более	2,0	2,0	2,0
Содержание воды и механических примесей	отсутствие	отсутствие	отсутствие

Примечания.

1. Определение цетанового числа (по ГОСТ 3122) для топлива дизельного, получаемого из продуктов прямой перегонки и не содержащего цетаноповышающих присадок, допускается заменить расчетным методом: цетановый индекс по ГОСТ 27768 или ASTM D 976.
2. Опредвление т-ры застывания производят по ГОСТ 20287 без предварительного и последующего подогрвва до 50°С.
3. Показатель "Йодное число" определяется на заводах, где в дизельных топливах используются продукты вторичной первгонки.
4. При определении показателя "Содержание воды и механических примвсей" топлива дизельные зимние и арктическое с присадками, помещенные в стеклянный цилиндр диаметром 40-55 мм при 20±5°С, должны быть прозрачными и не содержать взвешенных и освших на дно цилиндра посторонних примвсей, в т.ч. воды. В случае разногласий при визуальной оценке качества содержание воды определяют по ГОСТ 2477, содержание механических примесей - по ГОСТ 6370

Приложение Д-5

Технические требования к газоконденсатному широкофракционному топливу для быстроходных дизелей (ГШЗ) (ТУ 51-28-86)

Показатели	Значение
Цетановое число, не менее	40
Фракционный состав, °С:	
10%, не ниже	120
50%, не выше	260
96%, не выше	340
Кинематическая вязкость при 20°С, мм²/с, не менее	1,45
Т-ра застывания, °С, не выше, для климатической зоны:	
умеренной	-35
холодной	-45
Т-ра помутнения, °С, не выше, для климатической зоны:	
умеренной	-25
холодной	-35
Массовая доля серы, %, не болве	0,2
Массовая доля меркаптановой серы, %, не более	0,01
Содержание сероводорода	отсутствие
Испытание на медной пластинке	выдерживает
Наличие водорастворимых кислот и щелочей	отсутствие
Содержание воды	отсутствие
Содержание фактических смол без присадки, мг/100 мл топлива, не более	30
Содержанив механических примесей	отсутствие
Коксуемость 10%-го остатка без присадки, %, не более	0,2
Зольность, %, не более	0,01
Коэффициент фильтруемости, не более	3
Плотность при 20°С, кг/м³, не более	840
Т-ра вспышки в закрытом тигле, °С, не ниже	12

Приложение Н-1

Технические требования к жидким дорожным битумам (ГОСТ 11955–82)

Показатели	Марка битума									Метод испытаний
	СГ 40/70	СГ 70/130	СГ 130/200	МГ 40/70	МГ 70/130	МГ 130/200	МГО 40/70	МГО 70/130	МГО 130/200	
Условная вязкость по вискозиметру с отверстием 5 мм, при 60°С	40-70	71-130	131-200	40-70	71-130	131-200	40-70	71-130	131-200	ГОСТ 11503
Количество испарившегося разжижителя, %, не менее	10	8	7	8	7	5	-	-	-	ГОСТ 11504
Т-ра размягчения остатка после определения количества испарившегося разжижителя, °С, не ниже	37	39	39	28	29	30	-	-	-	ГОСТ 11506
Т-ра вспышки, °С, не ниже	45	50	60	100	110	120	120	160	180	ГОСТ 4333
Испытание на сцепление с мрамором или песком	Выдерживают в соответствии с контрольным образцом №2									ГОСТ 11508

Приложение Н-2

Технические требования к вязким дорожным битумам (ГОСТ 22245–90)

Показатели	Марка битума									Метод испытаний
	БНД 200/300	БНД 130/200	БНД 90/130	БНД 60/90	БНД 40/60	БН 200/300	БН 130/200	БН 90/130	БН 60/90	
Глубина проникания иглы, 0,1 мм:										
при 25°С	201-300	131-200	91-130	61-90	40-60	201-300	131-200	91-130	61-90	ГОСТ 11501
при 0°С, не менее	45	35	28	20	13	24	18	15	10	ГОСТ 11506
Т-ра размягчения по КиШ, °С, не ниже	35	40	43	47	51	33	38	41	45	ГОСТ 11505
Растяжимость, см, не менее										
при 25°С	-	70	65	55	45	-	80	80	70	ГОСТ 11507
при 0°С	20	6,0	4,0	3,5	-	-	-	-	-	
Т-ра хрупкости, °С, не выше	-20	-18	-17	-15	-12	-14	-12	-10	-6	ГОСТ 4333
Т-ра вспышки, °С, не ниже	220	220	230	230	230	220	230	240	240	ГОСТ 11506
Изменение температуры размягчения после прогрева, °С, не более	7	6	5	5	5	8	7	6	6	
Массовая доля водорастворимых соединений, %, не более	0,20	0,20	0,30	0,30	0,30	-	-	-	-	По ГОСТ 11510
Индекс пенетрации	От -1,0 до +1,0					От -1,5 до +1,0				

Приложение Н-3

Техиические требования к кровельным битумам (ГОСТ 9548–74)

Показатели	Марка битума			Метод испытания
	БНК-40/180	БНК-45/190	БНК-90/30	
Глубина проникания иглы при 25°С, 0,1 мм	160-210	160-220	25-35	ГОСТ 11501
Т-ра размягчения по КиШ, °С	37-44	40-50	80-95	ГОСТ 11506
Т-ра хрупкости, °С, не выше	-	-	-10	ГОСТ 11507
Растворимость в толуоле или хлороформе, %, не менее	99,50	99,50	99,50	ГОСТ 20739
Изменение массы после прогрева, %, не более	0,80	0,80	0,50	ГОСТ 18180
Глубина проникания иглы при 25 °С в остатке после прогрева, % от первоначальной величины, не менее	60	60	70	ГОСТ 11501
Т-ра вспышки, °С, не ниже	240	240	240	ГОСТ 4333
Массовая доля воды, не более	следы	следы	следы	ГОСТ 2477
Массовая доля парафина, не более	5,0	5,0	5,0	ГОСТ 17789 или 28967

Примечание. Для битумов из смесей нефтей, содержащих более 50 % западно-сибирских, индекс пенетрации должен быть от 0 до 2,5

Приложение Н-4

Технические требования к строительиым битумам (ГОСТ 6617–76)

Показатели	Марка битума	
	БН 70/30	БН 90/10
Глубина проникания иглы при 25°С, 0,1 мм	21-40	5-20
Т-ра размягчения, °С, не ниже	70	90
Т-ра вспышки, °С, не ниже	230	240
Растяжимость при 25°С, см, не менее	3	1
Растворимость в бензоле или хлороформе, %, не менее	99	99
Изменение массы после прогрева, %, не более	1	1
Содержание водорастворимых соединений, %, не более	0,3	0,3
Содержание воды, % масс.	слвды	следы

Примечание. Стандарты на методы испытаний - см. *Приложение 1-3* ГОСТ 20739

Приложение Н-5

Технические требования к изоляционным материалам (ГОСТ 9812–74)

Показатели	Марка битума		
	БНИ-IV-3	БНИ-IV	БНИ-V
Глубина проникания иглы, 0,1 мм:			
при 25°С	30-50	25-40	не менее 20
при 0°С, не менее	15	12	9
Т-ра размягчения, °С, не ниже	65	75	90
Т-ра вспышки, °С, не ниже	230	230	230
Растяжимость при 25 °С, см, не ниже	4	3	2
Изменение массы после прогрева, %, не более	0,5	0,5	0,5
Содержание водорастворимых соединений, %, не более	0,2	0,2	0,2
Содержание парафина, %, не более	4	-	-
Водонасыщение за 24 ч, % масс., не более	0,2	0,2	0,2
Содержание воды, % масс.	следы	следы	следы

Примечание. Стандарты на методы испытаний - см. *Приложение 1-3* ГОСТ 20739

Приложение Н-6

Технические требования к специальным битумам (ГОСТ 21822–76)

Показатели	Марка битума		
	Б	В	Г
Внешний вид	твердое вещество черного цвета		
Вязкость условная*, °$ВУ_{50}$, не более	18	18	18
Глубина проникания иглы при 25°С, 0,1 мм, не более	11,0	8,0	5,0
Т-ра размягчения, °С	100-110	110-125	125-135
Т-ра вспышки, °С, не ниже	240	250	260
Зольность**, %, не более	0,2	0,2	0,2
Растворимость в льняном масле*** (1:1, 270-280°С)	полная	полная	полная
Растворимость сплава битума с льняным маслом в уайт-спирите*** (2:1)	полная	полная	полная
Содержание веществ, нерастворимых в горячем бензоле, % масс., не более	0,15	0,15	0,15
Содержание воды	следы	следы	следы
Качество пленки лака:			
блеск и гладкость	соответствует типовому образцу		
сальность	отсутствует	отсутствует	отсутствует
Кислотное число, мг КОН/г, не более	2,0	2,0	2,0
Метод испытаний:* - ГОСТ 6258; ** - ГОСТ 11512; *** - ГОСТ 3508.			

Примечание. Стандарты на методы испытаний - см. *Приложение 1-3* ГОСТ 20739

Приложение Н-7

Технические требования к высокоплавким битумам – рубраксам (ГОСТ 781–68)

Показатели	Марка битума	
	А	Б
Внешний вид	неслипающиеся гранулы	неслипающиеся гранулы
Глубина проникания иглы при 25°С, 0,1 мм	20-40	не нормируется
Т-ра размягчения, °С	125-135	135-150
Растворимость в сероуглероде, хлороформе, трихлорэтилене, % масс., не менее	99	99
Зольность, % масс., не менее	0,8	0,8
Потеря массы при нагревании (2 ч, 150°С), % масс., не более	0,1	0,1
Содержание водорастворимых кислот и щелочей, % масс, не более	отсутствуют	отсутствуют
Содержание воды, % масс., не более	следы	следы

Примечание. Стандарты на методы испытаний - см. *Приложение 1-3* ГОСТ 20739

Приложение Н-8

Требования EN 12591 к качеству дорожных битумов [глубина проникания (20-330) × 0,1 мм]

Показатели	Марка битума								
	20/30	30/45	35/50	40/60	50/70	70/100	100/150	160/220	250/330
Обязательные									
Глубина проникания иглы при 25°С, 0,1 мм	20-30	30-45	35-50	40-60	50-70	70-100	100-150	160-220	250-330
Т-ра размягчения, °С	55-63	52-60	50-58	48-56	46-54	43-51	39-47	35-43	30-38
Испытание с нагревом в тонком слое:									
изменение массы, %, макс.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8	0,8	1,0	1,0
остаточная глубина проникания, %, мин.	55	53	53	50	50	46	43	37	35
температура размягчения, °С, мин.	57	54	52	49	48	45	41	37	32
Т-ра вспышки, °С, мин.	240	240	240	230	230	230	230	220	220
Растворимость, %, мин.	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0
Факультативные									
Содержание парафина:									
DIN-метод, %, макс.	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
AFNOR-метод, %, макс.	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Вязкость при 60°С, Па. мин.	440	260	225	175	145	90	55	30	18
Вязкость при 135°С, $мм^2/с$, мин.	530	100	370	325	295	230	175	135	100
Т-ра хрупкости, °С, макс.	-	-5	-5	-7	-8	-10	-12	-15	-16
Испытание с нагревом в тонком слое:									
повышение т-ры размягчения, °С, макс.	8	8	8	9	9	9	10	11	11
т-ра хрупкости	-	-5	-5	-7	-8	-10	-12	-15	-16

Приложение О-1

Современные российские требования к качеству котельных и судовых топлив

Показатели	Судовые топлива				Котельные топлива (топочные мазуты)	
	ГОСТ 1667		ГОСТ 10585		ГОСТ 10585	
	ДТ	ДМ	Ф-5	Ф-12	40	100
Вязкость условная, °ВУ, не более, при:						
50°С	5,0	17,4	5,0	12,0	-	-
80°С	-	-	-	-	8,0	-
100°С	-	-	-	-	-	6,8
или						
Вязкость кинематическая, $м^2/с$, при:						
50°С	$36 \cdot 10^{-6}$	$130 \cdot 10^{-6}$	$36,2 \cdot 10^{-6}$	$89,0 \cdot 10^{-6}$	-	-
80°С	-	-	-	-	$59,0 \cdot 10^{-6}$	-
100°С	-	-	-	-	-	$50,0 \cdot 10^{-6}$
Динамическая вязкость при 0°С, Па·с, не более	-	-	0,1·27	-	-	-
Фракционный состав:	15	10	-	-	-	-
до 250°С перегоняется, %, не более						
Массовая доля серы, %, не более	0,5 (малосерн.) 1,5 (серн.)	2,0	1,0 2,0	0,6	0,5; 1,0: 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5	
Температура застывания, °С, не выше	-5	10	-5	-8	+10; +25	+25; +42
Зольность, %, не более	0,04	0,06	0,05	0,10	0,04; 0,12	0,05; 0,14
Массовая доля механических примесей, %, не более	0,05	0,10	0,10	0,12	0,5	1,0
Массовая доля воды, %, не более	0,5	0,5	0,3	0,3	1,0	1,0
Содержание ВКЩ	отсутствие	отсутствие	отсутствие	отсутствие	отсутствие	отсутствие
Коксуемость, %, не более	3,0	9,0	6,0	6,0	-	-
Содержание сероводорода	отсутствие	отсутствие	отсутствие	-	-	-
Температура вспышки, °С, не ниже:						
в закрытом тигле	65	85	80	90	-	-
в открытом тигле	-	-	-	-	90	110
Теплота сгорания низшая, кДж/кг, не менее	-	-	41454	41454	40740; 39900	40530; 39900
Плотность при 20°С, $кг/м^3$, не более	930	970	955	960	Не нормируется. Определение обязательно	
Массовая доля ванадия, %, не более	0,015	0,01	-	-	-	-

Приложение О-2

Требования к качеству судовых топлив (ТУ 38.1011314–2001)

Показатели	СЛ	СВЛ	СВТ	СВС
Вязкость условная, °ВУ, не более, при:				
50°С	4,0	5,0	-	-
80°С	-	-	8,0	-
100°С	-	-	-	7,5
или				
Вязкость кинематическая, $м^2/с$, не более, при:				
50°С	$28,4 \cdot 10^{-6}$	$36,2 \cdot 10^{-6}$	-	-
80°С	-	-	$59,0 \cdot 10^{-6}$	-
100°С	-	-	-	$55,3 \cdot 10^{-6}$
Зольность, %, не более	0,02	0,04; 0,05	0,04; 0,12	0,15
Массовая доля, %, не более:				
механических примесей	0,05	0,10	0,30	0,60
воды	0,2	0,5	1,0	1,0
серы	0,5; 1,0	0,5; 1,0; 2,0; 2,5	1,0; 2,0; 2,5; 3,5	0,5; 1,0; 2,5; 3,5; 4,5
ванадия	0,001	0,015	0,02	0,04
Коксуемость, %, не более	4,0	7,0	15,0	22,0
Температура вспышки, °С, не ниже:				
в закрытом тигле	65	65	-	-
в открытом тигле	-	-	90	100
Температура застывания, °С, не выше	15	-5; +5	15	15; +25
Плотность при 15°С, $кг/м^3$, не более	933,3	968,3	998,3	1018,2

Приложение О-3

Требования к качеству судовых дистиллятных топлив (ТУ 38. 401-58-302–2001)

Показатели	Марка ИСО-Ф-			
	ДМХ	ДМА	ДМБ	ДМС
Внешний вид	Визуально	Визуально	-	-
Плотность при 15°С, кг/м³, макс.	-	890,0	900,0	920,0
Вязкость при 40°С, мм²/с:				
минимум	1,40	1,50	-	-
максимум	5,50	6,00	11,0	14,0
Температура текучести, °С, макс.:				
зимой	-	-6	0	0
летом	-	0	6	6
Температура помутнения, °С, макс.	-16	-	-	-
Температура вспышки, °С, мин.	43	60	60	60
Сера, % (м/м), макс.	1,0	1,5	2,0	2,0
Цетановое число, мин.	45	40	35	-
Коксуемость 10% (об/об) остатка дистилляции (микрометод), % (м/м), макс.	0,30	0,30	-	-
Коксуемость (микрометод), % (м/м), макс.	-	-	0,3	2,5
Зольность, % (м/м), макс.	0,01	0,01	0,01	0,05
Осадок, % (м/м), макс.	-	-	0,07	-
Общий осадок, % (м/м), макс.	-	-	-	0,10
Вода, % (об/об), макс.	-	-	0,3	0,3
Ванадий, мг/кг, макс.	-	-	-	100
Алюминий + кремний, мг/кг, макс.	-	-	-	25

Приложение О-3

Требования к качеству судовых остаточных топлив (ТУ 38. 401-58-302–2001)

Показатели	Марка ИСО-Ф-														
	РМА 10	РМБ 10	РМС 10	РМД 15	РМЕ 25	РМФ 25	РМЖ 35	РМН 35	РМК 35	РМН 45	РМК 45	РМЛ 45	РМН 55	РМК 55	РМЛ 55
Плотность при 15°С, кг/м³, макс.	975	981	981	985	991	991	991	991	1010	991	1010	-	991	1010	-
Кинематическая вязкость при 100°С, мм²/с, макс.	10	10	10	15	25	25	35	35	35	45	45	45	55	55	55
Температура вспышки,°С, мин.	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Температура текучести, °С макс.:															
зимой	0	24	24	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
летом	6	24	24	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Коксуемость, % (м/м), макс.	10	10	14	14	15	20	18	22	22	22	22	-	22	22	-
Зольность, % (м/м), макс.	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,15	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Вода, % (об/об), макс.	0,5	0,5	0,5	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Сера, % (м/м), макс.	3,5	3,5	3,5	4,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Ванадий, мг/кг, макс.	150	150	300	350	200	500	300	600	600	600	600	600	600	600	600
Алюминий + кремний, мг/кг, макс.	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Содержание общего осадка, % (м/м), макс.	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10

СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ЗАРУБЕЖНЫХ КОМПАНИЙ



АССОРТИМЕНТ ПРИМЕНЕНИЕ

BP

ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ МАСЛА
МОТОРНЫЕ МАСЛА
ОХЛАЖДАЮЩИЕ ЖИДКОСТИ
ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ
ПРОМЫВОЧНОЕ МАСЛО
ТЕПЛОНОСИТЕЛИ
ТОРМОЗНАЯ ЖИДКОСТЬ
ТРАНСМИССИОННЫЕ МАСЛА
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ МАСЛА

CASTROL

АМОРТИЗАТОРНАЯ ЖИДКОСТЬ
МОТОРНЫЕ МАСЛА
ОХЛАЖДАЮЩИЕ ЖИДКОСТИ
ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ
ПРИСАДКИ К ТОПЛИВАМ
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ЖИДКОСТИ

СРЕДСТВА ВРЕМЕННОЙ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ

ТОРМОЗНЫЕ ЖИДКОСТИ
ТРАНСМИССИОННЫЕ МАСЛА

УНИВЕРСАЛЬНЫЕ МАСЛА ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

CHEMTURA

БАЗОВЫЕ МАСЛА
ВАКУУМНОЕ МАСЛО
ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ МАСЛА
ДЕЭМУЛЬГАТОРЫ
ИНГИБИТОРЫ КОРРОЗИИ
ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ МАСЛА
ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ
ПРИСАДКИ К МАСЛАМ
ПРИСАДКИ К ТОПЛИВАМ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ МАСЛА

EXXONMOBIL

МОТОРНЫЕ МАСЛА ДЛЯ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

ТРАНСМИССИОННЫЕ МАСЛА ДЛЯ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

МАСЛА ДЛЯ ГИДРОУСИЛИТЕЛЕЙ, АВТОМАТИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОДУКТЫ ДЛЯ КОММЕРЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА

ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ МАСЛА
ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ

SHELL

АВТОМОБИЛЬНЫЕ СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ЖИДКОСТИ

СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ МОТОЦИКЛОВ, МАЛОЙ НАЗЕМНОЙ ТЕХНИКИ И СУДОВ

МАСЛА ДЛЯ СУДОВЫХ И СТАЦИОНАРНЫХ СИЛОВЫХ УСТАНОВОК

ТРАКТОРНЫЕ МАСЛА, ТРАНСМИССИОННЫЕ МАСЛА ДЛЯ ВНЕДОРОЖНОЙ ТЕХНИКИ

ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОТДЕЛЬНЫХ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА (СОТС)

АВИАЦИОННЫЕ МАСЛА, СМАЗКИ И ЖИДКОСТИ (ПРОДУКТЫ AEROSHELL)

76

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ МАСЛА
ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ МАСЛА
МНОГОЦЕЛЕВЫЕ МОТОРНЫЕ МАСЛА
МОТОРНЫЕ МАСЛА
ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ

СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА (СОТС)

ТРАНСМИССИОННЫЕ МАСЛА
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ МАСЛА

СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ BP – ЗАЩИТА ДВИГАТЕЛЯ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

По доходам от продаж, рыночной стоимости, нефтехимическим мощностям, запасам нефти и газа компания **BP** сегодня входит в тройку крупнейших интегрированных энергетических компаний мира, **BP** работает более чем в 100 странах на шести континентах, обеспечивая работой более 100 тысяч человек.

Компания **BP** участвует в проектах добычи нефти и газа, переработки углеводородного сырья, в поставках на российский рынок высококачественных смазочных материалов, а также в трейдинговых операциях. Смазочные материалы и топливо – основа процветающего розничного бизнеса компании. В России компания (совместно с ТНК-ВР) имеет сеть автозаправочных комплексов, предлагающих покупателям топливо высочайшего качества и обслуживание в соответствии с западными стандартами.

Благодаря использованию последних Европейских технологий, смазочные масла **BP** – это высокоэффективная продукция, обеспечивающая продолжительную и надежную защиту Вашему автомобилю. Масла **BP Visco** отвечают рекомендациям основных автопроизводителей.

Забота об окружающей среде стала главным приоритетом для многих крупнейших компаний мира, и **BP** не является исключением. **BP** считает своим принципом проявление социальной ответственности и всесторонней заботы об охране окружающей среды. Компания **BP** гарантирует, что смазочные материалы данной торговой марки соответствуют высшим экологическим стандартам.

ООО «Сетра Лубрикантс»
Эксклюзивный импортер
смазочных материалов BP в России
Тел. (495) 961-27-87
Факс (495) 961-27-98/99

ПРОФЕССИОНАЛЫ ВЫБИРАЮТ CASTROL

Castrol является признанным мировым лидером в области разработки смазочных материалов последнего поколения. Несмотря на широкую известность Castrol в качестве ведущего производителя моторных масел для автомобилей и мотоциклов, мы также выпускаем смазочные материалы для машин и механизмов промышленного и коммерческого назначения, в том числе оборудования для добычи полезных ископаемых и производства электроэнергии, строительной техники, холодильного, металлообрабатывающего оборудования, сельскохозяйственной техники, а также водного и авиационного транспорта.

Партнерство с ведущими автопроизводителями является стратегическим направлением развития бизнеса **Castrol**. Его цель – взаимовыгодное сотрудничество, результатом которого является, с одной стороны, снижение издержек при создании новых продуктов компанией **Castrol**, а с другой – наиболее полное их соответствие требованиям техники автопроизводителя.

Castrol был первой компанией, заключившей глобальное соглашение с одним из ведущих производителей автомобилей в мире – BMW. Дальнейшее развитие такой подход получил в 2002 году, когда было подписано глобальное соглашение о сотрудничестве с Premier Automotive Group – «люксовым» подразделением компании Ford. Партнерами **Castrol** также являются Volvo, Land Rover, Volkswagen, Jaguar, Aston Martin. Доверие, которое оказывают лидеры мирового автостроения Castrol, очень важно для компании и ещё раз подтверждает ее репутацию технического лидера в области разработки и производства смазочных материалов.

Кроме автопроизводителей **Castrol** также имеет соглашение о партнерстве с ведущей мировой компанией по производству внедорожной техники Komatsu.

Новая гамма моторных масел **Castrol** – это результат самых последних технологических разработок наших специалистов. Предлагаемые компанией продукты входят в единую Европейскую программу смазочных материлов **Castrol**, премьера которой состоялась во всех европейских странах. Вот уже более 15 лет передовые технологии и качество **Castrol** доступны массовым потребителям, предриятиям торговли и сервисным станциям стран СНГ.

ООО «Сетра Лубрикантс»
Эксклюзивный импортер
смазочных материалов Castrol в России
Тел. (495) 961-27-87
Факс (495) 961-27-98/99
www.castrol.com/ru

ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ МАСЛА

Bartran HV

ISO 15
ISO 22
ISO 32
ISO 46
ISO 68

– ***семейство минеральных гидравлических масел экстракласса,*** имеющих индексы вязкости от 130 до 155, с противоизносными присадками, не содержащими цинк. ДЛЯ ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ, требующих масел с высокими противоизносными свойствами и отличной фильтруемостью. Используются для двух основных типов эксплуатации:

– вне помещений при очень широком диапазоне т-ных условий от холодного пуска до высоких рабочих т-р;

– внутри помещений в оборудовании, включающем контрольные системы, для которых нужны гидравлические масла с минимальным изменением вязкости в зависимости от т-ры, например, высокоточные станки и копировальные машины.

Сочетают уникальную фильтруемость с высокой смазывающей способностью. Селективный отбор стабильных к сдвигу вязкостных присадок гарантирует сохранение исходных значений вязкости при эксплуатации. Совместимы с материалами, используемыми в изготовлении статических и динамических уплотнений, такими как нитриловые, силиконовые и фторсодержащие.

Energol HLP-D

ISO 32
ISO 46

– ***семейство минеральных гидравлических масел*** ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ СТАНКОВ, ШЕСТЕРЕНЧАТЫХ ПРИВОДОВ, муфт и гидравлических систем транспортных средств. Обладают моющими и диспергирующими свойствами. Для уменьшения окисления и вспениваемости, а также для снижения износа и коррозии механизмов свойства парафиновых базовых масел селективной очистки усилены пакетом присадок.

Energol HLP-HM

ISO 10
ISO 22
ISO 32
ISO 46
ISO 68

– ***семейство минеральных гидравлических масел*** ДЛЯ ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ, требующих масла с высокими противоизносными свойствами. Соответствуют международной классификации ISO HM. Широкий диапазон классов вязкости. Для уменьшения окисления и вспениваемости, а также износа и коррозии механизмов свойства парафиновых базовых масел селективной очистки усилены пакетом присадок.

* * * * *

Maccurat D

ISO 68
ISO 220

– ***минеральные масла*** ДЛЯ СМАЗЫВАНИЯ НАПРАВЛЯЮЩИХ СКОЛЬЖЕНИЯ СТАНОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ. Основные преимущества:

– прецизионное перемещение рабочих органов станков при высоких нагрузках и малых скоростях и отсутствие скачков, обеспечение высокой точности и чистоты финишной обработки поверхностей деталей;

– хорошая адгезия к вертикальным направляющим скольжения, превосходная защита направляющих скольжения от коррозии, эффективно продлевающая срок службы механизмов;

– превосходные деэмульгирующие свойства;

– повышенная степень чистоты и надежности смазывающей системы направляющих скольжения;

– хорошая совместимость со всеми известными конструкционными материалами направляющих скольжения;

– экономия энергии благодаря отличной смазывающей способности.

* * * * *

Energol GR-XP

ISO 68
ISO 100
ISO 150

– ***семейство минеральных редукторных масел экстракласса*** ДЛЯ ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ СМАЗЫВАНИЯ или смазывания погружением

ISO 220
ISO 460
ISO 680

в масляную ванну цилиндрических, геликоидальных или червячных передач. Превосходные противозадирные свойства, термическая стабильность и высокая несущая способность, обеспечение отличной защиты от коррозии, отличные противопенные свойства, деэмульгируемость и стойкость к окислению. Противозадирные свойства придаются присадками, содержащими серу и фосфор. Основные преимущества: оборудование не требует ухода при работе со стандартными межремонтными сроками даже при повышенных т-рах и тяжелых условиях; максимальная защита оборудования от коррозии и изнашивания. Совместимы с цветными и черными металлами, используемыми в промышленных редукторах.

Enersyn HTX

ISO 220
ISO 320

– ***синтетические редукторные масла наивысшего качества*** на основе полиальфаолефиновых (ПАО) базовых масел. Обеспечивают превосходную работу ПОДШИПНИКОВ, ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ И ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ при высоких т-рах. В отличие от других синтетических основ ПАО хорошо совместимы со смазочными материалами на минеральной основе. Основные преимущества: отличные высокотемпературная и окислительная стабильность при длительной эксплуатации при высокой т-ре и высоких скоростях; высокий индекс вязкости, позволяющий использовать этот материал в широком диапазоне т-р; хорошие противоизносные свойства; хорошее водоотделение и деэмульгируемость, совместимость со смазочными материалами на минеральной основе, материалами уплотнений и лакокрасочным покрытием оборудования.

Enersyn SG-XP

ISO 150
ISO 220
ISO 460
ISO 680

– ***полностью синтетические редукторные масла премиального качества*** ДЛЯ РЕДУКТОРОВ И ПОДШИПНИКОВ каландров и больших мельниц, работающих в условиях высокой т-ры, а также для червячных передач, работающих на малых скоростях и передающих высокий крутящий момент. Созданы на основе тщательно отобранных полигликолевых жидкостей, содержащих антиокислительные, антикоррозионные и противозадирные присадки и обладающих высокой температурной стабильностью.

* * * * *

BP Dielectric 200T

– ***минеральная жидкость*** ДЛЯ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННЫХ СТАНКОВ любой мощности и размера. Маловязкая углеводородная жидкость с чрезвычайно низким содержанием ароматических соединений. Преимущества: универсальная жидкость для всех режимов электроэрозионной обработки; благодаря низкому содержанию ароматических углеводородов и малой летучести снижено образование тумана и практически отсутствует запах при обработке материалов.

Energol RD-E

ISO 46

– ***минеральные масла*** ДЛЯ ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ со специальным пакетом присадок, обеспечивающим маслу отличную смазывающую способность и защиту от коррозии. Содержит присадки, повышающие эмульгирующие свойства, и серные присадки, обеспечивающие работу масла при экстремальных нагрузках.

* * * * *

Energol DCW 1000

– ***минеральное цилиндровое масло*** ДЛЯ смазывания ЦИЛИНДРОВ И ГОРЯЧИХ ЧАСТЕЙ ПАРОВЫХ МАШИН ПАРОВОЗОВ, ЛОКОМОБИЛЕЙ,

ПАРОВЫХ МОЛОТОВ, КОПРОВ и пр., работающих с перегретым паром. Также может использоваться в крупногабаритных малоскоростных передачах, где рекомендуется применение высоковязких масел без присадок. Высококачественное тёмное остаточное масло без присадок, обладающее малой склонностью к образованию отложений и нагара при длительном воздействии высокой т-ры. Хорошо поддаётся восстановлению путём отделения конденсата.

* * * * *

Energol CS

ISO 100
ISO 150
ISO 320
ISO 460

– ***семейство высококачественных минеральных масел***, не содержащих присадок и отличающихся высокой стойкостью к окислению, хорошими деэмульгирующими свойствами и высоким индексом вязкости ДЛЯ ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ прокатных станов и каландров (подшипники качения и скольжения), в вакуумных насосах и гидравлических системах, где требуются жидкости класса HH по ISO 6743/4. Основные преимущества: длительный срок службы; широкая область применения.

МОТОРНЫЕ МАСЛА

Energol IC-DG-S

SAE 30
SAE 40

– ***масла на минеральной основе*** с высоким индексом вязкости ДЛЯ ГАЗОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ. Обладают высокой стойкостью к окислению и обеспечивают отличную защиту от коррозии. Включение малозольных моющих присадок предотвращает образование отложений на поршнях и вокруг выпускного коллектора. Высокая нейтрализующая способность исключает необходимость снижения количества серы в топливе. Вязкость SAE 40 и высокий уровень т-рной стабильности гарантируют стойкость масляной пленки даже при экстремальных т-рах масла в двигателе. Отвечает требованиям MILL2104B и классификации API CC. Energol IC-DG 40S разработан для газовых двигателей, требующих применения малозольных масел. Полностью отвечает специальным требованиям к эксплуатации двигателей с каталитическим нейтрализатором. Основные преимущества: высокая моющая способность, обеспечивающая чистоту двигателя; хорошая защита от изнашивания и коррозии; увеличенный интервал замены.

Vanellus Max Drain

5W-30

– ***полностью синтетическое моторное масло*** ДЛЯ ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ ДИЗЕЛЕЙ. Увеличивает интервалы замены при эксплуатации в экстремальных условиях. Гарантирует высочайший уровень защиты от изнашивания и образования отложений, имеет отличную текучесть при низких т-рах, что гарантирует защиту двигателя во время пуска в холодных климатических условиях, способствует экономии топлива. Может применяться с максимальными интервалами замены, допускаемыми европейскими производителями двигателей, что позволяет сократить простои техники и затраты на техническое обслуживание. Способствует уменьшению количества вредных выбросов (конкретные значения зависят от условий эксплуатации).

Vanellus Max Drain Eco

10W-40

– ***моторное масло Low SAPS*** (с пониженным содержанием сульфатной золы, фосфора и серы) ДЛЯ ДИЗЕЛЕЙ, СООТВЕТСТВУЮЩИХ НОРМАМ EURO 4 и оснащённых системами снижения токсичности отрабо-

тавших газов. Обеспечивает защиту современных систем очистки отработавших газов, таких как фильтры сажевых частиц DPF, что позволяет увеличить продолжительность работы двигателя в оптимальном режиме. Превосходные диспергирующие свойства обеспечивают контроль накопления сажи, в результате чего двигатель защищён от изнашивания и образования отложений, повышается его надёжность и снижаются затраты на техническое обслуживание.

Vanellus Max Drain

10W-40

– ***моторное масло*** с высокими эксплуатационными характеристиками ДЛЯ ЕВРОПЕЙСКИХ ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ как с турбонаддувом, так и без, работающих в различных условиях эксплуатации и климатических зонах. Может применяться в двигателях класса Euro 4, для которых не обязательны масла low SAPS; в случаях, когда производителем запрашивается применение моторного масла low SAPS, рекомендуется использование Vanellus Max Drain Eco. Может применяться с максимальными интервалами замены, допускаемыми производителями (OEM), что позволяет сократить простои техники. Высочайший уровень защиты двигателя на протяжении всего интервала замены масла гарантирует его надёжную работу и сокращает затраты на техническое обслуживание. Хорошая текучесть при низких температурах обеспечивает защиту двигателя во время пуска в холодных климатических условиях.

Vanellus Multi-Fleet

10W-40

– ***универсальное моторное масло*** ДЛЯ ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ с высокими эксплуатационными характеристиками, работающих в тяжёлых условиях. Можно использовать как для дизельных, так и для бензиновых двигателей коммерческой техники средней и малой мощности, что делает данное моторное масло оптимальным выбором для смешанных парков техники. Основные преимущества: универсальность (одна марка масла может использоваться для различных видов техники, что сокращает номенклатуру складского запаса, а также снижает риск неверного применения); защита от износа и образования отложений обеспечивает надёжную работу двигателя и снижение затрат на техническое обслуживание; текучесть при низких т-рах обеспечивает защиту двигателя во время пуска в холодных климатических условиях; увеличенные интервалы замены масла позволяют сократить простои техники.

Vanellus Multi-Fleet

15W-40

– ***универсальное моторное масло*** ДЛЯ ДИЗЕЛЕЙ КОММЕРЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ: грузовых автомобилей, автобусов, легких коммерческих автомобилей, внедорожной техники и оборудования. Может также применятяться в бензиновых двигателях, что делает его оптимальным выбором для смешанных парков техники. Одобрен производителями техники (OEM) для использования с увеличенными интервалами замены.

Vanellus Multigrade

15W-40
20W-50

– ***моторные масла*** ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ, как с турбонаддувом, так и без, грузовых автомобилей, автобусов, легких коммерческих автомобилей, внедорожной техники и оборудования. Могут использоваться также в бензиновых моторах. Одобрены производителями техники (OEM) для использования со стандартными интервалами замены.

Vanellus Monograde 10W

Vanellus Monograde 30

– ***универсальные сезонные моторные масла*** ДЛЯ ДИЗЕЛЬНЫХ И БЕНЗИНОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, А ТАКЖЕ НЕКОТОРЫХ ТРАНСМИССИЙ, гидравлических систем и других агрегатов, для которых предписано применение сезонных моторных масел. Отличаются устойчивостью к сдвигу, стабильностью вязкостно-температурных характеристик. Обеспечивают защиту деталей двигателя от изнашивания и образования отложений, надёжность работы оборудования и снижение затрат на техническое обслуживание. Универсальность масел позволяет использовать их в различных агрегатах.

Vanellus Gas 15W-40

– ***малозольное моторное масло*** ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ КОММЕРЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ, РАБОТАЮЩИХ НА СЖИЖЕННОМ ИЛИ СЖАТОМ ПРИРОДНОМ ГАЗЕ (LNG или CNG). Специальная малозольная композиция обеспечивает комплексную защиту двигателей. Прекрасно защищает от образования отложений (это особенно важно для головки поршня двигателя, т.к. может привести к неуправляемому воспламенению газа), обеспечивая сохранение рабочих характеристик двигателя и увеличение срока его службы. Содержит высокоэффективные противоизносные присадки.

ОХЛАЖДАЮЩИЕ ЖИДКОСТИ

ProCool

– ***концентрат охлаждающей жидкости*** с увеличенным интервалом замены ДЛЯ БЕНЗИНОВЫХ И ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ. Представляет собой смесь моноэтиленгликоля с химическими агентами. Оптимально сбалансированный пакет присадок обеспечивает прекрасную защиту от коррозии и накипи в течение всего срока службы, даже при эксплуатации с увеличенным интервалом замены. Не содержит силикаты, нитриты, амины и фосфаты. Обеспечивает прекрасную антикоррозийную защиту деталей из алюминия.

Antifreeze

– ***концентрат охлаждающей жидкости*** ДЛЯ БЕНЗИНОВЫХ И ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ. Представляет собой смесь моноэтиленгликоля с химическими агентами. Не содержит нитритов, аминов и фосфатов. В концентрации от 25 до 50% по объему должен разбавляться водой. Соответственно, нижняя граница диапазона рабочих т-р – от -12 до -35°С. Концентрация 25% – минимально необходимая для защиты от коррозии. Для достижения лучших характеристик рекомендуется концентрация 50%. Основные преимущества: компоненты обеспечивают эффективное охлаждение двигателя без закипания; защиту от коррозии сплавов, используемых в системах охлаждения современных автомобилей; незамерзание в широком диапазоне т-тур в зависимости от концентрации; предотвращение электролиза; защиту от кавитационной коррозии; эффективное смазывание водяных насосов; совместимость с уплотнениями.

Anti-frost

– ***концентрат охлаждающей жидкости*** ДЛЯ БЕНЗИНОВЫХ И ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ЛЕГКОВЫХ И ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ. Основа – моноэтиленгликоль. Не содержит нитритов, аминов или фосфатов. В концентрации от 25 до 50% по объему должен разбавляться водой. Соответственно, нижняя граница диапазона рабочих т-р от -12 до -38°С. Концентрация 25% – минимально необходимая для

защиты от коррозии. Для достижения лучших характеристик рекомендуется концентрация 50%. Основные преимущества: компоненты обеспечивают эффективное охлаждение двигателя без закипания; защиту от коррозии сплавов при высоких т-рах; специально разработан для обеспечения хорошей стойкости к окислению при контакте с различными металлами деталей современных двигателей, например с алюминием, оловом, медью, бронзой и сплавами железа; незамерзание в широком диапазоне т-тур в зависимости от концентрации; предотвращение электролиза; защиту от кавитационной коррозии; эффективное смазывание водяных насосов; совместимость с уплотнениями.

ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ

Energrease LC – ***универсальная высококачественная консистентная смазка*** на базе минерального масла. В качестве загустителя применяется мыло литиевого комплекса. ДЛЯ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ И КАЧЕНИЯ при т-ре от -30 до 150°С, кратковременно – при 180°С. Применяется для всех типов основных промышленных машин, электрических моторов и станочного оборудования. Хорошо зарекомендовала себя при использовании в подшипниках системы вентиляции и вентиляторах печей. Создана для работы в условиях повышенных т-р. Обладает хорошими противозадирными свойствами и содержит противоокислительные, противокоррозионные и противоизносные присадки. Основные преимущества: работа в широком т-рном диапазоне; работа в высоконагруженных механизмах находящихся под воздействием вибрации; максимальная защита оборудования; длительный срок службы; отличная противокоррозионная защита; отличное прилипание к поверхности деталей.

Energrease L21 M – ***автомобильная литиевая пластичная смазка,*** содержащая дисульфид молибдена, ингибиторы коррозии и антиоксиданты. Для транспортных средств и строительной техники, в частности, ДЛЯ ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ ПАР С МАЛЫМИ ОТНОСИТЕЛЬНЫМИ СКОРОСТЯМИ ДВИЖЕНИЯ и для пар с возвратно-поступательным движением. Диапазон рабочих т-р от -25 до 130°С. Основные преимущества: хорошая несущая способность; противокоррозионные свойства; стойкость к вымыванию водой; хорошие показатели стабильности к сдвигу и вибрационной стойкости.

Energrease ZS 00 – ***полужидкая смазка*** на основе высокоочищенных углеводородных синтетических масел и литиевых мыл. ДЛЯ ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМ СМАЗКИ ШАССИ грузовых автомобилей, автобусов, дорожно-строительных машин. Содержит присадки, обеспечивающие отличные адгезионные свойства, стойкость к воде, антикоррозионные свойства и несущую способность. Основные преимущества: высокая степень прокачиваемости при всех рабочих т-рах; отличная защита от изнашивания даже при тяжелых условиях эксплуатации; оптимальная защита оборудования благодаря высоким антикоррозионным свойствам и стойкости к воздействию воды.

* * * * *

Energrease LS-EP – ***многоцелевая литиевая пластичная смазка,*** стойкая к экстремальным давлениям, ДЛЯ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬ-

ЖЕНИЯ И КАЧЕНИЯ всех типов оборудования, включая электромоторы, станки, оборудование для текстильной, бумажной, пластмассовой и деревообрабатывающей промышленности, а также строительное оборудование, работающих в условиях тяжелых или ударных нагрузок. Диапазон рабочих т-р от -25 до 140°С. Содержит противоизносные присадки, ингибиторы окисления и коррозии, которые обеспечивают продолжительный срок службы смазки и высокую степень защиты металлических поверхностей. Основные преимущества: пригодна к использованию в условиях высоких нагрузок; многоцелевое назначение; длительный срок службы; стойкость к вымыванию водой; хорошая прокачиваемость; хорошая стабильность к сдвигу и вибрационная стойкость.

Energrease LS – ***литиевая пластичная смазка*** ДЛЯ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ И КАЧЕНИЯ всех типов оборудования при нормальных нагрузочных режимах. Диапазон рабочих т-р от -25 до 130°С. Включает в свой состав масла глубокой очистки. Пригодна для использования в жестких условиях вибрации. Содержит ингибиторы окисления и коррозии, которые обеспечивают продолжительный срок службы смазки и высокую степень защиты металлических поверхностей. Обладает высокой влагостойкостью.

Energrease HTG 2 – ***высокотемпературная тугоплавкая консистентная смазка*** ДЛЯ ПОДШИПНИКОВ, работающих при высоких т-рах. Диапазон рабочих т-р от -20 до 150°С (кратковременно до 220°С). Основные преимущества: высокая окислительная стабильность; широкий диапазон применения; лёгкое нанесение; хорошая защита от коррозии; благодаря специальным присадкам высокого давления снижает механический износ.

Energrease PR 9143 – ***водоотталкивающая консистентная смазка*** на основе кальциевого комплекса с отличной стойкостью к воде и высоким нагрузкам ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ШАРИКОВЫХ И РОЛИКОВЫХ ПОДШИПНИКАХ любых машин металлургической и цементной промышленностей. Хорошо зарекомендовала себя в целлюлозо-бумажном и стекольном производствах. Рабочие т-ры от -25 до 140°С. Производится на основе минеральных масел глубокой очистки со специально подобранным пакетом присадок. Обладает высокой химической и температурной стабильностью.

Energrease SY-HT 2 – ***высокотемпературная синтетическая пластичная смазка премиум-класса*** ДЛЯ ВЫСОКООБОРОТНЫХ ПОДШИПНИКОВ, подшипников, работающих в широком т-ном диапазоне и при высоких т-рах. Отлично зарекомендовала себя в подшипниках электромоторов, в которых условия работы требуют уменьшенного трения, малого износа и длительного срока между заменами. Сочетает в себе уникальные свойства синтетического базового масла и неорганических загустителей. Обладает отличными противоокислительными свойствами и стабильной работой как при высоких, так и при низких т-рах. Благодаря малому коэффициенту трения позволяет уменьшить потери энергии и уменьшить рабочую т-ру узла смазывания в зоне нагрузки роликовых подшипников.

ПРОМЫВОЧНОЕ МАСЛО

Flushing Oil – ***высокоэффективное масло*** ДЛЯ ПРОМЫВКИ СИСТЕМЫ СМАЗКИ двигателей внутреннего сгорания.

ТЕПЛОНОСИТЕЛИ

Transcal N – ***минеральный жидкий теплоноситель*** ДЛЯ ЗАМКНУТЫХ ЖИДКОФАЗНЫХ СИСТЕМ ОБОГРЕВА, не находящихся под давлением, эксплуатируемых при средних т-рах до 320°C и при максимальной т-ре масляной пленки 340°C. Подобные системы широко применяются в пищевой промышленности, строительстве, производстве пластмасс, в дерево- и металлообрабатывающей промышленности, а также в прачечных, на морских и речных судах и в местах, где отходящее тепло рекуперируется из дымовых газов.

ТОРМОЗНАЯ ЖИДКОСТЬ

Brake Fluid DOT 4 – ***синтетическая жидкость*** ДЛЯ ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМ И ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИВОДА СЦЕПЛЕНИЯ, работающих в интенсивных режимах. Применима для всех общепринятых тормозных систем барабанного или дискового типа, работающих в очень жестких условиях. Основные преимущества: высокие значения т-тур кипения «сухой» и «увлажненной» жидкости обеспечивают большой запас безопасности при завершении рекомендованного периода эксплуатации жидкости в нормальных условиях или при повышенной влажности; отличная сопротивляемость снижению т-ры кипения жидкости при поглощении ею влаги; совместима с резиновыми уплотнениями; совместима с жидкостями, отвечающими тем же спецификациям и со всеми деталями тормозных систем.

ТРАНСМИССИОННЫЕ МАСЛА

Autran 4

SAE 10W
SAE 30 – ***трансмиссионные жидкости*** ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В СЕРВОМЕХАНИЗМАХ, ТРАНСМИССИЯХ ПРЯМОЙ ПЕРЕДАЧИ, тормозах с мокрыми дисками, дифференциалах и главных передачах в соответствии с требованиями производителя. Имеет улучшенные фрикционные и противоизносные свойства по сравнению с жидкостями классификаций API CD и Caterpillar TO-2. Стабильность фрикционных характеристик исключает проскальзывание в трансмиссии и снижает шум в тормозах. Повышенная защита от изнашивания главных передач способствует увеличению срока их службы. Устойчивы к окислению, надёжно защищают от коррозии и ржавления.

Autran GM-MP – ***жидкость*** ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ, где необходимы жидкости, отвечающие требованиям GM Type A Suffix A. Может также использоваться во многих трансмиссиях с сервоприводами, в гидротрансформаторах, применяемых в промышленности, в некоторых механических коробках передач с ручным приводом, для которых требуются жидкости с малой вязкостью. Благодаря высококачественному базовому маслу имеет хорошую термическую стабильность. Высокий индекс вязкости обеспечивает широкий температурный диапазон применения.

Autran DX III – ***жидкость*** ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ, для которых необходимы жидкости, отвечающие требованиям GM Dexron и Ford Mecron. Может также использоваться в большинстве систем рулевого управления с гидроусилителями, трансмиссий с сервоприводами и в гидравлических узлах. Основные

преимущества: превосходная низкотемпературная текучесть; отличная стойкость к окислению и высокая термическая стабильность; долговечность фрикционных характеристик и противоизносных свойств; защита от ржавления и коррозии, хорошая совместимость с материалами уплотнений и деталей, изготовленных по новым технологиям (ленточные тормоза и диски сцеплений).

Autran MBX – ***жидкость*** ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ, для которых необходимы жидкости, отвечающие требованиям Ford Mercon, DX II D и др. Может также использоваться в большинстве систем рулевого управления с гидроусилителями и в некоторых механических коробках передач с ручным приводом, для которых требуются жидкости для автоматических трансмиссий (ATF). Отвечая большинству спецификаций, позволяет сократить ассортимент жидкостей в одном парке автомобилей и избежать возможности неправильного применения. Отличается превосходной низкотемпературной текучестью и высокой термической стабильностью. Прекрасно защищает от ржавления и коррозии, хорошо совместимы с материалами уплотнений.

Autran MM-SP III – ***жидкость*** ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ автомобилей Mitsubishi и Hyundai. Разработано British Petroleum совместно с Mitsubishi как масло первой заливки в Carisma. Имеет увеличенные интервалы замены. Отвечает жестким требованиям предъявляемым к ATF. Обеспечивает плавное переключение скоростей.

* * * * *

Energear EP

SAE 80W
SAE 80W-90

– ***минеральные трансмиссионные масла*** ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ШИРОКОМ РЯДЕ ПЕРЕДАТОЧНЫХ МЕХАНИЗМОВ с прямозубыми, косозубыми и коническими шестернями, в том числе синхронизированные механические коробки передач, другие агрегаты трансмиссии и мосты, работающие в условиях средних нагрузок и давлений. В равной степени пригодны для легковых автомобилей, легких и тяжелых грузовых автомобилей, сельскохозяйственного и строительного оборудования. Основные преимущества: очень хорошая защита от изнашивания; хороший запас противопенных и антикоррозионных свойств; хорошие вязкостно-температурные свойства и текучесть при низких т-рах; совместимость со всеми применяемыми материалами уплотнений.

Energear Hypo

SAE 80W-90
SAE 85W-140
SAE 90

– ***минеральные трансмиссионные масла*** ДЛЯ ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ ПЕРЕДАЧ. Для работающих в тяжёлых условиях и в широком диапазоне т-тур коробок передач, осей и главных передач с гипоидными, коническими и спиральными шестернями. По всесезонным вязкостным характеристикам отвечают требованиям ряда производителей легковых автомобилей, фургонов, коммерческих грузовиков и автобусов. Допускается применять эти масла в синхронизированных механических коробках передач только в случаях, когда к применению специально рекомендованы масла категории API GL-5. Прекрасно защищают от изнашивания; имеют хороший запас противопенных и антикоррозийных свойств, оптимальные вязкостно-температурные свойства. Обладают хорошей текучестью при низких температурах.

Energear Hypo TL SAE 75W-80 – ***трансмиссионное масло на минеральной основе*** ДЛЯ 5-СТУПЕНЧАТЫХ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ, где требуются продукты класса API GL-5 с очень низкой кинематической вязкостью. Создано для работы в условиях предельных нагрузок. Применяется в механических коробках передач легковых автомобилей с синхронизаторами, содержащими в своём составе молибден. Специально разработано в соответствии с требованиями Peugeot/Citroen. Основные преимущества: высокий индекс вязкости; усовершенствованные противозадирные свойства; эффективная защита против эрозии молибдена.

Energear HT SAE 80W-90 SAE 85W-140 – ***универсальные трансмиссионные масла*** с синтетическими компонентами ДЛЯ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ, главных передач с гипоидными, коническими и спиральными шестернями. Созданное первоначально как масло для грузовых автомобилей, оно также подходит для легковых автомобилей, сельскохозяйственного и строительного оборудования. Основные преимущества: в композициях масел используются базовые масла гидрокрекинга по технологии BP и присадки, позволяющие экономить до 2% топлива в сравнении с обычными маслами; очень хорошие противоизносные свойства даже при тяжелых дорожных условиях; обеспечивает бесшумную, эффективную и долговечную работу синхронизаторов коробок передач; превосходные вязкостно-температурные свойства и текучесть при низких т-рах гарантируют подачу масла в критические зоны и старт в холодных условиях; высокая термическая стабильность; хорошая защита от выкрашивания материала при контактной усталости; хорошие антикоррозионные и противопенные свойства; увеличенные интервалы замены.

Energear HT SAE 75W-90 – ***высококачественное универсальное синтетическое трансмиссионное масло*** с увеличенными интервалами замены. ДЛЯ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ, главных передач с гипоидными, коническими и спиральными шестернями. Созданное первоначально как масло для грузовых автомобилей, также подходит для легковых автомобилей, сельскохозяйственного и строительного оборудования. Рекомендовано к применению: DAF, IVECO, Renault VI, SCANIA и VOLVO. Выдержало испытания по оценке противозадирных свойств, требуемых для высоко нагруженных гипоидных осей, а также испытания на долговечность синхронизаторов современных коробок передач. Превосходные вязкостно-температурные свойства и текучесть при низких т-рах гарантируют подачу масла ко всем парам трения. Отличается высокой термической стабильностью, антикоррозийными и противопенными свойствами.

Energear Limslip 90 – ***минеральное трансмиссионное масло*** ДЛЯ ОСЕЙ И САМОБЛ ОКИРУЮЩИХСЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛОВ ЛЕГКОВЫХ И ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ, которые требуют ограничения проскальзывания многодисковых муфт для контроля распределения мощности в узле. Основные преимущества: очень хорошая защита от изнашивания даже в условиях тяжелых нагрузок; сохранение фрикционных характеристик в течение длительного времени; хорошие вязкостно-температурные свойства и текучесть при

низких т-рах; совместимость со всеми применяемыми материалами уплотнений. Сочетает в себе противозадирные и гипоидные свойства с определенными фрикционными характеристиками, что позволяет устранить износ и скрежет в узлах при тяжелых условиях эксплуатации.

Energear MBE – ***минеральное масло*** ДЛЯ ГИПОИДНЫХ ПЕРЕДАЧ, специально разработанное для самых современных ведущих осей, также может применяться в агрегатах трансмиссий строительных машин, в том числе оснащенных дифференциалами повышенного трения.

Energear SGX

SAE 75W-90 – ***синтетическое всесезонное трансмиссионное масло*** ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ СОВРЕМЕННОЙ КОНСТРУКЦИИ С РУЧНЫМ ПРИВОДОМ. Используется в коробках передач совмещенных и не совмещенных с дифференциалом, раздаточных коробках. Особые свойства достигаются благодаря селективной комбинации синтетических базовых масел. Обеспечивает значительное снижение уровня шума в современных 4- и 5-ступенчатых механических коробках передач, как при передаче мощности, так и на холостом ходу. Улучшает переключение передач при низкой т-ре окружающей среды, при ускорении и в режиме старт/стоп. Содержит передовую композицию присадок, которая эффективно предохраняет шестерни от износа при максимальных нагрузках.

Energear SHX-M

SAE 75W-90 – ***полностью синтетическое всесезонное масло*** ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ (тяжело нагруженных), раздаточных коробок и ведущих мостов коммерческих и легковых транспортных средств. Рекомендовано для DAF, Scania, Volvo, Eaton, Iveco и RVI.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ МАСЛА

Enersyn GCS 180 – ***синтетическое масло на полигликолевой основе*** ДЛЯ РОТОРНЫХ И ПОРШНЕВЫХ ГАЗОВЫХ КОМПРЕССОРОВ, в которых масло находится в постоянном контакте с газом. Разработано с учетом жестких требований к смазочным материалам для компрессоров, применяемых для сжижения газов и работающих на ожижаемых нефтяных газах (бутан, пропан и пропилен), ожижаемых природных газах (метан) и углеводородных и химических газах, таких как этилен, винилхлорид и бутадиен. Продукт содержит ингибиторы окисления и коррозии, которые придают ему превосходную термическую стабильность, устойчивость к окислению и способность подавлять коррозию деталей.

Energol RC-R

ISO 32
ISO 46
ISO 68 – ***минеральные масла*** ДЛЯ ВОЗДУШНЫХ КОМПРЕССОРОВ. Рекомендованы для смазывания роторов, подшипников и шестерен в роторных компрессорах, особенно в компрессорах винтового типа с т-рой нагнетаемого воздуха до 120°C.
Пригодны для применения в стационарных и мобильных системах, работающих при т-ре от -25 до 50°C. Масла вязкости ISO 32 и ISO 46 применяются в роторных компрессорах, а ISO 68 – в поршневых.

* * * * *

Energol THB

ISO 32
ISO 46
ISO 68
ISO 77 – ***турбинные масла на минеральной основе*** ДЛЯ РАБОТЫ В ПАРОВЫХ ТУРБИНАХ. Также могут использоваться в газовых турбинах или турбокомпрессорах. Не рекомен-

дуется применять их в аммиачных компрессорах. Масла отвечают требованиям производителей оборудования, которые регламентируют окислительную стабильность не менее 2000 ч до достижения кислотного числа 2,0 мг КОН/г при испытании по методу TOST. Изготавливают с вовлечением многофункциональных присадок для обеспечения высоких антиокислительных, антикоррозийных, деэмульгирующих свойств и отсутствия пенообразования при работе. Преимущества: длительный срок службы; широкая область применения; безаварийная работа.

Turbinol 46 EP – ***турбинное масло высшего качества на базе минерального масла*** ДЛЯ СМАЗЫВАНИЯ И ОХЛАЖДЕНИЯ ПОДШИПНИКОВ И КОРОБОК ПЕРЕДАЧ паровых, газовых и водяных турбин и соединительного оборудования, такого как системы регулирования турбин, системы масляного уплотнения, также как смазка турбокомпрессоров. Содержат присадки, защищающие металлические поверхности от коррозии, противопенные присадки, обладает хорошими свойствами воздуховыделения, отличной антиокислительной способностью и не содержит органометаллических присадок, являясь безцинковым и беззольным материалом. Основные преимущества: увеличенный срок службы; широкий т-ный диапазон применения; хорошие свойства воздуховыделения; хорошая защита от коррозии даже в присутствии конденсата; хорошее водоотделение; совместимость со стандартными уплотнительными материалами и цветными металлами.

АМОРТИЗАТОРНАЯ ЖИДКОСТЬ

Castrol Synthetic Fork Oil 10W – ***полностью синтетическое масло*** ДЛЯ ТЕЛЕСКОПИЧЕСКИХ ВИЛОК И АМОРТИЗАТОРОВ, специально разработанное для обеспечения максимальных демпфирующих характеристик подвесок дорожных и внедорожных мотоциклов (включая мотокросс), дорожной техники Yamaha, Honda, Kawasaki и европейских марок.

МОТОРНЫЕ МАСЛА

Castrol Snow Race 2T – ***масло на синтетической основе*** ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ (2-тактных высокофорсированных) снегоходов, а так же другой техники с 2-тактными двигателями, эксплуатируемой зимой.
Допуски и спецификации:
API TC; SAE Miscibility Grade 4.

Castrol Aqua Race – ***полностью синтетическое масло*** ДЛЯ ВЫСОКООБОРОТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ СПОРТИВНЫХ (2-тактных) водных скутеров с жидкостным охлаждением для которых предписан продукт классификации API TC.
Допуски и спецификации:
API TC–JASO FD.

Castrol Biolube 2T – ***полностью синтетическое биоразлагаемое масло*** ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ (2-тактных) подвесных моторов с жидкостным охлаждением и двигателей скутеров, для которых требуются масла спецификации NMMA TC-W3. Может применяться как в раздельных, так и в совмещённых системах смазки двигателя.

Castrol Power 1 Racing 2T – ***полностью синтетическое масло*** ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ (2-тактных) мотоциклов европейских и японских производителей техники. Обеспечивает надежную защиту от изнашивания, что позволяет полностью реализовать потенциал высокофорсированных двигателей. Повышает отклик на открытие дроссельной заслонки, что улучшает ускорение, особенно важное при экстремальном вождении.

Castrol Power 1 Racing 4T 5W-40 – ***полностью синтетическое масло*** ДЛЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ (4-тактных) спортивных мотоциклов. Повышает интенсивность разгона двигателя и его мощность вплоть до максимальных оборотов. В композиции масла используется передовая технология Trizone Technology™ для 4-тактных двигателей, что обеспечивает оптимальную защиту двигателя, шестерёнок и трансмиссии даже во время труднейших условий вождения, включая длительную работу при максимальных оборотах.

Castrol Outboard 2T – ***минеральное масло*** ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ (2-тактных) подвесных моторов и двигателей скутеров с жидкостным охлаждением. Масло высшего качества.

Castrol Act>Evo X-tra 2T – ***минеральное масло*** ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ (2-тактных) всех современных мотоциклов европейского и японского производства. Уникальные присадки высокотемпературного действия защищают двигатель от образования отложений при высоких температурах даже в условиях тяжелой эксплуатации.

Castrol Act>Evo 2T – ***минеральное масло*** ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ (2-тактных), специально разработанное для продолжительной защиты от образования углеродистых отложений в двигателе и на свечах. Обеспечивает надежный и быстрый пуск двигателя. Отличается высоким качеством. Имеет малозольную

основу для предотвращения калильного зажигания и порчи катализатора.

Castrol Act>Evo X-tra Scooter 2T – ***минеральное масло*** ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ (2-тактных) скутеров европейских и японских производителей. Специальные присадки высокотемпературного действия защищают двигатель от образования отложений при высоких температурах даже в тяжелых условиях эксплуатации как в городе, так и вне его.

Castrol Power 1 Racing 4T 10W-50 – ***полностью синтетическое масло*** ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ (4-тактных) ВЫСОКОФОРСИРОВАННЫХ спортивных мотоциклов. Подходит для всех современных высокофорсированных двигателей мотоциклов, в соответствии с требуемыми спецификациями API и JASO.

Castrol Power 1 GPS 4T 10W-30 – ***масло с синтетическими компонентами*** ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ (4-тактных) ВЫСОКОФОРСИРОВАННЫХ спортивных мотоциклов, для которых рекомендовано маловязкое масло в соответствии со спецификациями API и JASO. Снижает время достижения максимальных оборотов двигателя и обеспечивает полную отдачу мощности двигателем, что гарантирует максимум рабочих характеристик двигателя без снижения его ресурса. В связи с этим имеет существенное преимущество в сравнении с другими марками масел.

Castrol Snow Race 4T 0W-40 – ***полностью синтетическое масло*** ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ (4-тактных) снегоходов и зимней техники. Данное масло специально разработано для максимальной защиты от износа при тяжелых условиях эксплуатации и легкого пуска двигателя при низких температурах. Новейшие технологии присадок и синтетических базовых масел обеспечивают максимальные мощностные характеристики и ресурс двигателя. Высокий индекс вязкости позволяет легко и быстро пускать двигатель при низких температурах, а при высоких рабочих температурах сохранять достаточную толщину масляной пленки.

Castrol Act>Evo X-tra Scooter 4T 5W-40 – ***синтетическое масло*** ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ (4-тактных) скутеров, а также всех современных двигателей мотоциклов, для которых рекомендовано масло в соответствии с требуемыми спецификациями API и JASO. Специальные присадки высокотемпературного действия защищают двигатель от образования отложений при высоких температурах и изнашивания, даже в тяжелых условиях эксплуатации как в городе, так и вне его. Отличается высоким качеством. Полностью совместимо с каталитическими системами снижения токсичности выхлопа.

Castrol Act>Evo 4T 20W-50 – ***минеральное масло*** ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ (4-тактных) мототехники, для которой рекомендовано масло в соответствии с требуемыми спецификациями API и JASO. Специально разработано для продолжительной защиты от износа, обеспечения уверенного пуска двигателя и его долгой безотказной работы в течение всего интервала замены моторного масла.

Castrol Inboard 4T 15W-40 – ***минеральное масло*** ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ (4-тактных тяжело нагруженных) морской и речной техники. Специально разработано для различных условий работы двигателей водной техники от длительных стоянок до движения с максимальной скоростью на длинных дистанциях.

Castrol Outboard 4T 10W-30 – ***масло на синтетической основе*** ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ (4-тактных) (подвесных бензиновых двигателей и дизелей) морской и речной техники. Передовая технология производства базового масла обеспечивает отличную защиту двигателя в широком диапазоне условий работы подвесных двигателей – как при движении с высокой скоростью, так и при длительных стоянках судна.

Castrol Act>Evo X-tra 4T 10W-40 – ***минеральное масло*** ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ (4-тактных) мотоциклов. Специальные присадки, действующие при высокой т-ре, защищают двигатель и от образования отложений при высоких температурах, и износа, даже в тяжёлых условиях эксплуатации как в городе, так и вне его.

Castrol SLX Professional Longtec BMW LL01 0W-30 – ***полностью синтетическое масло.*** Разработано совместно с BMW специально ДЛЯ БЕНЗИНОВЫХ И ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ с непосредственным впрыском. Может использоваться в двигателях «Valvetronic», для которых рекомендованы масла по спецификации BMW LL01-FE (при их отсутствии).

Castrol SLX Professional C3 5W-30 – ***полностью синтетическое масло.*** Разработано совместно с ведущими автопроизводителями специально ДЛЯ БЕНЗИНОВЫХ И ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ с современными комплексными системами снижения токсичности выхлопных газов, включая двигатели с турбонаддувом и без него. Разработано по технологии «Clean Performance Technology™».

Castrol R40 – ***смазочный материал на основе касторового масла*** ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В АВТОМОТОСПОРТЕ, где требуются непревзойденные характеристики смазывания и защиты. Содержит специальные присадки для предотвращения быстрой потери работоспособности масла из-за окисления. Превосходная смазывающая способность в сравнении с маслами на минеральной основе и уникальная химическая структура позволяют оставаться масляной пленке на горячих поверхностях деталей, обеспечивая, таким образом, эффективную защиту от износа.

Castrol Tection Global 15W-40 – ***масло на минеральной основе.*** Превосходит требования ведущих производителей коммерческой техники. Высокий ресурс двигателя, снижение затрат на сервисное обслуживание. Увеличенные интервалы замены масла. Универсальность в применении: подходит как ДЛЯ ДИЗЕЛЬНЫХ, так и БЕНЗИНОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ грузовых автомобилей, автобусов и коммерческих фургонов.

Castrol Tection 10W-40 – ***универсальное масло с синтетическими компонентами,*** обладающее высокими эксплуатационными характеристиками, ДЛЯ БЕНЗИНОВЫХ И ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ КОММЕРЧЕСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ. Сочетание отличных противоизносных свойств, увеличенных интервалов замены и универсальности делает Castrol Tection идеальным выбором смазочного материала для смешанного парка техники.

Castrol Elixion Low SAPS 5W-30 – ***синтетическое всесезонное энергосберегающее масло*** ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ЕВРОПЕЙСКОГО ПРОИЗВОДСТВА. Основное применение этого моторного масла – новейшие грузовые автомобили и автобусы с экологическими нормами по токсичности выхлопа

Euro-4, для которых предписывается моторное масло Low SAPS. Также может использоваться и в другой технике, согласно допускам и спецификациям. Создано по новейшим технологиям смазочных материалов Castrol. Специальные компоненты обеспечивают высокие антифрикционные свойства, что позволяет повысить топливную экономичность.

Castrol Enduron Plus 5W-30

– ***полностью синтетическое всесезонное масло*** ДЛЯ ЕВРОПЕЙСКИХ КОММЕРЧЕСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ. Создано по уникальной технологии Castrol, позволяющей использовать его с максимальными интервалами замены. Обеспечивает высокую экономию топлива, снижение трения и износа, продление ресурса двигателя. Низкое потребление топлива – следствие минимальных потерь энергии на трение. Максимальные интервалы замены, одобренные европейскими OEM, позволяют сократить эксплуатационные расходы.
Имеет высшие допуски ведущих OEM.

Castrol Enduron New Technology 10W-40

– ***синтетическое всесезонное масло*** ДЛЯ КОММЕРЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ, отвечающее последним требованиям ACEA E7, что дает возможность использования в двигателях, удовлетворяющих экологическим нормам Euro-4 (примечание: не подходит для применения в двигателях с системой DPF). Обеспечивает превосходную защиту двигателя и увеличенные интервалы замены.

Castrol Enduron Low SAPS 10W-40

– ***синтетическое всесезонное масло*** ДЛЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ, разработанное для обеспечения максимальных интервалов замены для новой техники. Основное применение – новейшие грузовые автомобили и автобусы с экологическими нормами по токсичности выхлопа Euro-4 и -5, для которых предписывается моторное масло Low SAPS.

Castrol EDGE Turbo Diesel 0W-30

– ***полностью синтетическое моторное масло*** ДЛЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С ТУРБОНАДУВОМ И БЕЗ НЕГО. Обеспечивает чистоту в системе выпуска отработавших газов и уменьшение выброса вредных веществ. Отвечает новейшим требованиям к смазочным материалам дизельных двигателей BMW. Одобрен по последней спецификации BMW LL04.

Castrol Enduron SLD 10W-40

– ***минеральное всесезонное масло*** ДЛЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ. Одобрено к применению как материал с увеличенным интервалом замены в двигателях Scania и допущено к применению в двигателях Euro-2 и -3. Нейтрализует отрицательное воздействие сажи. Характеризуется стойкостью к окислению и превосходными вязкостно-температурными свойствами. Обеспечивает оптимальное соотношение «цена-качество». Способствует уменьшению отрицательного воздействия на окружающую среду и снижению затрат на сервисное обслуживание техники.

Castrol Magnatec Diesel 5W-40 B4

– ***синтетическое масло*** ДЛЯ ДИЗЕЛЕЙ, включая двигатели с турбонаддувом, промежуточным охладителем (intercooler), непосредственным впрыском в цилиндр, топливными рампами «common rail» и каталитическими дожигателями отработавших газов, а также с сажевыми фильтрами (DPF), для которых автопроизводитель рекомендует масла классификаций ACEA B3/B4, C3, A3/B4 или API CF класса вязкости SAE 5W-40.

Castrol Magnatec Diesel 10W-40 B4

– ***масло с синтетическими компонентами*** ДЛЯ ДИЗЕЛЕЙ, включая моторы с турбонаддувом и промежуточным охладителем (intercooler), для которых производитель рекомендует масла классификаций ACEA A3/B3 или API CF класса вязкости SAE 10W-40.

Castrol EDGE 0W-30

– ***полностью синтетическое масло*** ДЛЯ БЕНЗИНОВЫХ И ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ с наддувом или без него. Создано с использованием новейших технологий Castrol, имеет высочайший уровень эксплуатационных свойств. Предназначено для использования в бензиновых и дизельных двигателях ведущих производителей автомобилей, таких как Mercedes, General Motors, BMW, VW и др.

Castrol EDGE 0W-40

– ***полностью синтетическое масло*** ДЛЯ БЕНЗИНОВЫХ И ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ с надувом и без него. Улучшенные низкотемпературные характеристики обеспечивают лёгкий холодный пуск. При высоких температурах, достигаемых в спортивных двигателях, масло сохраняет устойчивую смазочную пленку и предотвращает образование отложений.

Castrol EDGE Sport 10W-60

– ***полностью синтетическое масло*** ДЛЯ АВТОСПОРТА с добавлением сложных эфиров. Обеспечивает увеличение ресурса двигателя, работающего с максимальной мощностью, до 45% по сравнению с традиционными синтетическими моторными маслами. Рекомендовано для высоконагруженных гоночных двигателей, спортивных автомобилей и седанов высшего класса.

Castrol SLX Professional B4 5W-30

– ***синтетическое масло*** ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В АВТОМОБИЛЯХ КОНЦЕРНА VW со стандартными интервалами замены. Разработано совместно с ведущими автопроизводителями. Также применяется в бензиновых и дизельных двигателях автомобилей, где производитель рекомендует масла классификаций API SL/CF, ACEA A3/B3, A3/B4, C3. Высокая экономия топлива. Увеличение ресурса двигателя.

Castrol SLX Professional Fuel Saver 0W-30

– ***полностью синтетическое масло*** ДЛЯ БЕНЗИНОВЫХ И ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ с турбонаддувом и без него. Разработано с ведущими автопроизводителями с учётом последних ужесточённых европейских стандартов. Уникальные технологии способствуют экономии топлива и увеличению ресурса двигателя при продлённых интервалах замены.

Castrol SLX Professional Fuel Saver A1 5W-20

– ***синтетическое масло*** ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В НОВЫХ ДВИГАТЕЛЯХ. Разработано в партнёрстве с Jaguar Land Rover. Способствует максимальной экономии топлива. Высочайший уровень чистоты двигателя.

Castrol SLX Professional Longtec BMW LL01 5W-30

– ***синтетическое масло.*** Разработано специально ДЛЯ БЕНЗИНОВЫХ И ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С НЕПОСРЕДСТВЕННЫМ ВПРЫСКОМ совместно с BMW. Также может использоваться в двигателях «Valvetronic», требующих спецификацию BMW LL01-FE, в случае отсутствия данного типа смазочного материала. Уникальные технологии способствуют экономии топлива и увеличению ресурса двигателя при продлённых интервалах замены масла.

Castrol SLX Professional LongTec LongLife II 0W-30 – ***полностью синтетическое масло.*** Разработано совместно с Volkswagen Group специально ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ R5 И V10 с межсервисным обслуживанием «Longlife Service». Оригинальный продукт с увеличенными интервалами замены, способствующий экономии топлива и обладающий высокой стабильностью эксплуатационных свойств на протяжении всего срока службы.

Castrol SLX Professional Powerflow LongLife III 5W-30 – ***синтетическое масло,*** разработанное совместно с Volkswagen Group специально ДЛЯ БЕНЗИНОВЫХ И ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПОСЛЕДНЕГО ПОКОЛЕНИЯ с турбонаддувом и без него. Разработка Castrol «Clean Performance Technology™» и синтетическая основа масла продлевают срок службы систем очистки отработавших газов и способствуют уменьшению выбросов вредных веществ в окружающую среду.

Castrol SLX Professional LongTec 0W-30 – ***полностью синтетическое всесезонное масло*** ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ БЕНЗИНОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ И ДИЗЕЛЕЙ с наддувом и без него, легковых автомобилей, в том числе:

– для абсолютного большинства двигателей автомобилей BMW и VW-группы: Volkswagen, Audi, Skoda и SEAT;

– для автомобилей Mercedes-Benz в условиях специальных сервисных программ MB 229.5.

Используется как специальный продукт для двигателей Volkswagen W8, W12 и Audi TT.

Castrol SLX Professional LongTec A5 5W-30 – ***полностью синтетическое масло,*** разработанное совместно с Ford, для автомобилей последнего поколения Ford и Jaguar Land Rover. Предназначено ДЛЯ БЕНЗИНОВЫХ И ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ, где производитель рекомендует использовать смазочные материалы категории качества API SM/CF или ACEA A1/B1, A5/B5 SAE 5W-30. Повышает надёжность автомобиля. Увеличивает экономию топлива. Сокращает токсичность отработавших газов.

Castrol GTX Professional A3/B3 15W-40 – ***масло на основе минеральных базовых масел премиум-класса.*** Прекрасно защищает двигатель, особенно при высоких рабочих температурах. На 50% превышает жесточайшие требования стандарта Ассоциации европейских изготовителей автомобилей (ACEA) по защите от высокотемпературного износа. Отличается стабильными вязкостно-температурными характеристиками и стойкостью к термической деструкции.

Castrol GTX 15W-40 A3/B3 – ***на основе минеральных базовых масел премиум-класса*** ДЛЯ БЕНЗИНОВЫХ И ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ. Разработано для ежедневной защиты двигателя, особенно при высоких рабочих температурах. Предназначено для автомобилей, в которых производитель техники рекомендует масла классификаций ACEA A3/B3 или API SL/CF класса вязкости по SAE 15W-40.

Castrol SLX Professional Powerflow BMW LL04 0W-30 – ***полностью синтетическое масло.*** Разработано совместно с BMW специально ДЛЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПОСЛЕДНЕГО ПОКОЛЕНИЯ с турбонаддувом и без него. Разработка Castrol «Clean Performance Technology™» и синтетическая основа масла продлевают срок службы систем очистки отработавших газов и сокращают количество выбросов вредных веществ в окружающую среду. Способствует сохранению мощност-

ных характеристик двигателя в интервале межсервисного обслуживания.

Castrol SLX Professional Longtec for Volvo Cars A5/B5 0W-30 – ***полностью синтетическое масло***, разработанное в партнёрстве с Volvo Cars специально ДЛЯ 5-ЦИЛИНДРОВЫХ БЕНЗИНОВЫХ И ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПОСЛЕДНЕГО ПОКОЛЕНИЯ. Профессиональные технологии способствуют экономии топлива и увеличению ресурса двигателя при продлённом интервале межсервисного обслуживания. Максимально эффективная работа двигателя при увеличенных интервалах сервисного обслуживания. Превышает требования ACEA A5/B5.

Castrol GTX 15W-50 – ***минеральное всесезонное масло*** ДЛЯ БЕНЗИНОВЫХ И ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ автомобилей, для которых производитель техники рекомендует масла классификаций ACEA A3/B3 или API SL/CF класса вязкости по SAE 15W-50. Одно из самых популярных моторных масел в мире. Разработано для ежедневной защиты двигателя автомобиля, особенно при высоких рабочих температурах.

Castrol Magnatec Professional A1 5W-30 – ***синтетическое масло универсальное*** с повышенными показателями по экономии топлива ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ FORD. Создано по уникальной технологии производства синтетических базовых масел. Образует прочную смазочную плёнку на деталях двигателя, обеспечивая активную и постоянную защиту.

Castrol Magnatec Professional A3 10W-40 – ***масло с синтетическими компонентами*** ДЛЯ МНОГОКЛАПАННЫХ ВЫСОКООБОРОТНЫХ БЕНЗИНОВЫХ И ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ с турбонаддувом и без него. Разработано по уникальной технологии Castrol «Intelligent Molecules». Образует прочную смазочную плёнку на рабочих поверхностях, обеспечивая активную и длительную защиту двигателя и способствуя увеличению его ресурса.

Castrol Magnatec Professional B4 5W-40 – ***синтетическое масло.*** Разработано совместно с несколькими производителями автомобилей специально для удовлетворения требований их спецификаций. Способствует повышению мощности двигателя, снижая трение и затраты энергии на прокачку масла, при этом снижается износ его деталей и увеличивается ресурс.

Castrol Magnatec 5W-40 C3 – ***синтетическое масло*** ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ БЕНЗИНОВЫХ И ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ с турбонаддувом, промежуточным охладителем (intercooler), непосредственным впрыском в цилиндр, топливными рампами «common rail» и каталитическими дожигателями отработавших газов, а также с дизельными сажевыми фильтрами (DPF), для которых автопроизводитель рекомендует масла классификаций ACEA A3/B3/B4, C3 или API SM/CF класса вязкости SAE 5W-40.

Castrol Magnatec 5W-30 C3 – ***синтетическое масло*** ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ БЕНЗИНОВЫХ И ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ с турбонаддувом, промежуточным охладителем (intercooler), непосредственным впрыском в цилиндр, топливными рампами «common rail» и каталитическими дожигателями отработавших газов, а также с дизельными сажевыми фильтрами (DPF), для которых автопроизводитель рекомендует масла классификаций ACEA A3/B3/B4, C3 или API SM/CF класса вязкости SAE 5W-30.

Castrol Magnatec 5W-30 A1 – ***синтетическое масло,*** специально разработанное ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ FORD. Содержит уникальные молекулы «Intelligent Molecules» для активной и длительной защиты, способствующие увеличению ресурса двигателя. Предназначено для использования в современных бензиновых и дизельных двигателях Ford с турбонаддувом и без него, а также промежуточным охладителем (intercooler), где автопроизводитель рекомендует масла классификаций ACEA A1/B1, A5/B5, API SL или ILSAC GF-3.

Castrol Magnatec 10W-40 A3/B3 – ***масло с синтетическими компонентами*** ДЛЯ БЕНЗИНОВЫХ И ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, включая моторы с турбонаддувом и промежуточным охладителем (intercooler), для которых автопроизводитель рекомендует масла классификаций ACEA A3/B3 или API SL/CF класса вязкости SAE 10W-40.

Castrol TWS Motosport 10W-60 – ***полностью синтетическое масло.*** Разработано совместно с BMW. Единственная композиция масла, одобренная к применению в современных мощных двигателях M-серий. Полностью синтетическая композиция масла образует сверхпрочную смазочную плёнку на рабочих поверхностях, гарантируя надёжную защиту двигателя, что способствует увеличению его ресурса. Наиболее эффективно в чистом виде.

ОХЛАЖДАЮЩИЕ ЖИДКОСТИ

Castrol Antifreeze SF VDK – ***охлаждающая жидкость*** ДЛЯ ВСЕХ ТРАДИЦИОННЫХ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ БЕНЗИНОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ И ДИЗЕЛЕЙ, изготовленных из алюминия и/или чугуна, а также алюминия и/или медных сплавов. В состав входит особый пакет присадок, не содержащий силикатов, нитритов, аминов, фосфатов и других неорганических ингибиторов. Обеспечивает длительную защиту против коррозии, кавитационной эрозии, отложений и гелевых образований.

Castrol Antifreeze NF – ***охлаждающая жидкость с антикоррозионными свойствами и увеличенным ресурсом*** ДЛЯ СИСТЕМ ЖИДКОСТНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ БЕНЗИНОВЫХ И ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, изготовленных из чугуна или алюминия. Воздействует на ранее образовавшиеся отложения.

ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ

Castrol MS 3 – ***универсальная пластичная смазка антифрикционная*** для смазывания шарниров (в том числе равных угловых скоростей – ШРУС), карданных валов, подшипников скольжения, опорно-сцепных устройств со шкворнями, некоторых подшипников ступиц, подшипников скольжения и прочих узлов трения (при низких скоростях скольжения и/или высоких давлениях) в промышленности и в автомобилестроении.

Castrol LMX – ***противозадирная смазка*** для длительного смазывания машин и агрегатов, работающих при высоких механических и термических нагрузках. Содержит присадки класса EP, улучшающие стойкость к давлению настолько, что даже при эксплуатации в экстремальных условиях обеспечивается надежное смазывание и защита поверхности от изнашивания.

ПРИСАДКИ К ТОПЛИВАМ

Castrol TBE – ***комплексная присадка*** К БЕНЗИНУ для улучшения смазывающих и моющих свойств. Сгорает, как и бензин, до нормальных отработавших

газов и безвредных окисей металлов. Обеспечивает хорошую противокоррозионную защиту бензобака и топливной системы. Предотвращает образование льда в системе подачи бензина, отложений в топливной системе во всех местах, где присутствует топливовоздушная смесь (форсунки, карбюратор, впускные клапаны, впускной коллектор и камера сгорания). Очищает систему подачи топлива от ранее образовавшихся отложений.

Castrol TDA – ***комплексная многофункциональная присадка*** К ДИЗЕЛЬНОМУ ТОПЛИВУ для улучшения прокачиваемости дизельного топлива, особенно при работе в зимнее время года. Благодаря особым свойствам может применяться круглый год. Не оказывает существенного влияния на вязкость и плотность топлива; таким образом, заданные на заводе параметры остаются неизменными, работа топливной аппаратуры осуществляется в штатных, расчетных режимах.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ЖИДКОСТИ

Castrol Chain Cleaner – ***высокоэффективный очищающий спрей*** ДЛЯ ЦЕПЕЙ МОТОЦИКЛОВ с О- и Х-образными уплотнительными кольцами и без них.

Chain Spray O-R – ***полностью синтетический смазочный материал*** в виде спрея, белый, ДЛЯ ЦЕПЕЙ МОТОЦИКЛОВ с О- и Х-образными уплотнительными кольцами и без них. Максимальная эффективность достигается при предварительной обработке цепи очищающим спреем Castrol Chain Cleaner. Обладает высокой смазывающей эффективностью и защитой в тяжелых условиях эксплуатации. Максимальное проникание и адгезия («прилипание») для минимизации потерь смазки в движении.

Castrol Greentec Bike Cleaner – ***моющий состав,*** специально разработанный ДЛЯ ОЧИСТКИ ДЕТАЛЕЙ МОТОЦИКЛОВ И СКУТЕРОВ от загрязнений различных видов, в том числе и масляных. Обеспечивает эффективное и безопасное очищение окрашенных поверхностей, различных видов металлов и их сплавов, а также изделий из пластика и резины.

Castrol Silicon Spray – ***силиконовый спрей*** ДЛЯ СМАЗЫВАНИЯ, ЗАЩИТЫ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПЛАСТИКА И РЕЗИНЫ. Обеспечивает УФ-защиту для предотвращения обесцвечивания. Придаёт свежий вид матовым поверхностям.

Castrol CLENVEX KR – ***термостойкий очиститель на основе растворителя*** ДЛЯ СНЯТИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ С НОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ. Не содержит ароматических соединений, галогенизированных углеводородов, глицинового эфира и иных веществ, оказывающих нежелательное воздействие на окружающую среду.

Castrol CLENVEX TR – ***специальное моющее средство на основе растворителя*** для использования в очистителе деталей CLEANOMAT ДЛЯ ОЧИСТКИ ЗАСАЛЕННЫХ И ЗАМАСЛЕННЫХ МЕХАНИЗМОВ, ДВИГАТЕЛЕЙ, ИНСТРУМЕНТОВ и др. деталей и узлов. Представляет собой смесь алифатических и нафтеновых углеводородов со специальными присадками, такими, как смачиватели, ингибиторы коррозии и очистители. Не содержит ароматических соединений, галогенизированных углеводородов, глицинового эфира и иных веществ, оказывающих нежелательное воздействие.

СРЕДСТВА ВРЕМЕННОЙ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ

Motorcycle DWF – ***высококачественная проникающая и водо-, влаговытесняющая жидкость*** ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В АВТОМОБИЛЬНОЙ И МОТОЦИКЛЕТНОЙ ТЕХНИКЕ (детали двигателя и зажигания: высоковольтные провода, свечи, катушки и распределитель зажигания, электрические разъемы и провода), а также для различных целей в автосервисах и быту. Данная жидкость в виде аэрозоля удаляет влагу, очищает, защищает и смазывает все виды металлов. Использование аэрозоля позволяет вытеснить тонкую водяную пленку с деталей двигателя и зажигания: высоковольтные провода, свечи, катушки и распределитель зажигания, а также электрические разъемы и провода.

Castrol SUPER SPRAY OIL 4 IN 1 – ***универсальное смазочное средство*** в аэрозольном баллоне МНОГОЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ. Удаляет ржавчину, ослабляет туго затянутые и закисшие резьбовые соединения; устраняет скрип, смазывает замки, замочные цилиндры, дверные петли, тяги, тросы; предохраняет от коррозии все металлы; вытесняет влагу из систем зажигания, с контактов и кабельных разъемов. Вытесняющий газ не содержит хлорфторуглеводородов.

ТОРМОЗНЫЕ ЖИДКОСТИ

Castrol Motorcycle Brake Fluid – ***высококачественная полностью синтетическая тормозная жидкость,*** разработанная для максимальной производительности и эффективности работы тормозных систем 2- и 4-тактных мотоциклов и скутеров. ДЛЯ ВСЕХ КАТЕГОРИЙ МОТОЦИКЛОВ И СКУТЕРОВ. Отвечает требованиям большинства производителей техники. Жидкость имеет исключительно высокую т-ру кипения, превышающую норму стандарта DOT 4, что позволяет применять ее и в обычных, и в спортивных двухколесных транспортных средствах. Специально подобранная композиция присадок максимально защищает компоненты тормозной системы и резиновые уплотнения, продлевая срок их службы и безопасность.

Castrol Response DOT 4 – ***высококачественная синтетическая тормозная жидкость*** ДЛЯ ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМ, особенно тех, которые подвергаются экстремальным нагрузкам. Изготовлена из смесей полиалкиленгликольэфиров со специально подобранным комплексом присадок, которые обеспечивают эффективную защиту тормозной системы и безупречную передачу тормозного усилия в течение всего срока службы жидкости.

Castrol Response Super DOT 4 – ***высококипящая синтетическая тормозная жидкость*** ДЛЯ ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМ, ПОДВЕРГАЕМЫХ ЭКСТРЕМАЛЬНЫМ НАГРУЗКАМ. Изготовлена из специально отобранных полиалкиленгликольэфиров, эфиров борной кислоты, присадок и ингибиторов высшего качества, которые обеспечивают защиту от коррозии и препятствуют образованию паровых пробок при крайне высоких температурах. Специально разработана как альтернатива жидкостям DOT 5.1 с улучшенными высокотемпературными свойствами. Отвечает требованиям современных высокотехнологичных тормозных систем и гидравлических приводов сцеплений, за исключением тех, для которых рекомендованы минеральные жидкости (например, гидросистемы Citroen, где

используется жидкость Castrol Response LHM+, или гидросистемы Rolls-Royce, где используется Castrol HSMO Plus).

ТРАНСМИССИОННЫЕ МАСЛА

Castrol EPX 80W-90

Castrol EPX 85W-140

– ***всесезонные трансмиссионные масла для экстремальных нагрузок*** ДЛЯ ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ ЧЕРВЯЧНЫХ И ГИПОИДНЫХ ПЕРЕДАЧ, а так же ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКИХ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ, для которых производитель рекомендует смазочный материал класса API GL-5. Созданы из минеральных масел глубокой очистки, самых современных противоизносных, антифрикционных, антиокислительных, антипенных и др. присадок. Обеспечивают высочайшую защиту всех пар трения, работающих при высоких нагрузках и скоростях.

Castrol HYPOY LS 90

– ***трансмиссионное масло для экстремальных нагрузок*** ДЛЯ ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ ЧЕРВЯЧНЫХ И ГИПОИДНЫХ ПЕРЕДАЧ И ДИФФЕРЕНЦИАЛОВ ПОВЫШЕННОГО ТРЕНИЯ (LSD), для которых предписано масло API GL-5 LSD. Создано из минеральных масел высшей очистки и современных присадок. Обеспечивает высочайшую защиту всех пар трения, работающих при высоких нагрузках, а специальные компоненты обеспечивают оптимальную работу фрикционных дисков самоблокирующихся дифференциалов.

Castrol ATF TQ- DIII

– ***трансмиссионное масло на минеральной основе*** ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ И ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ. Окрашено в красный цвет (в отличие от моторных масел). В случае подтекания, это делает удобным поиск места утечки. Обеспечивает комфортное переключение передач при низких температурах, имеет длительный срок службы; по сравнению с традиционными ATF значительно лучше защищает от износа пары трения. Имеет очень высокие для минеральных масел показатели по температуре застывания и индексу вязкости.

Castrol TQ-D

– ***масло для автоматических трансмиссий.*** Отвечает требованиям спецификаций большинства производителей техники, что облегчает подбор необходимого продукта и уменьшается вероятность неправильного применения. Усовершенствованные фрикционные характеристики и защита от износа, плюс отличные низкотемпературная текучесть и стабильность свойств при высоких температурах, обеспечение защиты от окисления и ржавления увеличивают ресурс деталей узла. Эффективная совместимость с уплотнениями уменьшает риск протечки.

Castrol TRANSMAX E

– ***универсальная жидкость*** ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ автомобилей большинства японских производителей, таких как Honda, Toyota, Nissan, Mitsubishi и др. Соответствует спецификации JASO 1A и по своим эксплуатационным характеристикам превосходит требования производителей современных автоматических трансмиссий. Максимально эффективная высокотемпературная защита. Увеличение срока службы фрикционной муфты, способствует эффективной работе и предотвращению «рывков» трансмиссии. Отличная текучесть обеспечивает лёгкое переключение передач при низких температурах.
Может использоваться там, где требуется применение следую-

щих спецификаций: JASO M315 Type 1A; Toyota Type T, T-II, T-III, T-IV; Nissan Matic Fluid C, D, J; Mitsubishi Diamond SP-II, SP-III; Suzuki ATF Oil and ATF Oil Special; Mazda ATF D-III and ATF M-3; Daihatsu Alumix ATF Multi; Honda ATF Z-1 (not for use in CVTs); Subaru ATF; Hyundai; Kia; GM Daewoo; Aisin Warner JWS 3309; Jatco Automatic Transmission.

Castrol TRANSMAX Z – ***полностью синтетическое трансмиссионное масло*** ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ, ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ И МЕХАНИЧЕСКИХ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ. Для профессионального применения в автосервисах, согласно рекомендациям. Относится к группе продуктов специального назначения. Не теряет вязкости и сохраняет свои свойства даже при длительном использовании. Обеспечивает великолепное холодное переключение, обладает очень хорошими фрикционными характеристиками. Устойчиво к окислению.

Castrol DYNADRIVE 80W-90 – ***всесезонное трансмиссионное масло на синтетической основе*** ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКИХ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ И ВЕДУЩИХ МОСТОВ СМЕШАННЫХ ПАРКОВ АВТОМОБИЛЕЙ. Благодаря уникальной системе присадок данный материал отвечает API GL 1, 2, 3, 4, 5. Это подразумевает, что он обладает необходимыми свойствами требуемыми для использования в гипоидных передачах ведущих мостов и одновременно удовлетворяет требованиям к материалам, работающим в механических коробках передач с синхронизаторами.

Castrol DYNADRIVE PLUS 75W-90 – ***полностью синтетическое трансмиссионное масло*** МНОГОЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ, где требуется уровень свойств API GL-4 или GL-5. Тщательно подобранные высокоэффективные присадки и синтетические базовые масла придают Castrol Dynadrive Plus исключительную низкотемпературную текучесть, а также соответствие требованиям для большинства синхронизированных коробок передач европейского производства.

Castrol EP 80W-90 – ***всесезонное трансмиссионное масло*** ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКИХ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ, некоторых ведущих мостов, для которых производитель рекомендует смазочный материал класса API GL-4. Создано из минеральных масел высшей очистки, самых современных противоизносных, антифрикционных, антиокислительных, антипенных и др. присадок.

Castrol SAF-X 75W-140 – ***полностью синтетическое масло*** ДЛЯ ГЛАВНЫХ ПЕРЕДАЧ. Рекомендовано для большинства гипоидных мостов легковых и грузовых автомобилей, где требуется смазочные материалы классификации API GL-5. Соответствует требованиям Scania STO 1:0 и предписано для применения с увеличенными интервалами сервисного обслуживания 0 и 1 в соответствии с документацией производителя техники по эксплуатации автомобиля.

Castrol SAF-XJ 75W-140 – ***полностью синтетическое трансмиссионное масло*** ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ ПРИВОДОВ ОСЕЙ СПОРТИВНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ И АВТОМОБИЛЕЙ ПОВЫШЕННОЙ ПРОХОДИМОСТИ. Применяется в главных передачах с самоблокирующимся дифференциалом и без него с учетом предписаний изготовителя техники. Благодаря широкому диапазону вязкости и специальным присадкам, при использовании в дифференциалах повышенного трения

обеспечивается надежная защита от износа и низкий уровень шума. Великолепная текучесть при низких температурах обеспечивает быструю подачу смазочного материала к деталям.

Castrol SAF-XO 75W-90 – ***полностью синтетическое масло*** ДЛЯ ВЕДУЩИХ МОСТОВ. Было разработано специально для задних мостов BMW без самоблокирующихся дифференциалов. Для профессионального применения в автосервисах согласно рекомендациям. Относится к группе продуктов специального назначения. Обладает высоким уровнем антиокислительных свойств и отличными низкотемпературными характеристиками. Обеспечивает чистоту деталей трансмиссии(даже при длительной работе). Великолепные противоизносные свойства. Нейтрально к уплотнениям. Обладает исключительной смазочной устойчивостью, благодаря чему гарантируется длительный срок службы узла.

Castrol SMX-S 75W-85 – ***полностью синтетическое трансмиссионное масло с улучшенными синхронизирующими свойствами*** ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКИХ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ, для которых требуется трансмиссионное масло класса API GL-3/4. Обеспечивает легкое холодное переключение и, за счет высокой текучести, облегчает пуск двигателя. Содержит уникальный пакет присадок, эксклюзивно разработанный Castrol для улучшения комфортабельности переключения передач.

Castrol Syntrax Universal 75W-90 – ***всесезонное трансмиссионное масло на синтетической основе*** ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКИХ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ, совмещенных и не совмещенных с дифференциалом раздаточных коробок, ведущих мостов и дифференциалов, для которых предписано масло API GL-4 или API GL-5 классов вязкости SAE 75W, 80W, 90, 75W-90, 80W-90, 85W-90. Благодаря новейшей технологии присадок, обеспечивает сверхвысокую защиту от износа в широком диапазоне температур, очень легкое переключение передач.

Castrol Syntrans 75W-85 – ***полностью синтетическое трансмиссионное масло*** ДЛЯ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ И РАЗДАТОЧНЫХ КОРОБОК, ВЕДУЩИХ МОСТОВ И ДИФФЕРЕНЦИАЛОВ, для которых предписано масло API GL-4. Благодаря новейшей технологии присадок обеспечивает сверхвысокую защиту от износа в широком диапазоне температур. Обеспечивает очень легкое переключение передач, обладает высокими синхронизирующими свойствами одновременно с надежной защитой от износа гипоидных и цилиндрических передач. Высокие антиокислительные свойства гарантируют чистоту деталей трансмиссии.

Castrol TAF-X 75W-90 – ***полностью синтетическое трансмиссионное масло*** ДЛЯ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ В БЛОКЕ С ГЛАВНОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ ПЕРЕДНЕГО ВЕДУЩЕГО МОСТА. Обеспечивает очень легкое переключение передач, обладает эффективными синхронизирующими свойствами, одновременно с надежной защитой от износа гипоидных и цилиндрических зубчатых передач. Высокие антиокислительные свойства гарантируют идеальную чистоту деталей трансмиссии. Снижает уровень шума холостого хода.

Castrol TAF-XS 75W-90 – ***полностью синтетическое трансмиссионное масло*** ДЛЯ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ И ВЕДУЩИХ МОСТОВ В БЛОКЕ С КО-

РОБКОЙ ПЕРЕДАЧ, для которых предписано трансмиссионное масло API GL-4. Обеспечивает лёгкое переключение передач при отрицательных температурах и отличную синхронизацию. Благодаря высоким антиокислительным свойствам поддерживает чистоту деталей трансмиссии. Обладает высокими противозадирными свойствами.

УНИВЕРСАЛЬНЫЕ МАСЛА ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Castrol Agri MP Plus 10W-30

Castrol Agri MP Plus 10W-40

– ***высококачественные универсальные масла,*** обеспечивающие защиту двигателя, трансмиссии, «мокрых» тормозов, гидравлической системы и переднего моста. Прекрасная защита двигателя во время «холодного» пуска, снижают износ его деталей.

Castrol Agri MP 15W-30

– ***универсальное масло для сельскохозяйственной техники.*** Использование единственного универсального продукта упрощает обслуживание, исключает неправильное применение масел. Усовершенствованная формула Castrol Agri MP снижает износ двигателя на 30% больше, чем традиционные продукты STOU.

Castrol Agri MP 15W-40

Castrol Agri Power Plus 15W-40

– ***универсальные масла для сельскохозяйственной техники.*** Универсальные масла КАК ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ, ТАК И ДОРОЖНОЙ ТЕХНИКИ. Предотвращают износ двигателя и продлевают работу деталей. Потенциальная возможность удлинения интервала смены масла, что увеличивает время полезного использования техники.

Castrol Agri Trans Plus 80W

– ***универсальная трансмиссионная жидкость.*** Повышенная долговечность уменьшает время простоев техники и ремонтные расходы. Стабилизирует рабочую температуру и обеспечивает более мягкое переключение передач.

Castrol Hydraulic Oil Plus

– ***минеральное масло с высоким индексом вязкости.*** Соответствует требованиям к продуктам для гидравлических систем всех сельскохозяйственных механизмов, обеспечивая высокую степень защиты. Малое изменение вязкости при изменении температуры. Высокое сопротивление сдвигу, что поддерживает стабильное значение индекса вязкости в течение всего срока работы жидкости.

КЕМТУРА КОРПОРЭЙШН

Добавки к нефтепродуктам. Продукты и решения.
«Качество - наша лучшая добавка»

ИСТОРИЯ

Корпорация **CHEMTURA** входит в число крупнейших в США компаний, производящих химические продукты специального назначения, и занимает лидирующие позиции на мировом рынке производства и сбыта полимерных добавок, присадок для нефтепродуктов, антипиренов, уретановых полимеров, средств защиты растений, продуктов для бассейнов и СПА. История компании уходит своими корнями в первую половину XIX в., когда Вильям Кромптон изобрел новый ткацкий станок и построил фабрику по его производству– Crompton Loom Works. В это же время Чарльз Гудьир (Goodyear Metallic Rubber Shoe Company) получил патент на процесс вулканизации каучука. В 1862 Люциус Ноулс со своим братом Френсисом основал L.J.Knowles and Brother Co. – компанию по производству ткацких станков. После нескольких лет конкуренции Кромптон и братья Ноулс объединились в одну компанию: Crompton & Knowles Loom Works. В конце XIX века Чарльз Флинт объединил 9 производителей резиновой обуви (в том числе и Goodyear Metallic Rubber Shoe Company) и создал United States Rubber Company, позднее широко известную как Uniroyal Inc. На рубеже XIX и XX веков Crompton & Knowles Loom Works становится мировым лидером в производстве ткацких станков, а U.S.Rubber после Первой мировой войны начинает производство резиновых шин под маркой U.S.Royal®, которая позже меняется на Uniroyal®. В 20-30-х годах XX века U.S.Rubber становится крупнейшим американским производителем резинотехнических изделий, поставляя шины для 75% автомобильной промышленности США. В 1936 году основана Great Lakes Chemical Company, производящая бром из подземных соленых вод. Тогда же Continental Carbon Co. становится одним из крупнейших мировых производителей сажи, используемой при производстве шин. Во время Второй мировой войны U.S.Rubber вводит в эксплуатацию крупнейший в мире завод синтетического каучука, а также становится лидером в производстве пластиков и средств защиты растений. Компания Wishnick-Trumpeer участвует в создании композиций синтетического каучука и становится Witco Chemical Co. В послевоенные годы происходят многочисленные слияния с участием этих компаний, U.S.Rubber в 1965 году унифицирует свои продукты под именем Uniroyal, а с 1989 года становится Uniroyal Chemical Corporatbn. К этому времени Witco сосредотачивается на производстве специальных химических продуктов и входит в 500 крупнейших компаний США по оценкам журнала Fortune. В 1996 году происходит слияние Uniroyal Chemical и Crompton & Knowles, а в 1999 при слиянии с Witco образуется Crompton Corporation. Наконец, в июле 2005 года происходит слияние Crompton Corporation и Great Lakes Chemical Corporation с образованием Chemtura Corporation.

СОВРЕМЕННОСТЬ

В декабре 2006 года Chemtura приобретает Kaufman Holdings, в который входят компании Hatco – лидер в производстве сложноэфирных смазочных материалов, и Anderol – один из ведущих мировых производителей специальных высококачественных масел, смазок и рабочих жидкостей, удовлетворяющих самым высоким требованиям современной техники.

Сегодня корпорация **CHEMTURA** в лице своего подразделения Performance Specialties производит и поставляет потребителям самый широкий спектр смазочных материалов и их компонентов, включая синтетические базовые жидкости и масла, негорючие турбинные масла, различные классы присадок к маслам и топливам. Наши торговые марки широко известны, это антиоксиданты Naugalube® и Naugard®, противоизносные присадки Calcinate™, Hystrene® и Industrene®, маслорастворимые сульфонаты Lobase®, Hybase®, Barinate®, высоковязкие поли-альфа-олефины Synton®, уникальные высококачественные комплексные кальций-сульфонатные смазки серии G-2000™, негорючие масла и жидкости Reolube® и противоизносные присадки Durad®. Сейчас ряд наших продуктов включает сложные эфиры Hatcol® и широкий ассортимент готовых смазочных композиций под торговыми марками Anderol® и Royco®.

Наши основные покупатели – это крупнейшие мировые производители современных смазочных материалов и пакетов присадок. В лице компании Кемтура вы приобретаете ценного партнёра по бизнесу совершенно нового уровня: возможности наших исследовательских подразделений и наш практический опыт, возможность доставки продукции по всему миру и всесторонняя поддержка потребителей – все это в вашем распоряжении.

По всем вопросам приглашаем Вас обращаться в Представительство CHEMTURA Corporation в России и СНГ:
ООО «КЕМТУРА»
Москва, тел. (495) 580-77-74, факс (495) 933-59-60
http://www.chemtura.ru
Дистрибьюторы CHEMTURA:
ЗАО «Созидание»
Москва, тел/факс (495) 223-47-30
Эксклюзивный дистрибьютор **Reolube® OMTI**
ЗАО «Росма»
Нижний Новгород, тел/факс (8312) 77-38-77
торговые марки **Anderol®** и **Royco®**

БАЗОВЫЕ МАСЛА

Synton® PAO 40
Synton® PAO 100

- ***синтетические масла*** для применения в качестве базовых масел и загустителей в трансмиссионных, компрессорных, турбинных маслах и смазках. Представляют собой высокомолекулярные полиальфа-олефины.
Кинематическая вязкость при 100°С: 40 сСт (**PAO 40**) и 100 сСт (**PAO 100**).
Температура застывания: –18°С (**PAO 40**) и –30°С (**PAO 100**).
Обладают отличной стабильностью к окислению и механической деструкции, низкой летучестью.

* * * * *

Reolube® 140
Reolube® 225

- ***синтетические масла*** для применения в качестве базовых компонентов в различных индустриальных маслах. Представляют собой эфиры фосфорной кислоты (ИЗОПРОПИЛФЕНИЛФОСФАТЫ). Для ISO VG 32 рекомендуется **Reolube® 140,** для ISO VG 46 HFDR – **Reolube® 225.**

* * * * *

Hatcol® серия 1000

- ***синтетические масла*** для применения в качестве базовых компонентов в авиационных маслах. Представляет собой сложные эфиры полиолов (три- и тетра-), сложные эфиры дикарбоновых кислот.

Hatcol® серия 2000

- ***синтетические масла*** для применения в качестве базовых компонентов в индустриальных маслах и жидкостях. Представляют собой диэфиры, триэфиры, эфиры полиолов.

Hatcol® серия 3000

- ***синтетические масла*** для применения в качестве базовых компонентов в компрессорных маслах для компрессоров холодильных машин. Представляют собой сложные эфиры полиолов.

ВАКУУМНОЕ МАСЛО

Anderol 3627
ISO VG 46

- ***синтетическое масло*** для вакуумных насосов. Поли-альфа-олефиновое масло с низкой летучестью.

ДЕЭМУЛЬГАТОРЫ

Petronate™ 480
Petronate™ H
Petronate™ HH

- ***высоко- и среднемолекулярные нефтяные сульфонаты натрия*** для применения в растворимых маслах и полусинтетических жидкостях.

ИНГИБИТОРЫ КОРРОЗИИ

Calcinate™ NC
Calcinate™ C-300CS
Calcinate™ C-300R
Calcinate™ OTS
Calcinate™ OR
Calcinate™ C-400CLR
Calcinate™ C-400W

- ***сверхщелочные сульфонаты кальция*** ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ смазочно-охлаждающих жидкостей, а также консервационных масел и моторных масел для стационарных дизелей. Имеют щелочное число 300-400 мг КОН/г и низкое содержание свободной щелочи. Обеспечивают моющие свойства, защиту от коррозии. **C-300CS** и **C-400W** содержат кристаллический сульфат кальция, обеспечивающий высокую несущую способность и противозадирные свойства.

Basic Barium Petronate
Surchem 404
Surchem 404D

- ***высокомолекулярные сульфонаты бария*** ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ индустриальных масел, гидравлических жидкостей, смазок, консервационных масел **Petronate** – сверхщелочной, **Surchem** – нейтральные. Обладают отличными деэмульгирующими свойствами.

OxpetWH-6
OxpetWH-1
Oxpet LA-1531-20

- ***окисленные петролатумы*** ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ при использовании в индустриальных маслах, смазках, гидравлических жидкостях, консервационных маслах.

Industrene® 106
Industrene® 143
Industrene® 7018
Hystrene® 5522
Hystrene® 9718

- ***смеси насыщенных жирных кислот*** ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ АТМОСФЕРНОЙ КОРРОЗИИ различных металлоизделий. Обладают свойствами модификаторов трения.

Hybase® M-11D
Hybase® M-12D
Hybase® M-13D
Hybase® M-14D

- ***сверхщелочные сульфонаты магния*** ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ АНТИКОРРОЗИОННЫХ СВОЙСТВ ТОПЛИВ И ЗАЩИТЫ ОТ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ГАЗОВОЙ КОРРОЗИИ. Добавляют в тяжелые топлива для газовых турбин в расчете 3 части магния на 1 часть ванадия. Количество магния: 11.2% (**M-11D**); 12,2% (**M-12D**); 13,2% (**M-13D**); 14,2% (**M-14D**). Образуют высокоплавкие соединения с ванадием в процессе горения, при этом снижают коррозию и образование серного ангидрида. Имеют щелочное число 505–640 мг KOH/г, средний размер частиц 0,06 микрон.

ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ МАСЛА

Anderol PQ серия AA-10/20/30/40

ISO VG 32
ISO VG 46
ISO VG 100
ISO VG 150

- ***минеральные масла*** ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОБОРУДОВАНИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ. Многоцелевые, изготавливают на основе белых масел.

Anderol серия FGH

ISO VG 22
ISO VG 32
ISO VG 46
ISO VG 68
ISO VG 100

- ***синтетические масла*** ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОБОРУДОВАНИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.

Reolube® HYD 32
Reolube® HLT 32 ISO VG 32
Reolube® HYD 46
Reolube® HYD 46R ISO VG 46

- ***синтетические жидкости негорючие*** ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ, где должен быть уменьшен риск возгорания. Изготавливают на основе изопропилфенилфосфатов. Не поддерживают горение.

Reolube® HYD 32B ISO VG 32
Reolube® HYD 46B
Reolube® HYD 46BR ISO VG 46
Reolube® HYD 68B ISO VG 68

Reolube® HYD 100B ISO VG 100

Reolube® MF46 ISO VG 46

Reolube® MP 280B

- ***синтетические жидкости негорючие*** ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ, где должен быть уменьшен риск возгорания. Изготавливают на основе трет-бутилфенилфосфатов. Не поддерживают горение. Серия «B» разработана для высокотемпературного применения.

* * * * *

Anderol серия GP

GP 68
GP 100

- ***минеральные масла*** ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ для смазывания подшипников.

Anderol серия 400

401D ISO VG 5
402 ISO VG 10/15
423 ISO VG 32
456 ISO VG 68
465 ISO VG 68/100
471 ISO VG 68/100

- ***синтетические масла*** ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ для металлокерамических подшипников. Сложноэфирные масла, работоспособные при низких температурах.

Anderol серия 2000 XEP

2150 XEP ISO VG 150

2220 XEP ISO VG 220

2320 XEP ISO VG 320

- ***синтетические масла*** ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ. Сложноэфирные масла с улучшенными моющими свойствами.

Anderol серия 4000

4032 ISO VG 32
4046 ISO VG 46
4068 ISO VG 68
4100 ISO VG 100
4150 ISO VG 150

- ***синтетические масла*** ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ для легконагруженных подшипников. Изготавливают на основе поли-альфа-олефинов.

* * * * *

Anderol серия AGL

AGL 150 ISO VG 150

AGL 220 ISO VG 220

AGL 460 ISO VG 460

- ***минеральные масла*** РЕДУКТОРНЫЕ для закрытых передач, работающих при высоких нагрузках. Повышенная защита от износа.

Anderol серия 4000

4220 ISO VG 220
4320 ISO VG 320
4460 ISO VG 460
4680 ISO VG 680
4999 ISOVG 1000

- ***синтетические масла*** РЕДУКТОРНЫЕ для легко нагруженных закрытых передач. Изготавливают на основе поли-альфа-олефинов.

Anderol серия 5000

5150 ISO VG 150
5220 ISO VG 220
5320 ISO VG 320
5460 ISO VG 460
5680 ISO VG 680

- ***синтетические масла*** РЕДУКТОРНЫЕ для передач с ударными нагрузками. Поли-альфа-олефиновые масла с повышенной устойчивостью к микропиттингу. Длительный интервал между сменами масла.

Anderol серия 5000 XEP

5220 XEP ISO VG 220

5320 XEP ISO VG 320

5460 XEP ISO VG 460

- ***синтетические масла*** РЕДУКТОРНЫЕ для закрытых червячных передач на весь ресурс. Полиалкиленгликолевые высококачественные масла.

Anderolсерия7000

7150 ISO VG 150
7220 ISO VG 220
7460 ISO VG 460

Anderol PumpJack 150 ISO VG 150

- ***синтетические масла*** РЕДУКТОРНЫЕ для редукторов нефтедобывающего оборудования. Поли-альфа-олефиновые масла с улучшенными противоизносными, антикоррозионными и низкотемпературными вязкостными характеристиками.

Anderol Open Gears XL

Anderol Open Gears 600 ISO VG 165

- ***минеральные масла*** РЕДУКТОРНЫЕ для открытых передач. Содержат битумные компоненты.

Polyguard 4100

ISO VG 22000

- ***синтетическое масло*** РЕДУКТОРНОЕ нового поколения для открытых передач.

* * * * *

Anderol серия 6000

ISO VG 68
ISO VG 100
ISO VG 150
ISO VG 220
ISO VG 320

- ***синтетические масла*** СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (передачи и подшипники). Применяются в широком температурном диапазоне, имеют длительные интервалы между заменами. Поли-

ISO VG 460
ISO VG 680

альфа-олефиновые масла, содержат комплекс присадок.

Anderol серия HTC

HTC 220
ISO VG 220

HTC 460
ISO VG 460

HTC PG 150
ISO VG 150

- ***синтетические масла*** СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ: для смазывания цепных конвейеров. Применение при высоких температурах. Низкий уровень отложений.

Anderol PQ серия AA

80/90/100GP/ 85W–140/140/250/100

ISO VG 68/100
ISO VG 150/220
ISO VG 100
ISO VG 320
ISO VG 320/460
ISO VG 680
ISO VG 1000

- ***минеральные масла*** СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (смазывание передач и подшипников). Используют в широком температурном диапазоне при длительных интервалах между заменами. Изготавливают на базе белого масла, содержат комплекс присадок, имеют повышенные противоизносные свойства.

ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ

Royco 11MS
Royco 22CF
Royco 22MS
Royco 45
Royco 49

NLGI 1
NLGI 2

- ***неорганические смазки*** АВИАЦИОННЫЕ для смазывания узлов трения авиационной техники. Хорошая водостойкость, отличные высокотемпературные свойства.

Royco 27
Royco 32
Royco 43
Royco 46
Royco 64

NLGI 0
NLGI 1
NLGI 2
* * * * *

- ***мыльные литиевые смазки*** АВИАЦИОННЫЕ для смазывания узлов трения авиационной техники

Anderol серия 783

783-00 NLGI 00
783-0 NLGI 0
783-1 NLGI 1
783-2 NLGI 2

- ***мыльные синтетические смазки*** АНТИФРИКЦИОННЫЕ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ. Изготавливают с использованием поли-альфа-олефиновых масел.

Anderol PQ серия AA

NLGI 0
NLGI 1
NLGI 2

- ***мыльные алюминиевые смазки*** АНТИФРИКЦИОННЫЕ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (смазывание передач и подшипников). Применяются в широком температурном диапазоне, имеют длительные интервалы между заменами. Изготавливают с использованием белого масла. Содержат присадки, обеспечивающие высокие антикоррозионные, антиокислительные и противоизносные свойства.

* * * * *

Anderol 81 EP-2
NLGI 2

Anderol 81 EP-1
NLGI 1

Anderol 83 EP-2
NLGI 2

Anderol 81 HVEP-2
NLGI 2

- ***мыльные смазки*** АНТИФРИКЦИОННЫЕ ПРОТИВОИЗНОСНЫЕ для смазывания тяжело нагруженных механизмов горно-шахтного оборудования и другого тяжелого оборудования.

Anderol 752-1
NLGI 1

Anderol 752-2
NLGI 2

Anderol 9460-1
NLGI 1

Anderol 9460-2
NLGI 2

- ***мыльные литиевые комплексные смазки*** АНТИФРИКЦИОННЫЕ МНОГОЦЕЛЕВЫЕ. Отличные высокотемпературные характеристики, устойчивость к влаге и нагрузкам.

Anderol 86 EP-1
NLGI 1
Anderol 86 EP-2
NLGI 2
Anderol 95
HVEP-1
NLGI 1

- ***неорганические силикагелевые смазки*** АНТИФРИКЦИОННЫЕ МНОГОЦЕЛЕВЫЕ. Отличные высокотемпературные характеристики, устойчивость к влаге и нагрузкам.

Anderol 700
NLGI 2
Anderol 780
NLGI 2

- ***неорганические силикагелевые смазки*** АНТИФРИКЦИОННЫЕ ТЕРМОСТОЙКИЕ. Не рекомендуется применять при высокой влажности.

Anderol PQ 405-1
NLGI 1
Anderol PQ 405-2
NLGI 2
Anderol Royal
on Guard LC 460

Anderol Royal
on Guard LC 460

- ***мыльные литиевые комплексные смазки*** АНТИФРИКЦИОННЫЕ МНОГОЦЕЛЕВЫЕ. Отличные высокотемпературные характеристики, устойчивость к влаге и нагрузкам.

* * * * *

Anderol
WRD, WR, WRS
NLGI 0, 00
Anderol
Premium EP-2
NLGI 2
Anderol
Premium EP-1
NLGI 1

- ***мыльные алюминиевые комплексные смазки*** КАНАТНЫЕ для смазывания тросов барабанных лебедок, а также шкивов трения и подъемников. Смазки не смываются, пропитывают трос и защищают его от проникающей коррозии.

* * * * *

G-2000
NLGI 0
NLGI 1
NLGI 2

- ***комплексная смазка на основе сульфоната кальция*** АНТИФРИКЦИОННАЯ МНОГОЦЕЛЕВАЯ для промышленного оборудования, в том числе для автомобильной промышленности.

G-2087
NLGI 1.5
NLGI 2

- ***комплексная синтетическая смазка на основе сульфоната кальция*** АНТИФРИКЦИОННАЯ ТЕРМОСТОЙКАЯ для смазывания низко- и среднеоборотных подшипников. Смазка высоковязкая.

G-2106
NLGI 1

- ***комплексная смазка на основе сульфоната кальция*** АНТИФРИКЦИОННАЯ МНОГОЦЕЛЕВАЯ для смазывания высокооборотных и шестеренчатых контактов. Стойкая к расслаиванию.

G-2115
NLGI 0
NLGI 0.5
NLGI 1.5
NLGI 2

- ***комплексная синтетическая смазка на основе сульфоната кальция*** АНТИФРИКЦИОННАЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНАЯ для смазывания высокооборотных подшипников, подшипников с пожизненной смазкой, а также для систем длительного пользования. Смазка низковязкая.

G-2137
NLGI 00
NLGI 0
NLGI 1

- ***комплексная частично синтетическая смазка на основе сульфоната кальция*** АНТИФРИКЦИОННАЯ РЕДУКТОРНАЯ для смазывания низкооборотных, высоконагруженных подшипников шахтного оборудования: тросы, открытые механизмы, драги.

G-2148
NLGI 2

- ***комплексная смазка на основе сульфоната кальция*** АНТИФРИКЦИОННАЯ МНОГОЦЕЛЕВАЯ для смазывания узлов трения (ось-втулка, седельно-сцепные устройства и др.) строительного оборудования и дорожной техники.

G-2154
NLGI 1
NLGI 2

- ***комплексная смазка на основе сульфоната кальция*** АНТИФРИКЦИОННАЯ ПРОТИВОЗАДИРНАЯ для долговремен-

ного применения (электромоторы, ШРУСы, подшипники с пожизненной смазкой).

G-2163
NLGI 1
NLGI 1.5
NLGI 2
- ***комплексная смазка на основе сульфоната кальция*** АНТИФРИКЦИОННАЯ МНОГОЦЕЛЕВАЯ для смазывания тяжело нагруженных подшипников прокатных станов, бумагоделательных машин, судового оборудования.

G-2183
NLGI 0
NLGI 1
NLGI 2
- ***комплексная синтетическая смазка Н1 на основе сульфоната кальция*** АНТИФРИКЦИОННАЯ ДЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ: конвейеры в морозильных аппаратах, цепные конвейеры в печах.

G-2184
NLGI 2
- ***комплексная смазка Н1 на основе сульфоната кальция*** АНТИФРИКЦИОННАЯ ДЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ. Изготовлена на основе белого минерального масла.

G-2226
NLGI 2
- ***комплексная синтетическая смазка Н1 на основе сульфоната кальция*** АНТИФРИКЦИОННАЯ ДЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (низко- и среднеоборотные подшипники). Смазка высоковязкая, эффективна в условиях высоких температур и долговременного применения.

ПРИСАДКИ К МАСЛАМ

Naugalube® AMS - ***4,4'-бис(α,α-диметилбензил) дифениламин*** – АНТИОКИСЛИТЕЛЬНАЯ ПРИСАДКА для минеральных и синтетических масел (жидкости для АКПП, моторные и индустриальные масла), высокотемпературная.

Naugalube® 438L - ***динонилдифениламин*** – АНТИОКИСЛИТЕЛЬНАЯ ПРИСАДКА для минеральных и синтетических масел (моторные, гидравлические, турбинные масла, жидкости для АКПП, гидравлические жидкости, пластичные смазки). Может использоваться в композиции с другими антиоксидантами. Представляет собой вязкую жидкость.

Naugalube® 438 - ***диоктилдифениламин*** – АНТИОКИСЛИТЕЛЬНАЯ ПРИСАДКА для минеральных и синтетических масел (масла для авиационных турбин, трансмиссионные и компрессорные масла, гидравлические жидкости, пластичные смазки).

Naugalube® 635 - ***дистирилдифениламин*** – АНТИОКИСЛИТЕЛЬНАЯ ПРИСАДКА для минеральных и синтетических масел (моторные, трансмиссионные и турбинные масла, гидравлические жидкости, пластичные смазки).

Naugalube® 640 - ***октил(бутил)дифениламин*** – АНТИОКИСЛИТЕЛЬНАЯ ПРИСАДКА для минеральных и синтетических масел (высококачественные моторные масла, в том числе масла для судовых дизелей, жидкости для АКПП, индустриальные масла, пластичные смазки).

Naugalube® 680 - ***алкилированный дифениламин*** – АНТИОКИСЛИТЕЛЬНАЯ ПРИСАДКА для минеральных и синтетических масел (моторные и индустриальные масла, масла для авиационных турбин). Обладает низкой летучестью.

* * * * *

Naugard® PANA - ***фенил-α-нафтиламин*** – АНТИОКИСЛИТЕЛЬНАЯ ПРИСАДКА для минеральных и синтетических масел (масла для авиационных турбин, высококачественные индустриальные масла и смазки), высокотемпературная.

Naugalube® APAN - ***алкилированный фенил-α-нафтиламин*** – АНТИОКИСЛИТЕЛЬНАЯ ПРИСАДКА для минеральных, синтетических и растительных масел (турбинные, компрессорные, гидравлические масла). Эффективный антиоксидант длительного действия с низким осадкообразованием, работоспособен от 20 до 325°C.

* * * * *

Naugalube® 403 - ***производное фенилендиамина*** – АНТИОКИСЛИТЕЛЬНАЯ ПРИСАДКА. Особенно эффективна в топливах и маслах на растительной основе.

* * * * *

Naugalube® TMQ - ***полимер на основе 1,2-дигидро-2,2,4-триметилхинолина*** – АНТИОКИСЛИТЕЛЬНАЯ ПРИСАДКА. Особенно эффективна синтетических сложноэфирных маслах и в смазках.

* * * * *

Naugalube® 22 - ***низкомолекулярная фенольная*** АНТИОКИСЛИТЕЛЬНАЯ ПРИСАДКА для турбинных масел и гидравлических жидкостей, работающих при температуре ниже 140°C.

* * * * *

Naugalube® 15 - ***серосодержащая фенольная*** АНТИОКИСЛИТЕЛЬНАЯ ПРИСАДКА для моторных и трансмиссионных масел, пластичных смазок. Высокотемпературная. Имеется разрешение на применение в маслах для пищевой промышленности.

Naugalube® 16 - ***серосодержащая фенольная*** АНТИОКИСЛИТЕЛЬНАЯ ПРИСАДКА. Особенно эффективна в гидравлических жидкостях и циркуляционных маслах.

Naugalube® 18 - ***серосодержащая фенольная*** АНТИОКИСЛИТЕЛЬНАЯ ПРИСАДКА для минеральных, в том числе гидроочищенных, и синтетических масел. Особенно эффективна в гидравлических жидкостях и циркуляционных маслах.

* * * * *

Naugalube® 32 - ***высокомолекулярная фенольная*** АНТИОКИСЛИТЕЛЬНАЯ ПРИСАДКА для различных смазочных материалов (теплоносителей, трансмиссионных масел и пластичных смазок). Имеется разрешение на применение в маслах для пищевой промышленности.

Naugalube® 37 - ***высокомолекулярная фенольная*** АНТИОКИСЛИТЕЛЬНАЯ ПРИСАДКА для моторных и индустриальных (циркуляционных) масел, СОТС, пластичных смазок.

Naugalube® 38 - ***высокомолекулярная фенольная*** АНТИОКИСЛИТЕЛЬНАЯ ПРИСАДКА для моторных, турбинных, трансмиссионных масел, гидравлических жидкостей, СОТС и пластичных смазок, работающих при температурах ниже 150°C.

Naugalube® 531 - ***высокомолекулярная фенольная*** АНТИОКИСЛИТЕЛЬНАЯ ПРИСАДКА для моторных, трансмиссионных, турбинных, компрессорных масел, гидравлических жидкостей, смазок, работающих при температурах ниже 140°C. Представляет собой жидкость.

* * * * *

Naugalube® TPP - ***трифенилфосфит*** – АНТИОКИСЛИТЕЛЬНАЯ ПРИСАДКА для трансмиссионных масел, гидравлических жидкостей и СОТС. Используют в композиции с антиоксидантами на основе ароматических аминов и фенолов.

* * * * *

Lobase® C-4502
Lobase® C-4503
Lobase® C-4506
- ***нейтральные сульфонаты кальция*** – ДЕТЕРГЕНТЫ для моторных масел (масла для дизелей автомобилей, для судовых, тепловозных и стационарных дизелей). Также являются ингибиторами коррозии черных металлов. Имеют щелочное число: 20 (**C-4502**); 30 (**C-4503**) и 6 (**C-4506**) мг КОН/г.

Hybase® C-231
Hybase® C-311
Hybase® C-313
Hybase® C-401
Hybase® C-402
Hybase® C-500
- ***сверхщелочные сульфонаты кальция*** – ДЕТЕРГЕНТЫ для моторных масел (масла для дизелей автомобилей, для судовых, тепловозных и стационарных дизелей). Также являются ингибиторами коррозии черных металлов. Имеют щелочное число: 280 (**C-231**), 300 (**C-311**), 300 (**C-313**), 400 (**C-401**), 400 (**C-402**) и 500 (**C-500**) мг КОН/г.

Hybase® M-401 - ***сверхщелочной сульфонат магния*** – ДЕТЕРГЕНТ для моторных масел (масла для дизелей автомобилей, для судовых, тепловозных и стационарных дизелей). Также являются ингибиторами коррозии черных металлов. Щелочное число 400 мг КОН/г.

* * * * *

Calcinate™ C-300CS
Calcinate™ C-300R
Calcinate™ OTS
Calcinate™ OR
- ***сверхщелочные сульфонаты кальция*** – ПРОТИВОЗАДИРНЫЕ ПРИСАДКИ для смазочно-охлаждающих технологических средств. Щелочное число 300-400 мг КОН/г. Нейтрализуют кислоты, обладают высокой деэмульгирующей способностью. Присадки **C-300CS** и **C-400W** содержат кристаллический сульфат кальция, обеспечивающий высокую несущую способность и противозадирные свойства. Применяют взамен хлорсодержащих присадок.

Calcinate™ C-400CLR
Calcinate™ C-400W

Durad® 310M - ***эфиры фосфорной кислоты*** – ПРИСАДКА, УЛУЧШАЮЩАЯ СМАЗЫВАЮЩИЕ СВОЙСТВА МАСЕЛ (противоизносные и противозадирные). Снижает коррозию.

* * * * *

Durad® 40
Durad® 48
Durad® 60
- ***триалкилфосфаты*** – ПРОТИВОИЗНОСНЫЕ ПРИСАДКИ для индустриальных масел. Не содержат фенола, не оказывают вредного воздействия на окружающую среду.

Durad® 125
Durad® 220X
Durad® 250X
- ***трикрезил- и триксиленилфосфаты*** – БЕЗЗОЛЬНЫЕ ПРОТИВОИЗНОСНЫЕ ПРИСАДКИ для масел и рабочих жидкостей.

Durad® 110
Durad® 150
Durad® 220
Durad® 300
- ***нейтральные изопропилфенилфосфаты*** – БЕЗЗОЛЬНЫЕ ПРОТИВОИЗНОСНЫЕ ПРИСАДКИ для масел и рабочих жидкостей.

Durad® 150B
Durad® 220B
Durad® 620B
- ***нейтральные трет-бутилфенилфосфаты*** – БЕЗЗОЛЬНЫЕ ПРОТИВОИЗНОСНЫЕ ПРИСАДКИ для масел и рабочих жидкостей.

* * * * *

Naugalube® 810 - ***маслорастворимая беззольная*** ПРОТИВОИЗНОСНАЯ ПРИСАДКА И МОДИФИКАТОР ТРЕНИЯ. Не содержит фосфор, хлор или серу. Позволяет снизить содержание фосфора в маслах до 0,05% и ниже.

* * * * *

ПРИСАДКИ К ТОПЛИВАМ

Naugalube® FAO 30 - ***2,4-диметил-6-трет-бутилфенол*** – АНТИОКИСЛИТЕЛЬНАЯ ПРИСАДКА для бензинов, дизельных топлив, керосинов.

Naugalube® FAO 31 - ***смесь алкилированных фенолов*** – АНТИОКИСЛИТЕЛЬНАЯ ПРИСАДКА для стабилизации бензинов, дизельных топлив и керосинов при транспортировке и хранении.

Naugalube® FAO 32 - ***смесь алкилированных фенолов*** – АНТИОКИСЛИТЕЛЬНАЯ ПРИСАДКА для стабилизации бензинов, дизельных топлив и керосинов при транспортировке и хранении.

Naugalube® FAO 80 - ***смесь алкилированных фенолов*** – АНТИОКИСЛИТЕЛЬНАЯ ПРИСАДКА для стабилизации бензинов, дизельных топлив и керосинов при транспортировке и хранении.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ МАСЛА

Anderol серия FGC

ISO VG 5
ISO VG 32
ISO VG 46
ISO VG 68
ISO VG 100
ISO VG 150

- ***синтетические масла*** КОМПРЕССОРНЫЕ ДЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ: воздушных и газовых (пропан, аммиак (R-717), CO_2 и прочие газы, требующие инертных масел) компрессоров, вакуумных насосов. Поли-альфа-олефиновые масла, в т.ч. биоразлагаемые (**FGC 46**). Обладают улучшенными термическими свойствами, имеют длительный интервал между сменами.

Anderol серия S

ISO VG 32
ISO VG 46
ISO VG 8
ISO VG 100

- ***минеральные масла группы III*** КОМПРЕССОРНЫЕ для центробежных, ротационных и поршневых компрессоров. Имеют качество синтетического продукта, низкий коэффициент затрат.

Anderol серия 400

495 ISO VG 32
496 ISO VG 46
497 ISO VG 68

- ***синтетические масла*** КОМПРЕССОРНЫЕ для центробежных и ротационных компрессоров при эксплуатации в условиях низких температур. Обеспечивают низкий уровень отложений. Изготавливают на основе сложных эфиров.

Anderol 500 ISO VG 100

Anderol 525 ISO VG 100

Anderol 530 ISO VG 68

Anderol 555 ISO VG 100

Anderol 750 ISO VG 150

Anderol 755 ISO VG 150

- ***синтетические масла*** КОМПРЕССОРНЫЕ для поршневых компрессоров и вакуумных насосов. Компрессия воздуха и технологического газа. Обеспечивают стабильность вязкости при широком диапазоне температур и низкий уровень отложений. Изготавливают на основе сложных эфиров.

Anderol 1200 ISO VG 220

Anderol 1200N ISO VG 320

Anderol 1255 ISO VG 320

- ***синтетические масла*** КОМПРЕССОРНЫЕ для поршневых компрессоров, в том числе для осушенного азота. Отличное восприятие нагрузок. Изготавливают на основе сложных эфиров.

Anderol 3032M ISO VG 32

Anderol 3046 ISO VG 46

Anderol 3057M ISO VG 46

Anderol 3068 ISO VG 68

Anderol 3097 ISO VG 100

Anderol 3100 ISO VG 100

Anderol 3150 ISO VG 150

- ***синтетические масла*** КОМПРЕССОРНЫЕ общего и специального назначения (для редкого обслуживания оборудования). Работоспособны в широком диапазоне температур. Изготавливают на основе смеси поли-альфа-олефиновых и сложноэфирных базовых масел.

Anderol серия 3400

Anderol 3432 ISO VG 46

Anderol 3446 ISO VG 68

Anderol 3468 ISO VG 68

Anderol 3486 ISO VG 100

- ***синтетические масла*** КОМПРЕССОРНЫЕ для компрессии воздуха и технологического газа. Совместимы с большинством материалов оборудования. Поли-альфа-олефиновые масла.

Royco серии 800

Royco 880 ISO VG 220

Royco 868 ISO VG 68

Royco 886 ISO VG 68/100

Royco 889 ISO VG 150

- ***синтетические масла*** КОМПРЕССОРНЫЕ для компрессоров высокого давления (углеводороды, технологические газы, CO_2, водород, гелий, азот) и оборудования, работающего на газе. Минимальные потери вязкости при насыщении газом и перепадах температуры, давления и плотности газа. Высокая сопротивляемость поглощению газовой фазой. Высокая стойкость к смыванию жидкими углеводородами. Полиалкиленгликолевые масла.

PQ-150 ISO VG 150

- ***минеральное масло*** КОМПРЕССОРНОЕ ОБКАТОЧНОЕ для центробежных, ротационных и поршневых компрессоров. Смазывание осуществляют разбрызгиванием.

* * * * *

Anderol PG Supreme

ISO VG 32
ISO VG 46
ISO VG 68

- ***синтетические масла*** КОМПРЕССОРНЫЕ ДЛЯ КОМПРЕССОРОВ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН для отраслей, где применяются хладоагенты, основанные на полиалкиленгликолях.

Royco 2032 ISO VG 32

Royco 2068 ISO VG 68

- ***синтетические масла*** КОМПРЕССОРНЫЕ ДЛЯ КОМПРЕССОРОВ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН (для систем с хладагентом HFC или HCFC). Изготавливают на основе алкилбензолов.

Royco 2232 ISO VG 32

Royco 2246 ISO VG 46

- ***синтетические масла*** КОМПРЕССОРНЫЕ ДЛЯ КОМПРЕССОРОВ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН (для систем с хладагентом HFC или HCFC). Изготавливают на основе эфиров полиолов.

Royco 2268 ISO VG 68

Royco 2200 ISO VG 100

* * * * *

Anderol 3832 ISO VG 22

Anderol 4032 ISO VG 32

- ***синтетические масла*** ТУРБИННЫЕ для газовых и паровых турбин. Изготавливают на основе полиальфаолефинов.

Reolube® Turbofluid 46XC

Reolube® Turbofluid 46XC (AP)

Reolube® OMTI ISO VG 46

- ***синтетические масла негорючие*** ТУРБИННЫЕ для систем контроля и смазки паровых и газовых турбин. **Reolube OMTI** разработано как комбинированная жидкость для систем контроля и смазки больших паровых турбин. Может быть также использовано в газовых турбинах и обеспечивает высокую степень пожаробезопасности. Изготавливают на основе триксиленилфосфатов. Не поддерживают горение.

Reolube® Turbofluid 32BGT ISO 32

Reolube® Turbofluid 46B ISO 46

- ***синтетические масла негорючие*** ТУРБИННЫЕ для систем контроля и смазки стационарных газовых турбин, могут применяться в комбинированных и паровых турбинах. Изготавливают на основе трет-бутилфенилфосфатов. Не поддерживают горение.

Royco 500 ISO VG 22/32

Royco 560 ISO VG 22/32

Royco 819 ISO VG 22/32

Royco 818 ISO VG 10/05

- ***синтетические масла*** ТУРБИННЫЕ для авиационных, морских и промышленных газовых турбин. Высокая термостабильность, низкий уровень отложений. Изготавливают на основе эфиров полиолов.

ЭМУЛЬГАТОРЫ

Petronate™ L

Petronate™ HL/L

Petronate™ HL

- ***нефтяные сульфонаты натрия низко- и среднемолекулярные*** для минеральных и синтетических базовых масел.

ЭКСОНМОБИЛ: ТРАДИЦИИ СОВЕРШЕНСТВА

История компании – это история высоких достижений, в основе которых лежит принцип лидерства в самых фундаментальных областях. Прежде всего, это профессиональная честность, которую **«ЭксонМобил»** твердо придерживается во всех сферах деятельности.

Открытие в 1859 году в штате Пенсильвания нефти положило начало буму, который сравним с калифорнийской золотой лихорадкой, возникшей несколькими годами ранее. В 1879 году контрольный пакет «Вакуум Ойл» был приобретен компанией «Стандард Ойл». Главой и основателем этой компании был один из самых прозорливых бизнесменов, которые когда-либо являлись миру, – Джон Рокфеллер, родившийся в 1839 году в Нью-Йорке. Как многие талантливые предприниматели, он имел репутацию провидца. Рокфеллер гордился своей способностью привлекать в свой бизнес талантливых людей, ставить перед ними нетривиальные задачи, постепенно увеличивая их полномочия и ответственность. Эта традиция сохранилась в компании и по сей день.

В 1863 году Рокфеллер вложил средства в небольшой НПЗ в Кливленде, шт. Огайо, и переименовал его в «Стандард Ойл Компани Уоркс». Поначалу шансы компании на успех казались призрачными, поскольку в Кливленде уже действовало большое количество нефтеперегонных заводов, производивших керосин, и рынок был перенасыщен. Несмотря на это, компания смогла преуспеть и стала основным производителем и продавцом керосина в районе Кливленда. Это стало возможным благодаря жесткому контролю расходов и хорошо спланированной стратегии продвижения товаров. Слово «Стандард» наносилось на днище всех без исключения бочек и свидетельствовало о неизменно высоком качестве товара. Большие буквы «S» и «O» на бочках, конечно же, расшифровывались как «Стандард Ойл». Название «Эссо» – фонетическое прочтение аббревиатуры «S.O.» («эс-о»).

В течение следующих нескольких лет Рокфеллер и его партнеры скупили слабые предприятия, занимавшиеся нефтепереработкой и сбытом продукции на Восточном побережье США, заключили весьма неоднозначные сделки с железными дорогами, по которым получали скидки за большие объемы перевозок. Таким образом, они смогли добиться конкурентных преимуществ для вновь приобретенных НПЗ. Таким предприятием был небольшой НПЗ, известный как Бейвей, расположенный в Бейонне, шт. Нью-Джерси, ставший одним из крупнейших нефтеперерабатывающих предприятий своего времени. Он был расположен в стратегически выгодном месте, удобном для переработки нефти, поступающей из Пенсильвании и со Среднего Запада. Рокфеллер видел большие возможности для развития бизнеса по всему заселенному Восточному побережью, а также для экспорта на Европейский рынок. Несколько лет спустя Рокфеллер построил сеть трубопроводов с промыслов Пенсильвании в Бейонн. Трубопроводные линии были для того времени техническим новшеством и обеспечивали огромную экономию денежных средств.

К 1892 году в состав треста «Стандард Ойл» входило 20 компаний. Среди них были «Стандард Ойл Компани оф Нью-Джерси» и «Стандард Ойл Компани оф Нью-Йорк», которые впоследствии станут, соответственно, компанией «Эксон» и компанией «Мобил».

Одним из ключевых факторов успеха треста было использование экономии за счет увеличения масштабов производства. Крупные НПЗ могли производить нефтепродукты из сырой нефти со значительно меньшими затратами. Крах многих мелких предприятий сделал Рокфеллера мишенью для критики неудачливых конкурентов, а позднее также реформаторов и политиков. Не помогло и то, что в начале XX века значительная часть нефтяной промышленности в США и во всем мире принадлежала либо «Стандард Ойл», либо компаниям, находившимся под её контролем. В 1890-х годах 85% продаж на рынке США и около одной трети перерабатываемой нефти принадлежали «Стандард Ойл».

Компания продолжала расти. Ее большие размеры и «вертикальная интегрированность» вызывали опасение общественности, видевшей угрозу для рынка. Фактически в течение нескольких лет осуществлялось политическое давление с целью раздробить тресты. В 1906 году против компании «Стандард Ойл» был начат антитрестовский судебный процесс, окончательное решение по этому иску было принято Верховным судом США в 1911 году. Оно привело к ликвидации треста «Стандард Ойл» и созданию 34 конкурирующих нефтяных компаний. Впоследствии компании «Стандард оф Нью-Джерси» и «Англо-Американ» объединились и к 1975 году уже входили в состав компании «Эксон». Компании «Стандард оф Нью-Йорк» и старая «Вакуум Ойл» объединились, образовав компанию «Мобил».

Во времена расцвета «Стандард Ойл» основным видом ее продукции был осветительный керосин. Однако к моменту роспуска треста появились новые рынки для сбыта нефтепродуктов, и компании, входившие в «Стандард Ойл», не замедлили воспользоваться открывшимися возможностями. «Стандард» была одной из первых компаний, которая занималась очисткой бензина для его использования в двигателях внутреннего сгорания.

Компании «Стандард Ойл» было присуще новаторство во многих областях: производство, производственная химия, маркетинг и управление предприятием. Такой дух инноваций проявляется также в разведочных работах. Компания одна из первых начала применять и совершенствовать технологию сейсмической разведки. В 1927 году месторождение «Шугар Лэнд» к югу от Хьюстона стало первым, которое было открыто при помощи сейсморазведки. В 20 и 30-х годах, когда некоторые компании для поиска нефти все еще продолжали использовать рудоискательный щуп, «ЭксонМобил» уже начала содействовать развитию геофизики. Компании-предшественницы «Эксон Мобил», также одни из первых стали использовать геологов для разведки нефти. В 1921 году ученый Уоллас Пратт сделал вывод о важной роли, которую подповерхностные трещины и зоны разломов играли в образовании нефтяных ловушек. Идеи, предложенные Праттом, позволили компании «Эксон» опередить своих конкурентов в деле разведки нефтяных месторождений. Благодаря ему и его инновационному подходу на участке Кинг-Ранч в Южном Техасе были обнаружены огромные залежи нефти. С тех пор на Кинг-Ранч были добыты миллионы баррелей нефти и триллионы кубометров газа.

Во время Второй мировой войны ученые компании «ЭксонМобил» много сделали для разработки процесса крекинга со взвешенным катализатором. Этот процесс использовался для производства «стооктанового» авиационного бензина. Для компаний «Мобил» и «Эксон» послевоенные годы были временем стремительного роста. Обе компании продолжали развивать свою деятельность по нефтепереработке и маркетингу в США. И обе компании достигли больших успехов за границей. Развитие бизнеса в Малайзии, Австралии, Индонезии, в Северном море и, разумеется, на Аляске было только частью более обширного роста и развития.

На рынке эти две компании продавали свою продукцию под многочисленными марками. Одной из причин для этого был указ 1911 года, по которому каждая из компаний-наследниц «Стандард Ойл» получала право использовать марку «Стандард Ойл» в строго определенном секторе рынка. Вот почему в начале 70-х годов «Джерси Стандард» решила сменить свое название на «Эксон». Тем не менее, в случае обеих компаний одно всегда оставалось неизменным – эти марки гарантировали потребителям качественное обслуживание и продукцию по конкурентным ценам.

Образование компании «ЭксонМобил» в ноябре 1999 года – важный шаг в развитии компаний. Это объединение двух компаний, которые имели общие корни и которые никогда не изменяли принципам, заложенным их основателем.

«ЭксонМобил» – это новое имя, но за ним стоят три узнаваемые торговые марки.

Примечание.

Информация, приведенная в каталоге предназначена только в качестве общего руководства.

Для получения дополнительной информации по смазочным материалам Mobil и услугам обратитесь в службу технической поддержки Mobil по электронной почте: **TechDeskEurope@exxonmobil.com** или посетите наши веб-сайты по адресам: **www.mobildelvac.com, www.mobilindustrial.com**.

ООО «Мобил Ойл Лубрикантс», Москва
Тел: +7 (495) 232-2223
Факс: +7 495 956-3848/47

Филиал ООО «Мобил Ойл Лубрикантс», г. Санкт-Петербург
Тел: +7 (812) 313-7003
Факс: +7 (812) 313-7004

Филиал ООО «Мобил Ойл Лубрикантс», г. Екатеринбург
Тел: +7 (343) 229-4147/48/50
Факс: +7 (343) 229-4146

Филиал ООО «Мобил Ойл Лубрикантс», г. Новосибирск
Тел: +7 (383) 230-2985/211-9389
Факс: +7 (383) 230-2986

Филиал ООО «Мобил Ойл Лубрикантс», г. Краснодар
Тел: +7 (861) 274-6789, 274-6786, 274-1746
Факс: +7 (861) 274-6785

Филиал ООО «Мобил Ойл Лубрикантс», г. Владивосток
Тел: +7 (4232) 499-311/312/314
Факс: +7 (4232) 499-313

МОТОРНЫЕ МАСЛА ДЛЯ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Представляемые моторные масла серии Mobil Delvac предназначены для использования в коммерческой технике большой, средней и малой грузоподъемности. Они способствуют продлению ресурса двигателя при увеличении межсервисных интервалов. Масла марки Mobil Delvac выбраны пятью мировыми лидерами в производстве грузовых автомобилей. Эти масла проверены миллионами километров пробега, им доверяют миллионы профессионалов грузового автотранспорта во всем мире.

Маловязкие моторные масла серии Mobil Delvac разработаны для оптимизации работы двигателя, потенциальной экономии топлива, улучшения холодного запуска двигателя и продления его защиты в тяжелых условиях эксплуатации.

В последние годы произошел стремительный и значительный прогресс в конструкции двигателей грузовых автомобилей, технологиях систем снижения токсичности выхлопа и фильтров твердых частиц. Для получения максимального эффекта состав моторных масел серии Mobil Delvac специально разработан, чтобы снизить образование золы, способствовать соответствию двигателей последним эмиссионным нормам, обеспечить длительную работу фильтров твердых частиц.

С Mobil Delvac Ваша машина всегда готова к работе!

Mobil Delvac 1 SAE 5W-40 – ***полностью синтетическое масло*** для ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ ДИЗЕЛЕЙ с низкой токсичностью выхлопа, в т.ч. двигателей с промежуточным охлаждением и ранних моделей в хорошем состоянии (также соответствует спецификации API SL для бензиновых двигателей). Рекомендуется для работы в тяжелых режимах при магистральной эксплуатации, строительстве, во внедорожных условиях при разработке месторождений, в сельском хозяйстве.
Соответствует: API CI-4 PLUS/ CI-4/CH-4/CG-4/CF; API SL/ SJ; ACEA E7/E4; Jaso DH-1; Global DHD-1; Cat ECF-1; DAF Extended Drain; Cummins 20072/71; Detroit Diesel Power Guard Oil Specification 93K214; Ford WSS-M2C171-D.
Одобрено: MB-Approval 228.5; Volvo VDS-3/VDS-2; Cummins 20078/77/76/75; Mack EO-N Premium Plus 03, EO-M Plus; Renault RVI RXD; Scania LDF.
Уровень свойств: API CF-4.

Mobil Delvac 1 SHC SAE 5W-40 – ***полностью синтетическое масло*** для ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ ДИЗЕЛЕЙ. Может применяться в двигателях с турбонаддувом и в двигателях ранних моделей без наддува. Рекомендуется для работы в тяжелых условиях окружающей среды и эксплуатации при перевозке грузов, разработке месторождений, в строительстве, сельском хозяйстве и на морских судах.
Соответствует: API CF; ACEA E4; DAF Extended Drain.
Одобрено: MAN M 3277; MB-Approval 228.5; Volvo VDS-2; MTU Type 3; Mack EO-M; Renault RVI RXD; ZF TE-ML 04C.
Уровень свойств: API CE.

Mobil Delvac XHP Ultra SAE 5W-30 – ***синтетическое моторное масло*** для СОВРЕМЕННЫХ ДИЗЕЛЕЙ ДОРОЖНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ, работающих в тяжелых условиях. Базовые масла обеспечивают отличную низкотемпературную текучесть, сохранение вязкости при высокой температуре, снижение испаряемости, что способствует экономии топлива. Область применения – дизели без и с турбонаддувом европейских производителей для легких и тяжелых грузовиков.
Одобрено: MB-Approval 228.5.

Mobil Delvac XHP LE SAE 10W-40 – ***синтетическое моторное масло*** для СОВРЕМЕННЫХ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ДИЗЕЛЕЙ с низким уровнем эмис-

сии, работающих в тяжелонагруженных магистральных транспортных средствах. Создано на основе базовых масел с высокими свойствами, обеспечивающими отличную текучесть при низкой т-ре, сохранение вязкости при высокой т-ре, снижение испаряемости и повышение экономии топлива. Усовершенствованная композиция присадок способствует продлению срока службы и сохранению эффективности систем снижения вредных выбросов, таких как сажевый фильтр (фильтр DPF).
Соответствует: ACEA E7/E6/E4.
Одобрено: MB-Approval 228.51/228.5; MAN M 3477/3277(CRT); Volvo VDS-3; Renault RVI RXD/RLD-2; Scania Low Ash.
Уровень свойств: API CF.

Mobil Delvac XHP Extra SAE 10W-40 – ***синтетическое моторное масло*** для СОВРЕМЕННЫХ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ДИЗЕЛЕЙ, используемых в тяжелых дорожных и внедорожных условиях. Основано на базовых маслах, обеспечивающих отличную низкотемпературную текучесть, сохранение вязкости при высокой т-ре, снижение испаряемости и расхода топлива. Масляная основа усилена улучшенной композицией присадок, предоставляющей высокий уровень защиты всем деталям двигателя. Разработано для длительных интервалов замены масла. Области применения: дизели без и с турбонаддувом европейских и японских производителей для легких и тяжелых грузовиков; внедорожные машины, используемые в строительстве, горнодобыче и сельском хозяйстве.
Соответствует: API CF; ACEA E7/E4; DAF Extended Drain.
Одобрено: MB-Approval 228.5; MAN M 3277; Volvo VDS-3/VDS-2; MTU Type 3; Renault RVI RXD.
Уровень свойств: Cummins 20072.

Mobil Delvac MX Extra SAE 10W-40 – ***синтетическое моторное масло*** для ДИЗЕЛЬНЫХ И БЕНЗИНОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ. Рекомендовано для многих американских и европейских двигателей. Обладает хорошей стойкостью к окислению, диспергирует дизельную сажу и сдерживает изнашивание при ограничении образования отложений на поршнях и шламообразования, что делает двигатель более чистым. Обеспечивает легкий проворот коленчатого вала и отлично прокачивается при низкой т-ре.
Соответствует: API CI-4/CH-4/CG-4/CF; API SL/SJ; ACEA E7.
Одобрено: MB-Approval 228.3/229.1; MAN M 3275; Volvo VDS-3/VDS-2; Renault RLD; Cummins CES 20078/77/76; MACK EO-M PLUS; MTU Type 1 (только для картеров открытого типа – интервал смены до 500 ч).
Уровень свойств: Cummins 20072/71; ACEA B4, B3, A2; DETROIT DIESEL 7SE 270 (4-тактный цикл).

Mobil Delvac MX SAE 15W-40 – ***моторное масло*** для ДИЗЕЛЬНЫХ И БЕНЗИНОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ. Используется в различных видах техники. Обеспечивает отличное смазывание современных дизельных двигателей и способствует продлению срока их службы. Области применения: дизели без и с турбонаддувом европейских, японских и американских производителей для легких и тяжелых грузовиков; внедорожные машины, используемые в строительстве, горнодобыче и сельском хозяйстве.
Соответствует: API CI-4/CH-4/CG-4; API CF/SL/SJ; ACEA E7; Cat ECF-2; Cummins CES 20072/71; DETROIT DIESEL 7SE 270 (4-тактный цикл).
Одобрено: MAN M 3275; Volvo VDS-3/VDS-2; MB-Approval 228.3; Renault RLD; Cummins CES 20078/77/76/75; MACK EO-M PLUS; MTU Type 1 (только для

картеров открытого типа – интервал смены до 500 ч).
Уровень свойств: Allison C-4; ACEA B4, B3, A2; MACK EO-M.

Mobil Delvac 1630 SAE 30

Mobil Delvac 1640 SAE 40

– ***моновязкие (сезонные) моторные масла*** для дизелей, созданные на основе усовершенствованных базовых масел и сбалансированной системы присадок для того, чтобы превосходить жесткие требования спецификаций мировых производителей дизельных двигателей или соответствовать им. Предназначены для европейских и японских двигателей с промежуточным охлаждением и высоким турбонаддувом, эксплуатируемым в самых тяжелых дорожных и внедорожных условиях.
Соответствуют: API CF; ACEA E2; JASO DH-1.
Одобрено: MB-Approval 228.2; MAN 270; MTU Type 2; ZF TE-ML 04B.
Уровень свойств: Mobil Delvac 1630 – API SF, Allison C-4; Mobil Delvac 1640 – API SF.

Mobil Delvac 1330 SAE 30

Mobil Delvac 1340 SAE 40

– ***моновязкие (сезонные) моторные масла*** для дизелей. Используются в двигателях с промежуточным охлаждением и турбонаддувом, для различных условий применения, где допускаются моновязкие (сезонные) масла.
Соответствуют: Mobil Delvac 1330 API SF/CF, MB 227.0 и Allison C-4; Mobil Delvac 1340 – API SF/CF и MB 227.0.

ТРАНСМИССИОННЫЕ МАСЛА ДЛЯ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Трансмиссионные масла Mobil включают синтетические продукты и могут создать превосходную защиту от износа под воздействием высокой температуры и скорости, при этом также обеспечиваются отличные низкотемпературные характеристики.

Смазочные материалы Mobil Delvac разработаны специально для трансмиссий, мостов и главных передач грузовых автомобилей, которые работают в самых суровых условиях.

Mobilube 1 SHC SAE 75W-90

– ***полностью синтетическое трансмиссионное масло*** для КОММЕРЧЕСКОГО АВТОТРАНСПОРТА. Используется в тяжелонагруженных ручных коробках передач и задних мостах, требующих смазочных материалов с превосходной несущей способностью. Высокая термоокислительная стабильность, высокий индекс вязкости, очень низкая т-ра застывания и улучшенная низкотемпературная текучесть.
Соответствует: API GL-4/GL-5/MT-1; Scania STO 1:0; ZF TE-ML 07A.
Одобрено: ZF TE-ML 02B/05B/12B/16F/17B/19C; MAN M 3343 Typ S.
Уровень свойств: ZF-TE-ML 08.

Mobil Delvac Synthetic Gear Oil SAE 75W-90

– ***полностью синтетическое трансмиссионное масло*** для ТРАНСМИССИЙ И ЗАДНИХ МОСТОВ, предназначенное к применению на транспортных средствах в тяжелых условиях эксплуатации.
Соответствует: API GL-5/MT-1; Scania STO 1:0; ZF TE-ML 07A/08.
Одобрено: ArvinMerritor 0-76N; MB-Approval 235.8; ZF TE-ML 05B/12B/16F/17B/19C; International TMS-6816; DANA SHAES 256 Rev C; MACK GO-J PLUS; MAN 342 Typ M2.
Уровень свойств: Eaton E 500; обладает уровнем свойств, но формально не одобрено MIL-PRF-2105E.

Mobil Delvac Synthetic Gear Oil SAE 75W-140

– ***полностью синтетическое трансмиссионное масло*** для ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ ТРАНСМИССИЙ (экстремально высокое давление и ударная нагрузка), требующих смазочный материал с относительно высокой вязкостью и отличной несущей способностью.
Соответствует: API GL-5, Scania STO 1:0.

Mobilube HD-N SAE 80W-140

– ***трансмиссионное масло*** для КОММЕРЧЕСКОГО АВТОТРАН-

СПОРТА. Используется в тяжелонагруженных трансмиссиях, мостах и главных передачах, где возможны экстремально высокое давление и ударная нагрузка. Обеспечивает превосходную химическую и термическую стабильность при повышенной т-ре масла в объеме и хорошую работу при низкой т-ре. Хорошие антикоррозионные свойства при загрязнении водой и (или) хранении во влажной среде.
Соответствует: API GL-5; Scania STO 1:0.

Mobilube HD SAE 85W-140 – ***трансмиссионное масло*** для КОММЕРЧЕСКОГО АВТОТРАНСПОРТА (смешанный автопарк). Используется в высоконагруженных автомобильных трансмиссиях, мостах и главных передачах, где требуется защита от износа и задиров.
Соответствует: API GL-5.

МАСЛА ДЛЯ ГИДРОУСИЛИТЕЛЕЙ, АВТОМАТИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОДУКТЫ ДЛЯ КОММЕРЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА

Жидкости Mobil ATF обеспечивают увеличенный ремонтный интервал, снижение загрязненности коробок передач, плавное переключение передач и длительный срок службы коробок передач при любых условиях эксплуатации.

Mobil ATF 320 – ***жидкость*** для большинства АВТОМАТИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ легковых автомобилей и коммерческого автотранспорта. Рекомендуется также для гидроусилителей рулевого управления и ряда ручных коробок передач, где требуется использование масел для автоматических трансмиссий.
Одобрена: ZF TE-ML 4D/17C; Voith G607; GM Dexron IIIG Renk Doromat; Allison C-4.

Mobil ATF 220 – ***жидкость*** для АВТОМАТИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ транспортных средств, требующих соответствия жидкостей по уровню свойств Dexron IID, а также для ГИДРОУСИЛИТЕЛЕЙ РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ. Пригодна и для ряда особых гидросистем с аналогичными требованиями к рабочей жидкости (см. требования производителя гидросистемы).
Одобрено: MB 236.7; ZF TE-ML 3D/4D/11A/14A/17C; Voith G607; MAN 339 Typ V-1/Z-1.

Mobil Delvac Hydraulic Oil 10W – ***гидравлическое масло*** для РАЗЛИЧНЫХ ГИДРОСИСТЕМ ДОРОЖНЫХ И ВНЕДОРОЖНЫХ МАШИН, работающих в тяжелых условиях. Содержит эффективное сочетание беззольных дисперсантов и металлосодержащих детергентов с ингибиторами окисления, износа, ржавления и коррозии.
Уровень свойств: API CD/SF; Vickers 35VQ25.

ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ МАСЛА

Серия Mobil SHC 600

Mobil SHC 624 ISO 32

Mobil SHC 626 ISO 68

Mobil SHC 627 ISO 100

Mobil SHC 629 ISO 150

Mobil SHC 639 ISO 1000

– ***масла*** ДЛЯ РЕДУКТОРОВ И ПОДШИПНИКОВ с высочайшими эксплуатационными характеристиками, предназначенные для обеспечения превосходной защиты, увеличения срока службы и бесперебойной работы оборудования. Созданы на основе синтезированных углеводородных базовых масел, не содержащих легкозастывающих парафинов. Сочетание природно-высокого индекса вязкости и уникальной патентованной системы присадок позволяет этим продуктам обеспечивать выдающиеся эксплуатационные характеристики в экстремальных условиях эксплуатации при высокой и низкой т-ре, что намного превышает способности минеральных масел. Эти продукты обладают стойкостью к механическому сдвигу даже при применении в тяжелонагруженных редукторах и подшипниках с высокими скоростями сдвига.

Серия Mobil SHC 500
Mobil SHC 524 ISO 32
Mobil SHC 525 ISO 46
Mobil SHC 526 ISO 68
Mobil SHC 527 ISO 100

– ***масла*** ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ. Обладают отличными низко- и высокотемпературными характеристиками, обеспечивающими степень защиты оборудования, превышающую возможности всех конкурирующих продуктов на минеральной основе. Превосходная стойкость к окислению позволяет увеличивать интервалы смены масла и фильтров, обеспечить высокую степень чистоты систем и бесперебойную эксплуатацию. Уровень противоизносных свойств и прочность смазочной пленки обеспечивают высокие эксплуатационные характеристики оборудования, снижают число отказов техники и способствуют повышению производительности. Их контролируемая деэмульгирующая способность позволяет применять эти масла в системах, загрязненных небольшим количеством воды, хотя они легко справляются с отделением и большого количества воды.

Серия Mobil Glygoyle
ISO 68
ISO 100
ISO 150
ISO 220
ISO 320
ISO 460
ISO 680
ISO 1000

– ***полиалкиленгликолевое масло*** для РЕДУКТОРОВ, ПОДШИПНИКОВ И КОМПРЕССОРОВ. Серия смазочных материалов Mobil Glygoyle представляет собой масла с отличными рабочими характеристиками. Разработаны для применения в условиях эксплуатации, превышающих возможности других синтетических смазочных материалов и минеральных масел. Их низкая т-ра застывания обеспечивает отличную текучесть при низкой т-ре. Масла классов вязкости от 150 до 1000 одобрены для применения в пищевой индустрии и соответствуют USDA/NSF H-1.

Серия Mobil Rarus SHC

– ***компрессорные масла.*** Продукты серии Mobil Rarus SHC 1000 являются семейством масел с отличными эксплуатационными характеристиками.

Mobil Rarus SHC 1024 ISO 32
Mobil Rarus SHC 1025 ISO 46
Mobil Rarus SHC 1026 ISO 68

Предназначены главным образом для смазки РОТОРНЫХ ВИНТОВЫХ И ПЛАСТИНЧАТЫХ ВОЗДУШНЫХ КОМПРЕССОРОВ, эксплуатируемых в тяжелых условиях. Особенно пригодны к применению в жестких условиях, в которых продукты на минеральной основе не удовлетворяют предъявляемым требованиям, например, в таких областях, в которых достигаются высокие температуры при финальном сжатии, или в которых желательны увеличенные сроки смены масла.

ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ

Серия Mobilith SHC
Mobilith SHC 100
Mobilith SHC 220
Mobilith SHC 460
Mobilith SHC 007
Mobilith SHC 1000 Special
Mobilith SHC 1500
Mobilith SHC PM 220
Mobilith SHC PM 460

– ***смазки,*** изготовленные по передовой технологии. Специально разработаны для жестких низко- и высокотемпературных условий.

Mobilith SHC 100 – для высокоскоростных подшипников. Используется в ветряных генераторах, железнодорожных составах (в зависимости от одобрения производителей). Вязкость базового масла 100 сСт при 40°С. NLGI 2.

Mobilith SHC 220 – универсальная пластичная смазка, используемая в широком диапазоне рабочих т-р. Вязкость базового масла 220 сСт при 40°С. NLGI 2.

Mobilith SHC 460 – для работы в тяжелых условиях на низких скоростях и под большими нагрузками. Широкий диапаон рабочих т-р. Вязкость базового масла 460 сСт при 40°С. NLGI 1.5.

Mobilith SHC 007 – для низкоскоростных передач, передач с плохой герметичностью корпуса, неприводных ступиц колес. Вязкость базового масла 460 сСт при 40°С. NLGI 00.

Mobilith SHC 1000 Special – содержит графит и молибден. Предназначена для работы в исключительно тяжелых усло-

виях, для медленно движущихся и сильно нагруженных пар скольжения и подшипников. Для высокой т-ры. Вязкость базового масла 1000 сСт при 40°С. NLGI 2.

Mobilith SHC 1500 – для работы в исключительно тяжелых условиях, для медленно движущихся и сильно нагруженных пар скольжения и подшипников. Для высокой т-ры. Вязкость базового масла 1500 сСт при 40°С. NLGI 1.5.

Mobilith SHC PM 220 – для высокоскоростных бумагоделательных машин. Отличная защита от воды и износа. Для высокой т-ры. Вязкость базового масла 220 сСт при 40°С. NLGI 1.5.

Mobilith SHC PM 460 – для бумагоделательных машин. Отличная защита от воды и износа. Для высокой т-ры. Вязкость базового масла 460 сСт при 40°С. NLGI 1.5.

Mobil SHC Polyrex 462 – ***специальная пластичная смазка*** для работы в условиях очень высоких т-р с длительным сроком службы. Используется для нагрузок от умеренных до больших, зарегистрирована по NSF H1. Прошла сертификацию в качестве кошерного и пареного продукта. Вязкость базового масла 460 сСт при 40°С. NLGI 2.

Mobil SHC Grease 460 WT – ***специальная пластичная смазка*** для основных подшипников ветряных генераторов, устройств поворота лопастей и по курсу ветра. Предназначена для использования в условиях экстремально холодных т-р. Вязкость базового масла 460 сСт при 40°С. NLGI 1.5.

Mobiltemp SHC 32 – ***специальная пластичная смазка*** для высокоскоростных подшипников шпинделей, шлиц, винтов и станков, работающих в разных т-ных условиях. Вязкость базового масла 28 сСт при 40°С. NLGI 1.5.

Mobiltemp SHC 100 – ***специальная пластичная смазка*** для высокоскоростных и упорных подшипников, работающих в широком т-ном диапазоне. Вязкость базового масла 100 сСт при 40°С. NLGI 2.

Mobiltemp SHC 460 Special – ***специальная пластичная смазка*** для скользящих элементов оборудования, таких как кулачки и дорожки, конвейеры и подшипники в печах с длительными интервалами между подачей или закладкой смазки, малоподвижные или испытывающие ударные нагрузки. Вязкость базового масла 460 сСт при 40°С. NLGI 1.

Mobil SHC Grease 102 EAL – ***специальная пластичная смазка*** для машин общего назначения. Применяется при необходимости обеспечить безопасность окружающей среды. Биоразлагаемая и нетоксичная. Вязкость базового масла 100 сСт при 40°С. NLGI 2.

Beacon 325 – ***специальная пластичная смазка*** для разнообразных малоразмерных точных подшипников и слабо нагруженных шестерен. Работают в условиях высоких скоростей и при низкой т-ре. Вязкость базового масла 12 сСт при 40°С. NLGI 2.

МЫ В SHELL СДЕЛАЕМ ВСЕ, ЧТОБЫ ВАШЕ ДЕЛО ДВИГАЛОСЬ!

«Шелл» является ведущим поставщиком смазочных материалов в мире. Концерн производит широкий ассортимент смазочных материалов для применения в различных отраслях: на транспорте и в морских судах, в горной и пищевой промышленности, в машиностроении, металлургии и авиации.

«Шелл» предлагает широкий спектр индустриальных смазочных материалов, продуктов для коммерческого и легкового транспорта. Масла и смазки вырабатываются из тщательно подобранных базовых компонентов и присадок, которые проходят полный цикл испытаний, прежде чем допускаются к применению. Как того требует Система качества, все принадлежащие **«Шелл»** предприятия по производству смазочных материалов сертифицированы в системе ISO 9000 и 14000, что является гарантией стабильно высокого качества выпускаемой ими продукции.

Внедрение новых технологических разработок обусловлено тесным и долгострочным сотрудничеством с крупнейшими производителями техники и оборудования, как на глобальном, так и на местном уровне. Результатом такого сотрудничества является широкое одобрение и рекомендация к использованию смазочных материалов **«Шелл»** лидерами мирового машиностроения.

Расходы на техническое обслуживание и потеря производственного времени являются ключевыми факторами, влияющими на стоимость единицы продукции и коммерческий успех. **«Шелл»** предлагает надежные и инновационные продукты для Вашего бизнеса, чтобы снизить затраты на обслуживание.

«Шелл» предлагает не только высококачественные смазочные материалы, но и технические сервисы Shell Product Plus, позволяющие значительно увеличить конкурентные преимущества и эффективность Вашего бизнеса.

С целью снижения необходимости в техническом обслуживании, **«Шелл»** предлагает программу контроля за уровнем масла – Shell Lube Analyst. Это дает владельцам транспортного парка информацию о характеристиках масла в двигателях их транспортных средств, что важно для понимания того, какой пробег допустим для данного транспортного средства в интервалах между заменой масла.

Shell LubeExpert и LubeAdvisor – два консультационных сервиса по смазочным материалам. Специалисты **«Шелл»** помогают в выявлении критических для производства узлов и участков, подборе наиболее эффективных смазочных материалов и рекомендуют пути снижения затрат на технические обслуживания и ремонты.

Shell LubeMatch – простая в использовании программа, позволяющая быстро подобрать смазочные материалы в соответствии с рекомендациями для Вашего транспортного средства. Данная программа доступна на сайте **www.shell.com/ru.**

Shell LubeVideoCheck – детальная диагностика двигателей внутреннего сгорания (дизельных и газопоршневых), основанная на эндоскопическом осмотре деталей камеры сгорания, анализе и интерпретации сделанных фотографий профессиональным оператором-диагностом. С помощью этой программы можно определить состояние двигателя, не вынимая сам двигатель.

Shell LubeCoach – программа, разработанная для повышения квалификации специалистов, занятых в работе со смазочными материалами.

В настоящем каталоге приведено описание продуктов для различных областей применения, предлагаемых «Шелл» в России, Украине, Белоруссии и Молдове. Данные достоверны на момент сдачи в печать, декабрь 2009 г. Поскольку ассортимент, спецификации, стандарты и технологии периодически меняются, для получения точной информации, пожалуйста, обращайтесь к представителям «Шелл», которые проконсультируют Вас о наличии тех или иных продуктов, упаковке и ценах и будут рады ответить на Ваши вопросы.

Настоящий каталог является справочным, а не юридическим документом, поэтому «Шелл» не несет ответственность за любой вред, убыток или ущерб (прямой или косвенный), вызванный применением представленных в нем материалов.

Примечание.

Продукты в рамках семейства или группы приведены в алфавитном порядке. Там, где такой порядок нарушен (например, автомобильные моторные и трансмиссионные масла, компрессорные и др.), они приведены в иерархическом (в рамках семейства) порядке: т.е. сначала продукт-лидер (например, более современный и/или синтетический), за ним позиционируемые ниже продукты. В таких случаях стоящий выше продукт обычно может успешно заменять нижеследующий(е). В описании продуктов для спецификаций и допусков [ ] означают «отвечает требованиям».

ЗАО «Шелл Нефть»
125445, Москва, ул. Смольная, 24Д,
бизнес-центр «Меридиан».
Горячая линия: (495) 720-6600,
техническая поддержка: (495) 258-6916, факс: (495) 258-6925
e-mail: customersupport@shell.com, techinfo@shell.com
www.shell-distributors.ru

Более подробную информацию Вы можете получить у Вашего регионального представителя «Шелл» либо на сайте **www.shell.com/ru.**

АВТОМОБИЛЬНЫЕ СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ЖИДКОСТИ

Моторные масла для легковых автомобилей и легких грузовиков

Масла семейства Shell Helix

Shell Helix Ultra AB SAE 5W-30 – ***уникальное полностью синтетическое масло*** ДЛЯ МАКСИМАЛЬНОЙ И ДЛИТЕЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ двигателей Mercedes Benz без сажевых фильтров.
Спецификации и допуски: API SH/CF, ACEA A3/B3/B4-98, MB 229.5/229.10.

Shell Helix Ultra AB-L SAE 0W-30 – ***уникальное полностью синтетическое энергосберегающее масло*** с максимальным уровнем моющих характеристик. Одобрено Mercedes-Benz к применению с увеличенными сроками замены.
Спецификации и допуски: API SM/CF, ACEA A3/B3/B4; C3, MB 229.51.

Shell Helix Ultra AC SAE 0W-30 – ***уникальное полностью синтетическое энергосберегающее масло*** с максимальным уровнем моющих характеристик. Одобрено General Motors к применению с увеличенными сроками замены.
Спецификации и допуски: API SL/CF, ACEA A5/B5, GM–LL-A–025 (Opel B-040-2095).

Shell Helix Ultra AG SAE 5W-30 – ***уникальное полностью синтетическое масло*** ДЛЯ МАКСИМАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ДВИГАТЕЛЯ. Одобрено General Motors к применению с увеличенными сроками замены.
Спецификации и допуски: API SL/CF, ACEA A3/B4, GM–LL-A–025 (Opel B-040-2095)/GM-LL-B-025 (Opel B-040-2098), [FIAT 9.55535 G1].

Shell Helix Ultra AF SAE 5W-30 – ***уникальное полностью синтетическое масло,*** разработанное специально ДЛЯ УДОВЛЕТВОРЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ БЕНЗИНОВЫХ И ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ Ford, включая двигатели, оборудованные сажевыми фильтрами.
Спецификации и допуски: ACEA A5/B5, Ford WSS M2C 913 C.

Shell Helix Ultra AH-L SAE 0W-30 – ***уникальное полностью синтетическое масло*** с максимальным уровнем моющих характеристик, обеспечивающее исключительную защиту дизельных двигателей. Соответствует требованиям Hyundai, таких как Santa Fe и Tucson.
Спецификации и допуски: ACEA A3/B4; C3, [Hyundai].

Shell Helix Ultra AS SAE 0W-30 – ***уникальное полностью синтетическое энергосберегающее масло*** с максимальным уровнем моющих характеристик. Одобрено General Motors к применению с увеличенными сроками замены.
Спецификации и допуски: API SL/CF, ACEA A5/B5 (A1/B1), GM–LL-A–025 (Opel B-040-2095), [FIAT 9.55535 G1], одобрено SAAB для турбодвигателей.

Shell Helix Ultra AV SAE 0W-30 – ***уникальное энергосберегающее полностью синтетическое масло,*** рассчитанное на длительный срок службы. Рекомендуется для всех автомобилей VW - спецификации VW 503.00 (бензиновые) или VW 506.00 и 506.01 (дизельные), а также для дизельных двигателей без сажевых фильтров.
Спецификации и допуски: ACEA A5/B5, VW 503 00/506 00/506 01.

Shell Helix Ultra AV-L SAE 5W-30 – ***новейшее полностью синтетическое масло*** с максимальным уровнем моющих характеристик ДЛЯ САМЫХ СОВРЕМЕННЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, в том числе оснащенных противосажевыми фильтрами.
Спецификации и допуски: ACEA A3/B3/B4, C2&C3; VW 504.00/507.00, Porsche C 30.

Shell Helix Ultra AX SAE 5W-30

– ***новейшее полностью синтетическое масло*** с максимальным уровнем моющих характеристик ДЛЯ САМЫХ СОВРЕМЕННЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, в том числе оснащенных противосажевыми фильтрами.
Спецификации и допуски:
API SL/CF, ACEA C3/A3/B4, MB 229.51.

Shell Helix Ultra VX SAE 5W-30

– ***новейшее полностью синтетическое масло*** с максимальным уровнем моющих характеристик ДЛЯ САМЫХ СОВРЕМЕННЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, в том числе оснащенных противосажевыми фильтрами.
Спецификации и допуски:
API SM, ACEA C3/A3/B4, VW 504.00/507.00, Porsche C 30.

Shell Helix Ultra X SAE 0W-30

– ***уникальное энергосберегающее полностью синтетическое масло,*** рассчитанное на длительный срок службы. Рекомендуется для всех автомобилей VW с системой WIV – спецификации VW 503.00 (бензиновые) или VW 506.00 и 506.01 (дизельные), а также для любых автомобилей, в которых допустимо использование маловязких масел.
Спецификации и допуски:
ACEA A5/B5, VW 503.00/506.00/506.01.

Shell Helix Ultra Extra SAE 5W-30

– ***полностью синтетическое масло экстра-класса*** на основе новейшей технологии Шелл. Отвечает требованиям САМЫХ СОВРЕМЕННЫХ БЕНЗИНОВЫХ И ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, в том числе с каталитическими нейтрализаторами и сажевыми фильтрами. Обеспечивает максимальную чистоту и длительный интервал между заменами.
Спецификации и допуски:
ACEA C2/C3 (A3/B4), MB 229.51/229.31, BMW Longlife-04, Chrysler MS-11106, VW 504.00/507.00, Porsche C 30, [FIAT 9.55535 S1, PSA B71 2290].

Shell Helix Ultra Extra Polar SAE 0W-40

– ***полностью синтетическое масло экстра-класса,*** обеспечивающее максимальный уровень чистоты и ровную мягкую работу САМЫХ СОВРЕМЕННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ. Гарантирует легкий пуск двигателя при экстремально низких температурах и его надежную защиту в любых условиях.
Спецификации и допуски:
API SM/CF, ACEA A3/B3/B4, BMW Longlife-01, MB 229.5, VW 502.00/505.00, Ferrari, Porsche.

Shell Helix Ultra Racing SAE 10W-60

– ***полностью синтетическое масло*** ДЛЯ МАКСИМАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ДВИГАТЕЛЯ. Разработано специально для автоспорта (соревнования Ferrari 360 Modena Challenge).
Спецификации и допуски:
API SM/CF, ACEA A3/B3/B4, Ferrari, MB 229.1, [BMW M, VW 501.01/505.00, FIAT 9.55535 H3].

Shell Helix Ultra SAE 0W-40

– ***полностью синтетическое масло экстра-класса,*** обеспечивающее максимальный уровень чистоты и ровную мягкую работу САМЫХ СОВРЕМЕННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ. Гарантирует легкий пуск двигателя при экстремально низких температурах и его надежную защиту в любых условиях.
Спецификации и допуски:
API SM/CF, ACEA A3/B3/B4, BMW Longlife-01, MB 229.5, VW 502.00/505.00, Ferrari, Porsche A40, Renault RN 0700&0710.

Shell Helix Ultra SAE 5W-40

– ***полностью синтетическое масло экстра-класса*** с максимальным уровнем моющих характеристик ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ. Обеспечивает высшую защиту при активной езде. Единственное масло, рекомендованное Ferrari.

Спецификации и допуски:
Превосходит требования API SM/CF, ACEA A3/B4, BMW Longlife-01, Ferrari, MB 229.5, Porsche, [Renault RN 0710], VW 502.00/505.00/503.01, АВТОВАЗ, [FIAT 9.55535 Z2, PSA E], отвечает требованиям японских двигателей.

Shell Helix Diesel Ultra SAE 5W-40 – ***полностью синтетическое моторное масло экстра-класса,*** обеспечивающее максимальную чистоту и защиту ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ СОВРЕМЕННЫХ ПРЕСТИЖНЫХ И МОЩНЫХ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ при эксплуатации в самых тяжелых условиях.
Спецификации и допуски:
API CF, ACEA B3/B4, MB 229.5, BMW Longlife-01, VW 502.00/505.00/503.01, [FIAT 9.55535 Z2], [Renault RN 0710].

Shell Helix HX8 SAE 5W-40 – ***уникальное полностью синтетическое энергосберегающее масло*** с максимальным уровнем моющих характеристик ДЛЯ САМЫХ СОВРЕМЕННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ в любых условиях эксплуатации.
Спецификации и допуски:
API SM/CF, ACEA A3/B3/B4, VW 502.00, 505.00, 503.01, BMW LL-01, одобрено Porche [Porche A40], [Fiat 9.55535 Z2], Renault RN 0700&0710.

Shell Helix HX7 SAE 10W-40 – ***масло последнего поколения,*** разработанное с использованием синтетических технологий, с отличными моющими свойствами ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ СОВРЕМЕННЫХ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ (ВКЛЮЧАЯ ТУРБО) в любых условиях эксплуатации.
Спецификации и допуски:
API SM/CF, ACEA A3/B4, MB 229.1, VW 505.00, 502.00, JASO 'SG+', [FIAT 9.55535 G2], Renault RN 0700.

Shell Helix HX7 AF SAE 5W-30 – ***масло последнего поколения,*** разработанное с использованием синтетических технологий специально ДЛЯ БЕНЗИНОВЫХ И ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ Ford, рассчитанных на использование энергосберегающих масел, в том числе для дизельных двигателей без сажевых частиц.
Спецификации и допуски:
API SJ, ILSAC GF-2, ACEA A1/B1, Ford WSS M2C 913 A/B.

Shell Helix HX7 AU SAE 10W-30 – ***моторное масло последнего поколения,*** разработанное с использованием синтетических технологий с целью обеспечения максимальной защиты и чистоты ДВИГАТЕЛЕЙ С ПРЯМЫМ ВПРЫСКИВАНИЕМ ТОПЛИВА (GDI) ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ Mitsubishi.
Спецификации и допуски:
одобрено Mitsubishi.

Shell Helix HX7 C SAE 5W-40 – ***моторное масло*** ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ СОВРЕМЕННЫХ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ И ЛЕГКИХ ГРУЗОВИКОВ в любых условиях эксплуатации, разработанное с использованием специальных базовых масел, которые характеризуются лучшими низкотемпературными свойствами, чем минеральные масла, делая более легким запуск двигателя.
Спецификации и допуски:
API SM /CF, ACEA A3/B3/B4, JASO 'SG+', MB 229.3, VW 505.00, 502.00, GM–LL–B–025, [FIAT 9.55535 M2&N2], Renault RN 0700&0710.

Shell Helix Diesel HX7 SAE 10W-40 – ***моторное масло высшего качества,*** разработанное с использованием синтетических технологий, с отличными моющими характеристиками ДЛЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ (в том числе с турбонаддувом) СОВРЕМЕННЫХ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ И ЛЕГКИХ ГРУЗОВИКОВ в любых условиях эксплуатации.
Спецификации и допуски:
API CF, ACEA A3/B3/B4, MB 229.1, VW 505.00, JASO 'SG+'.

Shell Helix HX7 AG SAE 5W-30 – ***уникальное моторное масло*** на основе синтетических технологий ДЛЯ МАКСИМАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ДВИГАТЕЛЯ. Одобрено General Motors к применению с увеличенными сроками замены.
Спецификации и допуски:
API SL/CF, ACEA A3-02/B3-98/B4-98, GM-LL-A-025 (Opel B-040-2095)/GM-LL-B-025 (Opel B-040-2098).

Shell Helix Diesel HX7 AV SAE 5W-30 – ***моторное масло экстракласса*** на основе синтетических технологий, разработанное с целью обеспечения максимальной чистоты и защиты ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ, в том числе VW дизельных двигателей с насос-форсункой. Сочетает надежную защиту с отличными пусковыми характеристиками.
Спецификации и допуски:
API CF, ACEA C3 (A3/B3/B4), VW 502.00/505.00/505.01, Ford WSS-M2C-917A.

Shell Helix HX6 SAE 10W-40 – ***высококачественное универсальное моторное масло,*** разработанное с использованием синтетических технологий. Благодаря высоким моющим характеристикам надежно обеспечивают чистоту БЕНЗИНОВЫХ И ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ в обычных условиях эксплуатации.
Спецификации и допуски:
API SM/CF, ACEA A3/B3, MB 229.1, VW 505.00.

Shell Helix Diesel HX5 SAE 15W-40 – ***высококачественное моторное масло*** ДЛЯ ДИЗЕЛЕЙ СОВРЕМЕННЫХ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ И ЛЕГКИХ ГРУЗОВИКОВ. Благодаря высоким моющим характеристикам надежно обеспечивает чистоту дизельных двигателей в обычных условиях эксплуатации.
Спецификации и допуски:
API CF, ACEA A2/B2.

Shell Helix HX3 SAE 5W-30 – ***всесезонное моторное масло*** ДЛЯ ОСНОВНОЙ МАССЫ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ И «ВОЗРАСТНЫХ» ИНОМАРОК. Надежно обеспечивают чистоту и стабильное смазывание двигателя.
Спецификации и допуски:
API SJ/CF.

Shell Helix HX3 SAE 10W-40 SAE 15W-40 – ***всесезонные моторные масла*** ДЛЯ ОСНОВНОЙ МАССЫ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ И «ВОЗРАСТНЫХ» ИНОМАРОК. Надежно обеспечивают чистоту и стабильное смазывание двигателя.
Спецификации и допуски:
API SJ/CF.

Другие масла семейства Shell Helix

Shell Helix F SAE 5W-30 – ***полусинтетическое масло*** ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, рассчитанных на использование энергосберегающих масел, отвечающих современным промышленным спецификациям Европы и США.
Спецификации и допуски:
API SJ, ILSAC GF-2, ACEA A1/B1, Ford WSS M2C 913 A/B.

Shell Helix Plus AH SAE 10W-30 – ***масло на синтетической основе,*** разработанное с целью обеспечения максимальной защиты и чистоты ДВИГАТЕЛЕЙ С ПРЯМЫМ ВПРЫСКИВАНИЕМ ТОПЛИВА (GDI) легковых автомобилей Mitsubishi и Volvo.
Спецификации и допуски:
одобрено Mitsubishi.

Shell Helix Plus S SAE 5W-30 SAE 5W-40 – ***полусинтетические моторные масла*** с высоким уровнем моющих характеристик ДЛЯ ПРЕКРАСНОЙ ЗАЩИТЫ СОВРЕМЕННЫХ БЕНЗИНОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ.
Спецификации и допуски:
API SL/CF, ACEA A3/B4, JASO 'SG+', MB 229.3, [BMW LL-98], VW 502.00/505.00, GM LL-B-025, Fiat 955535 N2&M2, Renault RN 0700&0710.

Shell Helix Diesel Plus VA SAE 5W-30

– ***моторное масло экстракласса на синтетической основе,*** разработанное с целью обеспечить максимальную чистоту и защиту ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ, в том числе VW дизельных двигателей с насос-форсункой. Сочетает надежную защиту с отличными пусковыми характеристиками.
Спецификации и допуски:
API SL/CF, ACEA B3/B4, VW 502.00/505.00/505.01, [Ford M2C-917A].

Shell Helix Plus Extra SAE 5W-40

– ***продукт уникальных синтетических технологий*** с отличными моющими характеристиками ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ СОВРЕМЕННЫХ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ И ЛЕГКИХ ГРУЗОВИКОВ в любых условиях эксплуатации.
Спецификации и допуски:
API SM /CF, ACEA A3/B3/B4, MB 229.1, VW 505.00, АВТОВАЗ.

Shell Helix Plus SAE 10W-40

– ***полусинтетическое масло*** с отличными моющими свойствами ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ СОВРЕМЕННЫХ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ (включая турбо) в любых условиях эксплуатации.
Спецификации и допуски:
API SL/CF, ACEA A3/B4, MB 229.1, VW 505.00, JASO 'SG+', Saab, АВТОВАЗ, [FIAT 9.55535 G2].

Shell Helix Diesel Plus SAE 10W-40

– ***полусинтетическое масло высшего качества*** с отличными моющими характеристиками для дизельных двигателей (в том числе с турбонаддувом) современных легковых автомобилей и легких грузовиков в любых условиях эксплуатации.
Спецификации и допуски:
API CF, ACEA A3/B4, MB 229.1, VW 505.00, [PSA D, Rover].

Shell Helix Super SAE 10W-40 SAE 15W-40

– ***высококачественные универсальные минеральные моторные масла.*** Благодаря высоким моющим характеристикам надежно обеспечивают чистоту бензиновых и дизельных двигателей в обычных условиях эксплуатации.
Спецификации и допуски:
API SJ/CF, ACEA A2/B2.

Shell Helix Diesel Super SAE 15W-40

– ***высококачественное минеральное масло*** ДЛЯ ДИЗЕЛЕЙ СОВРЕМЕННЫХ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ И ЛЕГКИХ ГРУЗОВИКОВ. Благодаря высоким моющим характеристикам надежно обеспечивает чистоту дизельных двигателей в обычных условиях эксплуатации.
Спецификации и допуски:
API CF, ACEA B2.

Shell Helix SAE 5W-30 SAE 10W-40 SAE 15W-40

– ***всесезонные минеральные моторные масла*** ДЛЯ ОСНОВНОЙ МАССЫ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ И «ВОЗРАСТНЫХ» ИНОМАРОК. Надежно обеспечивают чистоту и стабильное смазывание двигателя.
Спецификации и допуски:
API SG/CD.

Масла для дизелей автомобильной, строительной и внедорожной техники

Масла семейства Shell Rimula

Shell Rimula R6 LME SAE 5W-30

– ***энергосберегающее синтетическое дизельное масло*** с максимальными эффективностью и сроком службы. Разработано на основе новейшей технологии ДЛЯ САМЫХ СОВРЕМЕННЫХ (Евро-4 и -5) ДВИГАТЕЛЕЙ С САЖЕВЫМИ ФИЛЬТРАМИ И КАТАЛИТИЧЕСКИМИ НЕЙТРАЛИЗАТОРАМИ. Может применяться в европейских, американских и японских дизелях предыдущих поколений. Щелочное число 10,4 мг КОН/г (ASTM D 2896), зольность сульфатная 0,95%.
Спецификации и допуски:
ACEA E7/E6, Cummins CES 20077, MB 228.51, MAN M3477.

Shell Rimula R6 LM SAE 10W-40 – ***синтетическое масло*** с максимальными эффективностью и сроком службы. Разработано на основе новейшей технологии ДЛЯ САМЫХ СОВРЕМЕННЫХ (Евро-4 и -5) ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С САЖЕВЫМИ ФИЛЬТРАМИ И КАТАЛИТИЧЕСКИМИ НЕЙТРАЛИЗАТОРАМИ. Может применяться в европейских, американских и японских дизелях предыдущих поколений, а также в работающих на сжатом природном газе двигателях Mercedes-Benz, MAN и Volvo. Щелочное число 9,5 мг KOH/г (ASTM D 2896), зольность сульфатная 0,9%.
Спецификации и допуски:
ACEA E7/E6/E4, API CI-4/CH-4/CG-4/CF-4/CF, [Caterpillar ECF-1A], Cummins CES 20077/72/71, [DAF ACEA E6/E4], Deutz DQC IV-05, Mack EO-M Plus, MAN M3477/3271-1, MB 228.51/226.9, MTU тип 3.1, Renault Trucks RD-2, Volvo CHG/VDS-2, [JASO DH-2].

Shell Rimula R6 ME SAE 5W-30 – ***энергосберегающее синтетическое масло*** с макисмальным сроком службы ДЛЯ ЕВРОПЕЙСКИХ ДИЗЕЛЕЙ, отвечающих требованиям экологических стандартов Евро-2 и -3 и некоторых Евро-4. Щелочное число 16,4 мг KOH/г (ISO 3771), зольность сульфатная 1,9%.
Спецификации и допуски:
ACEA E4, API CF, DAF HP1/HP2, MAN M3277, MB 228.5, MTU тип 3, Volvo VDS-2, [IVECO STANDART TFE].

Shell Rimula R6 M SAE 10W-40 – ***синтетическое масло высшего качества*** с макисмальным сроком службы ДЛЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ДИЗЕЛЕЙ ЕВРОПЕЙСКОГО, АМЕРИКАНСКОГО И ЯПОНСКОГО ПРОИЗВОДСТВА, отвечающих требованиям экологических стандартов Евро-2, -3 и некоторых Евро-4. Щелочное число 15,9 мг KOH/г (ASTM D 2896), зольность сульфатная 1,9%.
Спецификации и допуски:
ACEA E7/E4, API CF, Cummins CES 20072, Deutz DQC IV-05, MAN M3277, MB 228.5, MACK EO-M Plus, MTU тип 3, Renault Trucks RXD, Scania LDF-2, Volvo VDS-3, [IVECO T3 E4].

Shell Rimula R5 E SAE 10W-40 – ***полусинтетическое энергосберегающее масло высшего качества*** ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ДИЗЕЛЕЙ ЕВРОПЕЙСКОГО, АМЕРИКАНСКОГО И ЯПОНСКОГО ПРОИЗВОДСТВА, отвечающих требованиям экологических стандартов Евро-2, -3 и US 2002, работающих в наиболее тяжелых условиях. Щелочное число 10 мг KOH/г (ASTM D 2896), зольность сульфатная 1,2%.
Спецификации и допуски:
API CI-4/CH-4/CG-4/CF-4/CF, ACEA E7/E5/E3, Global DHD-1, Cummins CES 20078/77/76/72/71, Mack EO-M Plus/EO-M, MAN M3275, MB 228.3, Renault Trucks RLD-2, Volvo VDS-3/VDS-2.

Shell Rimula R5 M SAE 10W-40 – ***полусинтетическое энергосберегающее масло высшего качества*** с длительным сроком службы ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ДИЗЕЛЕЙ ЕВРОПЕЙСКОГО ПРОИЗВОДСТВА, отвечающих требованиям экологических стандартов Евро-2, -3 и некоторых Евро-4. Щелочное число 15,8 мг KOH/г (ASTM D 2896), зольность сульфатная 1,9%.
Спецификации и допуски:
ACEA E4, MAN M3277, MB 228.5, Scania LDF, [IVECO T3 E4].

Shell Rimula R5 LM SAE 10W-40 – ***синтетическое масло высшего качества*** с длительным сроком службы ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ДИЗЕЛЕЙ ЕВРОПЕЙСКОГО ПРОИЗВОДСТВА, отве-

чающих требованиям экологических стандартов Евро-4 и -5. Щелочное число 9,7 мг KOH/г (ASTM D 2896), зольность сульфатная 0,9%.
Спецификации и допуски:
ACEA E6, MAN M3477, MB 228.51.

Shell Rimula R4 L SAE 15W-40 – ***масло экстра-класса,*** специально разработанное под требования САМЫХ ПОСЛЕДНИХ НАИБОЛЕЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ (Евро-4, -5 и US 2007), используемых в грузовом автомобильном транспорте и внедорожной технике, в том числе и работающих на топливах с высоким содержанием серы. Щелочное число 10, 6 мг KOH/г (ASTM D 2896), зольность сульфатная 1,0%.
Спецификации и допуски:
API CJ-4/CI-4+/CI-4/CH-4/CG-4/CF-4/CF, ACEA E9, E7, [Caterpillar ECF-3/2], Cummins CES 20081/77/72/71, DDC 93K218, Deutz DQC III-05, Mack EO-O Premium Plus, MAN M3275, MB 228.31/228.3, MTU тип 2, Renault Trucks RLD-3, Volvo VDS-4/3, JASO DH-2.

Shell Rimula R4 SAE 15W-40 – ***масло Shell Rimula*** прекрасно защищает современные дизельные двигатели (Евро-2, -3, -4 и US 2002). Эффективно в различных условиях эксплуатации: от тяжелонагруженной техники горнодобывающей промышленности вплоть до грузоперевозок в суровых климатических условиях. Щелочное число 12, 5 мг KOH/г (ASTM D 2896), зольность сульфатная 1,45%.
Спецификации и допуски:
API CI-4/CH-4/CG-4/CF-4/CF, ACEA E7, E5, E3 [Caterpillar ECF 1-A], Cummins CES 20078/77/76/72/71, DDC 93K215, Mack EO-M, EO-M+, MAN M3275, MB 228.3, Renault Trucks RLD-2, Volvo VDS-3.

Shell Rimula R3 Multi SAE 10W-30 – ***высокоэффективное масло,*** обеспечивающее чистоту, защиту от изнашивания и высоких температур ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ БЫСТРОХОДНЫХ ДИЗЕЛЕЙ (в том числе турбо) тяжелой, внедорожной и сельскохозяйственной техники, грузового автотранспорта. Щелочное число 10,8 мг KOH/г (ISO 3771), зольность сульфатная 1,44%.
Спецификации и допуски:
API CH-4/CG-4/CF-4/CF, Cummins CES 20076/75/72/71, Mack EO-M Plus/EO-M.

Shell Rimula R3 MV SAE 15W-40 – ***высокоэффективное масло*** ДЛЯ СОВРЕМЕННОЙ ДИЗЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ, прежде всего американского производства, работающей в наиболее тяжелых условиях (строительная, карьерная техника).
Спецификации и допуски:
API CI-4/CH-4/CG-4/CF-4/CF, ACEA E3, [Caterpillar ECF-2/1A], Cummins CES 20078/72/71, DDC 93K215, MACK EO-M Plus, [MB 228.3], MTU тип 2.

Shell Rimula R3 NX SAE 15W-40 – ***высокоэффективное масло,*** специально разработанное для двигателей, работающих на сжатом природном газе, требующих относительно высокой зольности. Щелочное число 7,8 мг KOH/г (ASTM D 2896), зольность сульфатная 0,82%.
Спецификации и допуски:
MAN M3271, MB 226.9, КамАЗ, [Volvo].

Shell Rimula R3 X SAE 15W-40 – ***высокоэффективное масло,*** обеспечивающее чистоту, защиту от изнашивания и высоких температур ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ БЫСТРОХОДНЫХ ДИЗЕЛЕЙ (в том числе турбо) тяжелой, внедорожной и сельскохозяйственной техники, грузового автотранспорта. Щелочное число 11,5 мг KOH/г (ASTM D 2896), зольность сульфатная 1,59%.

Спецификации и допуски:
API CH-4/CG-4/CF-4/CF, ACEA E5/E3, JASO DH-1, [Caterpillar ECF-1A], Cummins CES 20077/76/75/72/71, DDC 93K215, Mack EO-M Plus/EO-M, MAN M3275, MB 228.3, MTU тип 2, Renault Trucks RD-2, Volvo VDS-2, [GM Allison C-4], [IVECO T2 E5].

Shell Rimula R3
SAE 10W
SAE 50

– ***высокоэффективные масла*** ДЛЯ ДИЗЕЛЕЙ тяжелой внедорожной и сельскохозяйственной техники, грузового автотранспорта, некоторых типов трансмиссий и других систем и агрегатов.
Спецификации и допуски:
API CF, ACEA E2 (SAE 50).

Shell Rimula R3+
SAE 30
SAE 40

– ***высокоэффективные масла*** ДЛЯ ДИЗЕЛЕЙ тяжелой, внедорожной и сельскохозяйственной техники, грузового автотранспорта, некоторых типов трансмиссий и других систем и агрегатов.
Спецификации и допуски:
API CF, ACEA E2 (SAE 40), MAN 270, MB 228.0, MTU тип 1.

Shell Rimula R2 Extra
SAE 15W-40

– ***высококачественное масло*** ДЛЯ ТУРБИРОВАННЫХ И БЕЗНАДДУВНЫХ ДИЗЕЛЕЙ тяжелой, внедорожной и сельскохозяйственной техники, грузового автотранспорта.
Спецификации и допуски:
API CF-4/CF, ACEA E2, MB 228.1, MAN 271, Volvo VDS.

Shell Rimula R2 Multi
SAE 10W-30

– ***высококачественное масло*** ДЛЯ ТУРБИРОВАННЫХ И БЕЗНАДДУВНЫХ ДИЗЕЛЕЙ тяжелой, внедорожной и сельскохозяйственной техники, грузового автотранспорта.
Спецификации и допуски:
API CF-4/CF.

Shell Rimula R2
SAE 10W
SAE 30
SAE 40

– ***высококачественные масла*** с высоким щелочным числом (10 мг KOH/г) ДЛЯ ДИЗЕЛЕЙ тяжелой внедорожной и сельскохозяйственной техники, грузового автотранспорта, некоторых типов трансмиссий и других систем и агрегатов.
Спецификации и допуски:
API CF.

Другие масла

Shell Rimula Ultra XT
SAE 5W-40

– ***синтетическое дизельное масло экстра-класса*** ДЛЯ ТУРБОНАДДУВНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ американского производства, устанавливаемых на тяжелой дорожной и внедорожной технике. Щелочное число 11 мг KOH/г (ISO 3771), зольность сульфатная 1,47%.
Спецификации и допуски:
API CH-4/CG-4/CF-4/CF, Cummins CES 20076, Mack EO-M Plus.

Shell Rotella DD
SAE 15W-40

– ***высококачественное всесезонное масло*** ДЛЯ ДВУХТАКТНЫХ ДИЗЕЛЕЙ Detroit Diesel, кроме 149 серии, устанавливаемых на горной технике.
Спецификации и допуски:
API CF-2/CF, Detroit Diesel 7SE 270 8810 (сульфатная зольность менее 0,8%).

Shell Rotella DD+
SAE 40

– ***высококачественное масло*** ДЛЯ ДВУХТАКТНЫХ ДИЗЕЛЕЙ Detroit Diesel, в том числе 149 серии, устанавливаемых на карьерной технике, а также некоторых 4-тактных.
Спецификации и допуски:
API CF-2/CF, Detroit Diesel 7SE 270 8810 (сульфатная зольность менее 0,8%).

Shell Rotella T SB
SAE 0W-30

– ***синтетическое масло*** ДЛЯ СМЕШАННОГО ПАРКА ДВИГАТЕЛЕЙ, эксплуатируемых в условиях низких температур. Щелочное число 9 мг KOH/г (ASTM D2896), зольность сульфатная 1,2%.
Спецификации и допуски:
API CH-4/SJ, Mack EO-M Plus, Cummins CES 20071, Allison C-4, Ford, GM, Chrysler.

Трансмиссионные масла

Масла семейства Shell Spirax

Shell Spirax GSX SAE 75W-80 – ***энергосберегающее синтетическое масло экстра-класса*** с длительным сроком службы ДЛЯ САМЫХ СОВРЕМЕННЫХ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТРАНСМИССИЙ, синхронизированных коробок передач, в том числе с интегрированными замедляющими передачами (ретардерами), и средненагруженных главных передач.
Спецификации и допуски:
API GL-4, MT-1, MAN 341 E4, Volvo 97307, [ZF TE-ML-02D].

Shell Spirax GSX SAE 50 – ***полностью синтетическое масло высшего качества*** разработано ДЛЯ ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ ТРАНСМИССИЙ, работающих в жестких условиях эксплуатации с продленным интервалом замены. Продукт одобрен как оригинальное трансмиссионное масло Roadranger первой заливки для техники Eaton с длительным сроком гарантийного обслуживания трансмиссий.
Спецификации и допуски:
API MT-1, Eaton PS–164 версия 7, Navistar TMS 6816, Mack Truck TO–A–Plus, Volvo I-Shift 120 тыс. км интервал замены, ZF Freedom-Line.

Shell Spirax ASX SAE 75W-90 – ***синтетическое масло экстра-класса*** с длительным сроком службы ДЛЯ САМЫХ СОВРЕМЕННЫХ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТРАНСМИССИЙ. Надежно смазывает, понижает рабочие температуры и позволяет повысить ресурс высоконагруженных гипоидных главных передач и несинхронизированных МКП.
Спецификации и допуски:
API GL-5, MT-1, SAE J2360, US Military MIL-PRF-2105E QPL PRI GL 0211, ArvinMeritor EU задний мост 400 тыс. км, увеличенный интервал, Arvin-Meritor USA расширенный интервал, DAF, MAN 342 тип S1, Scania STO 1:0. Высокоэффективное масло для механических коробок передач, ZF 05B-07A-12B-16F-17B-19C-21B, Volvo 97312.

Shell Spirax ASX SAE 75W-140 – ***синтетическое масло экстра-класса*** с длительным сроком службы ДЛЯ САМЫХ СОВРЕМЕННЫХ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТРАНСМИССИЙ. Надежно смазывает, понижает рабочие температуры и позволяет повысить ресурс высоконагруженных гипоидных главных передач и несинхронизированных МКП.
Спецификации и допуски:
API GL-5, MT-1, Scania STO 1:0. Высокоэффективное масло для заднего моста.

Shell Spirax ASX R SAE 75W-90 – ***высококачественное синтетическое энергосберегающее масло,*** обеспечивающее максимальную защиту СОВРЕМЕННЫХ ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ МОСТОВ. Эффективно смазывает ведущие передачи, снижает рабочую температуру и способствует продлению интервала замены.
Спецификации и допуски:
API GL-5, MT-1, Arvin Meritor O76-N, O-76-E, DANA SHAES-256 Версия C, TMS 6816, US Military MIL-PRF-2105E/SAE J2360, Mack GO-J Plus.

Shell Spirax GX SAE 80W – ***масло высшего качества*** ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКИХ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ современных конструкций. Оптимизированные базовые минеральные масла и новые присадки улучшают смазывание агрегатов трансмиссий и позволяют продлить интервалы между ТО.
Спецификации и допуски:
API GL-4, MB 235.5, ZF TE-ML 17A, [Isuzu, Eaton].

Shell Spirax GX SAE 80W-90 – ***масло высшего качества*** ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКИХ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ современных конструкций. Оптимизированные базовые минеральные масла и новые присадки улучшают смазывание агрегатов трансмиссий и позволяют продлить интервалы ТО.
Спецификации и допуски:
API GL-4, MAN 341 Z2, E2 (80W-90), ZF TE-ML 02B/016A, [Isuzu, Eaton].

Shell Spirax AX SAE 80W-90 – ***полностью синтетическое масло высшего качества*** на основе новой технологии присадок ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ТРАНСМИССИЙ СОВРЕМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ (высоконагруженных главных передач и несинхронизированных механических коробок передач).
Спецификации и допуски:
API GL-5, MIL-L-2105D, MAN 342 ML, MB 235.6, MAN 342 тип M2, ZF TE-ML 05A, 07A, 16C, 17B, 19B, 21A.

Shell Spirax AX SAE 85W-140 – ***минеральное масло высшего качества*** на основе новой технологии присадок ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ТРАНСМИССИЙ СОВРЕМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ (высоконагруженных главных передач и несинхронизированных механических коробок передач).
Спецификации и допуски:
API GL-5, MIL-L-2105D, MAN 342 тип M2, ZF TE-ML 05A/ 07A/ D/21A.

Shell Spirax AX Plus SAE 85W-140 – ***высококачественное масло,*** разработанное ДЛЯ ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ ВЕДУЩИХ МОСТОВ И НЕСИНХРОНИЗИРОВАННЫХ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ. Прекрасно показало себя в трансмиссиях, работающих в жестких услових эксплуатации. Применяется для средне- и малоскоростных прямозубых, спирально-конических и гипоидных передач с возможностью увеличения интервала замены.
Спецификации и допуски:
API GL-5, [SAE J 2360], MB 235.20, MAN 342 тип M2, ZF TE-ML07A-12E, 16B, 17B, 19B.

Shell Spirax ST SAE 80W-90 – ***масло с повышенным сроком службы*** ДЛЯ САМЫХ СОВРЕМЕННЫХ ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ ГИПОИДНЫХ ГЛАВНЫХ ПЕРЕДАЧ, а также некоторых несинхронизированных МКП (по рекомендации производителя), для которых применяются масла, отвечающие требованиям API GL-5 или MT-1.
Спецификации и допуски:
API GL-5/MT-1, US MIL-L-2105D, Mack GO-H, Scania STO 1:0 (увеличенный интервал между заменами).

Shell Spirax ST SAE 80W-140 – ***масло с повышенным сроком службы*** ДЛЯ САМЫХ СОВРЕМЕННЫХ ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ ГИПОИДНЫХ ГЛАВНЫХ ПЕРЕДАЧ, а также некоторых несинхронизированных МКП (по рекомендации производителя), для которых применяются масла, отвечающие требованиям API GL-5 или MT-1.
Спецификации и допуски:
API GL-5/MT-1, RVI рекомендовано для самых современных тяжелонагруженных главных передач, Scania STO 1:0 (увеличенный интервал между заменами), ZF TE-ML 05A/07A/ 16C/17B.

Shell Spirax S SAE 75W-140 – ***масло*** ДЛЯ ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ ГИПОИДНЫХ ПЕРЕДАЧ/ДИФФЕРЕНЦИАЛОВ. Оптимальное трансмиссионное масло для мостов, отвечающих спецификациям Daimler Chrysler и WSL-M2C192-A Ford.
Спецификации и допуски:
API GL-5, SAE J2360, API MT-1, Mack GO-J, MIL-PRF-2105E, [Ford WSL-M2C192-A, MS-8985 Daimler Chrysler].

Shell Spirax MA SAE 80W – ***масло*** с умеренными противозадирными свойствами ДЛЯ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ.
Спецификации и допуски:
API GL-4, MAN 341N тип E1, Z1, MB 235.1, ZF TE-ML 02A/17A.

Shell Spirax MB SAE 90 – ***масло*** ДЛЯ НИЗКО- И СРЕДНЕСКОРОСТНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ, косозубых, спирально-конических и гипоидных передач, работающих в условиях высоких нагрузок.
Спецификации и допуски:
API GL-5, MIL-L-2105B, MAN 342N тип M1, MB 235.0, Volvo 97310, ZF TE-ML 05A/07A/12A/16C/17B.

Shell Spirax MX SAE 80W-90 – ***высококачественное масло*** ДЛЯ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ И ОСЕВЫХ ПРИВОДОВ, эксплуатируемых в тяжелых условиях.
Спецификации и допуски:
API GL-5/4&MT-1, MAN 3343 ML, ZF TE-ML 02B-05A-07A-08A-12A, US Military MIL-PRF-2105E, Mack GO-J.

Shell Spirax A 90LS SAE 90 – ***трансмиссионное масло*** ДЛЯ ВЕДУЩИХ МОСТОВ с дифференциалом повышенного трения.
Спецификации и допуски:
API GL-5.

Другие масла

Shell Dentax G SAE 80W-90 – ***высококачественное минеральное масло*** ДЛЯ ЧЕРВЯЧНЫХ И СПИРАЛЬНО-КОНИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ, требующих масел с умеренными противозадирными свойствами.
Спецификации и допуски:
API GL-3, Volvo 97305.

Shell Getriebeoel EP SAE 75W-90 – ***синтетическое всесезонное масло*** ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СИНХРОНИЗИРОВАННЫХ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ легковых автомобилей и легких грузовиков группы Volkswagen.
Спецификации и допуски:
API GL-4, VW 501.50.

Shell SF 5288 SAE 75W-80 – ***масло,*** отвечающее требованиям коробок передач автомобилей Peugeot и Citroen.
Спецификации и допуски:
API GL-4+, PSA B71 2315.

Shell TF 1055 SAE 75W-90 – ***уникальное синтетическое масло*** ДЛЯ ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ МОСТОВ автомобилей Ferrari.
Спецификации и допуски:
Ferrari.

Shell Transaxle Oil SAE 75W-90 – ***синтетическое всесезонное масло экстра-класса*** ДЛЯ ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ ТРАНСМИССИЙ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ во всех климатических зонах. Обеспечивает отличное качество переключения и надежную защиту, в том числе в трансмиссиях спортивных автомобилей с общей системой смазки КПП и главной гипоидной передачи (например, Ferrari, Porsche).
Спецификации и допуски:
API GL-4/5, Ferrari, Porsche, АвтоВАЗ.

Shell Transmission MA SAE 75W-90 – ***синтетическое масло*** ДЛЯ САМЫХ СОВРЕМЕННЫХ МКП Mercedes-Benz, а также легковых автомобилей, имеющих общую систему смазки МКП и главной гипоидной передачи (transaxle).
Спецификации и допуски:
API GL-4, MB 235.11.

Shell Transmission MB SAE 75W-90 – ***синтетическое масло*** ДЛЯ САМЫХ СОВРЕМЕННЫХ ТЯЖЕЛО НАГРУЖЕННЫХ ТРАНСМИССИЙ Mercedes-Benz, а также несинхронизированных коробок передач.
Спецификации и допуски:
API GL-5, MB 235.8, MIL-PRF-2105E.

Shell Transmission ZFLD SAE 75W-80 – ***полусинтетическое масло,*** специально разработанное ДЛЯ ПРОИЗВОДИМЫХ ZF СИНХРОНИЗИРОВАННЫХ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ ТЯЖЕЛОЙ ТЕХНИКИ, в том числе с ретардерами.

Спецификации и допуски:
API GL-4, MAN 341 Z3, ZF TE-ML-02D.

Жидкости для автоматических трансмиссий и гидросистем

Shell Donax TX (G-34077) – ***жидкость элитного качества*** на основе синтетического базового масла (Shell XHVI®). Обеспечивает длительные интервалы замены в самых тяжелых условиях. Применяется В АВТОМАТИЧЕСКИХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ТРАНСМИССИЯХ И ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ, системах гидроусиления рулевого управления, некоторых механических трансмиссиях.
Спецификации и допуски:
GM Dexron III, Ford Mercon, GM Allison C-4 (25933197), MB 236.9, ZF TE-ML 03D/04D/14B/16L/17C, Voith 55.6336 (G1363), MAN 339F.

Shell Donax TA – ***высококачественная жидкость*** на основе минерального масла ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ, гидроусилителей рулевого управления, гидравлических систем некоторых автомобилей.
Спецификации и допуски:
может применяться там, где требуются продукты, отвечающие требованиям Dexron IID, GM Allison C-4.

Shell Donax TM – ***высококачественное масло*** ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ И ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ внедорожной техники, работающей в тяжелых условиях: гидротрансформаторов, систем, для которых рекомендованы масла, соответствующие спецификации GM Тип А, Суффикс А. Применяется также для промышленных преобразователей крутящего момента.
Спецификации и допуски:
GM type A Suffix A, MB 236.2.

Shell Donax TF – ***жидкость*** ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ, не содержащая модификаторов трения.
Спецификации и допуски:
Ford SQM-2C 9007-AA/M2C-33F/33G, Borg Warner.

Shell Donax TV – ***масло экстра-класса*** на основе ситетической технологии, специально разработанное ДЛЯ НОВЕЙШИХ ТРАНСМИССИЙ Voith Turbo (DIWA.5). Одобрено для максимальных (до 180 тыс.км) сроков эксплуатации в самых тяжелых условиях.
Спецификации и допуски:
Voith H55.633634, ZF TE-ML 03D/04D/09/14B/16L,/17C, MAN Z2/V2.

Shell Donax TZ – ***масло экстра-класса,*** специально разработанное совместно с ZF ДЛЯ НОВЕЙШИХ АВТОМАТИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ Ecomat. Одобрено для максимальных сроков эксплуатации в самых тяжелых условиях.
Спецификации и допуски:
ZF TE-ML 14E/16N, MAN 339 Type F+ (ZF Ecomat 150 тыс.км).

Shell ATF 134 – ***жидкость класса «премиум»*** ДЛЯ ПОСЛЕДНЕГО ПОКОЛЕНИЯ 5- И 7 СТУПЕНЧАТЫХ АВТОМАТИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ Mercedes Benz и NAG-V Sport.
Спецификации и допуски:
MB 236.14.

Shell ATF 3403 M-115 – ***синтетическое масло*** ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ 4-И 5-СТУПЕНЧАТЫХ АВТОМАТИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ легковых автомобилей MB.
Спецификации и допуски:
MB 236.10.

Shell ATF XTR – ***синтетическое масло*** ДЛЯ 4-СТУПЕНЧАТЫХ АВТОМАТИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ Ford производства BTR.
Спецификации и допуски:
одобрено для коробок 85LE/95 LE.

Shell Multi-Vehicle Automatic Transmission Fluid – ***жидкость высшего качества*** для защиты АКПП и трансмиссий с силовым переключением, требующих применения продуктов, отвечающих требованиям широкого спектра спецификаций: Type A или Type A Suffix A, GM DEXRON®, GM DEXRON®-II, GM DEXRON®-IIE, GM DEXRON®-III (H), Ford MERCON® или MERCON®V.
Спецификации и допуски:
Ford Mercon/Mrecon V, General Motors Dexron III(H), General Motors Allison C-4, Voith 55.6335.32 (G607), ZF TE-ML 14B/16L.
Рекомендовано для применения в трансмиссиях, требующих BMW LA2634/LT71141, Honda Premium/ATF-Z1 (кроме CVT), MAN 339F, Mitsubishi Diamond SP-II/SP-III, Nissan Matic- D/Matic-J, Toyota T/T-III/T-IV, Volvo JWS 3309, Caterpillar TO-2.

Shell ATF M-1375.4 – ***синтетическое масло нового поколения*** ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ производства ZF на основе ПАО.
Спецификации и допуски:
ZF TE-ML 11, одобрено в качестве продукта первой заливки и при сервисном обслуживании для последней модели 6-скоростной автоматической коробки передач ZF (6HP26), используемой в автомобилях BMW и Jaguar.

Shell TF DCT-F3 – ***высокоэффективная трансмиссионная жидкость*** ДЛЯ «МОКРОГО» СЦЕПЛЕНИЯ С ДВУМЯ ДИСКАМИ. Была специально разработана для «мокрого» сцепления с двумя дисками и гидравлических систем трансмиссий GETRAG'S Powerschift 7DCL750.

Пластичные смазки семейства Shell Retinax

Shell Retinax CSZ – ***автомобильная смазка*** ДЛЯ ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМ СМАЗКИ ШАССИ. Разработана на полусинтетической основе с композицией противозадирых и других присадок, обеспечивающих отличную защиту в любых условиях.
Спецификации и допуски:
MB 264.0, MAN 283 Li-P 00/000, Willy Vogel.

Shell Retinax EP 2 – ***многоцелевая смазка с противозадирными свойствами*** на основе глубокоочищенного минерального масла, содержащая тщательно подобранные присадки, к-рые обеспечивают ее эффек-сть в различных узлах трения автотехники.
Спецификации и допуски:
DIN 51825 KP 2 K-20.

Shell Retinax EPL 2 – ***смазка с очень высокими эксплуатационными свойствами,*** спец-но разработанная ДЛЯ СТУПИЧНЫХ ПОДШИПНИКОВ И ШАССИ АВТОМОБИЛЕЙ, экспл-ся в нежарком климате.
Спецификации и допуски:
DIN 51825 KP 2 K-30, MAN 283 Li-P2, MB 267.0, Vogel.

Shell Retinax HD 2 – ***многоцелевая автомобильная смазка высшего качества*** ДЛЯ ТЕХНИКИ, требующей гарантированной защиты. Производится на высокоиндексном минеральном базовом масле и смешанном мыльном загустителе. Содержит противозадирные, антиокислительные, противоизносные, антикоррозионные и адгезионные присадки, обеспечивающие отличные эксплуатационные характеристики.
Спецификации и допуски:
DIN 51825 KP 2 K-20.

Shell Retinax HDX 1
Shell Retinax HDX 2 – ***смазки с очень высокими эксплуатационными характеристиками*** ДЛЯ АГРЕГАТОВ АВТОМОБИЛЕЙ, работающих в чрезвычайно тяжелых условиях. Производятся на высокоиндексном минеральном масле и смешанном мыле в качестве загустителя. Содержат композицию высокоэффективных присадок, а также дисульфид молибдена, обеспечивающий стойкость к ударным нагрузкам.
Спецификации и допуски:
DIN 51825 KPF 1/2 K-20.

Shell Retinax LX 2 – ***комплексная смазка с очень высокими эксплуатационными свойствами,*** в том числе и противозадирными. Она разработана главным образом ДЛЯ СМАЗЫВАНИЯ работающих при высоких температурах ПОДШИПНИКОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ КОЛЕС.
Спецификации и допуски:
DIN 51825 KP 2 N-20.

Автомобильные технические жидкости

Тормозные жидкости

Shell Donax YB – ***высококачественная жидкость*** на основе сложных эфиров полиэтиленгликоля с присадками. Применяется ДЛЯ ДИСКОВЫХ И БАРАБАННЫХ ТОРМОЗОВ, систем сцепления и др. автомобильных систем.
Спецификации и допуски:
FMVSS 116 DOT 4/DOT 3, ISO 4925, SAE J 1703,

Жидкости для систем охлаждения

GlycoShell Longlife Concentrate – ***жидкость нового поколения (органическая технология),*** не содержащая нитритов, аминов, фосфатов, боратов и силикатов, с повышенным сроком службы на основе моноэтиленгликоля. Окрашена в фиолетовый цвет. Применяется ДЛЯ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ (из алюминия и его сплавов) современных двигателей.
Спецификации и допуски:
MB DBL 7700.02 (MB 325.3), GM 6277, Ford WSS-M97B44-D, SEAT TL-774F, MAN 324 type SNF, MTU MTL 5048, Porsche TL-774F, Scania 089 1027 GT EN.

GlycoShell Concentrate – ***охлаждающая жидкость,*** хорошо защищающая от коррозии и не содержащая нитритов, аминов и фосфатов. Окрашена в сине-зеленый цвет.
Спецификации и допуски:
MB DBL 7700.00 (MB 325.0), BMW N600 69.0, GM B 040 0 240/ QL 130 100, Saab 6901599, VAG TL-774C, Volvo 1286083, MAN 234 type NF, MTU MTL 5048, KHD H LV 0161 0188, Scania TB 1451.

Shell Anti-Freeze Concentrate – ***охлаждающая жидкость на основе неорганических кислот,*** не содержащая нитритов, аминов и фосфатов. Окрашена в синий цвет.
Спецификации и допуски:
BS 6580, AFNOR R15-601, ASTM D 3306.

СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ МОТОЦИКЛОВ, МАЛОЙ НАЗЕМНОЙ ТЕХНИКИ И СУДОВ

Продукты семейства Shell Advance для мотоциклов и другой малой наземной техники

Масла для 4-тактных двигателей

Shell Advance Ultra 4 SAE 10W-40
SAE 15W-50 – ***уникальные масла на основе синтетического базового масла*** Шелл со сверхвысоким индексом вязкости. Обеспечивают максимальную защиту двигателя. Испытаны в экстре-

мальных условиях спортивных гонок и дорожной эксплуатации. Применяются ДЛЯ ВЫСОКОФОРСИРОВАННЫХ 4-тактных ДВИГАТЕЛЕЙ С ВОДЯНЫМ ИЛИ ВОЗДУШНЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ, в том числе спортивных и с турбонаддувом, а также для коробок передач мотоциклов с 2-тактным двигателем.
Спецификации и допуски:
превосходит требования API SG, JASO MA, всех основных японских и европейских производителей мотоциклов, одобрено Ducati и KTM.

Shell Advance VSX 4 SAE 10W-40 SAE 15W-50 – ***моторные масла на синтетической основе,*** специально разработанные ДЛЯ 4-тактных МОТОЦИКЛЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ. Обеспечивают отличную защиту двигателя и надежную работу сцепления и коробки передач.
Спецификации и допуски:
API SG, JASO MA, превышает требования всех японских и европейских производителей мотоциклов.

Shell Advance Snowmobile SAE 0W-30 – ***уникальное высокоиндексное масло на синтетической основе.*** Обеспечивает максимальную защиту и чистоту высокофорсированных 4-тактных двигателей снегоходов в том числе в условиях экстремально низких температур.
Спецификации и допуски:
сравнимо с требованиями API SL; одобрено Yamaha.

Масла для 2-тактных двигателей

Shell Advance Ultra 2 – ***полностью синтетическое моторное масло*** ДЛЯ МОТОЦИКЛОВ. Благодаря уникальной технологии Шелл обеспечивает высочайшую защиту и чистоту двухтактных двигателей мотоциклов с водяным или воздушным охлаждением. Предназначено для систем смазки с предварительным смешиванием и впрыском масла.
Спецификации и допуски:
JASO FD, API TC, превосходит требования ISO EGD и всех основных производителей мотоциклов.

Shell Advance VSX 2 – ***полусинтетическое масло на полиизобутиленовой основе и минеральное масло глубокой очистки с тщательно подобранными присадками.*** Обеспечивает отличную защиту 2-тактных двигателей внутреннего сгорания современных мотоциклов высшего класса.
Спецификации и допуски:
превосходит требования JASO FC, API TC, ISO-L-EGC и всех основных производителей мотоциклов.

Shell Advance Snowscooter – ***масло на синтетической основе*** ДЛЯ 2-тактных ДВИГАТЕЛЕЙ СНЕГОХОДОВ с впрыском масла или предварительным смешиванием, воздушным или жидкостным охлаждением. Минимизирует отложения в выпускном тракте и дымность. Окрашено в красный цвет.
Спецификации и допуски:
превосходит требования API TC, JASO FC, ISO-L-EGC и всех основных производителей снегоходов.

Shell Advance Scooter 2 – ***масло на синтетической основе*** ДЛЯ 2-тактных ДВИГАТЕЛЕЙ СКУТЕРОВ. Обеспечивает превосходную защиту и чистоту двигателей, работающих при высоких термических нагрузках. Снижает дымность выхлопа. Предназначено для систем смазки с предварительным смешиванием и впрыском масла. Окрашено в красный цвет.
Спецификации и допуски:
превосходит требования API TC, JASO FC, ISO-L-EGC и всех основных производителей скутеров.

Shell Advance Racing M 30 – ***моторное масло*** ДЛЯ 2-тактных ГОНОЧНЫХ МОТОЦИКЛОВ, полученное на основе касторового масла и синтетического компонента.
Спецификации и допуски:
одобрено FIM-FIA-CIK.

Shell Advance Racing X 2T – ***полностью синтетическое моторное масло*** ДЛЯ 2-тактных ДВИГАТЕЛЕЙ ГОНОЧНЫХ МОТОЦИКЛОВ И КАРТОВ с механической коробкой передач. Технология проверена и подтверждена в условиях реальных гонок (Гран-При, Эндуро, чемпионаты мира по мотокроссу и картингу).
Спецификации и допуски:
одобрено FIM-FIA-CIK.

Другие продукты Shell Advance

Shell Advance Gear SAE 10W-40 – ***маловязкое полусинтетическое масло*** ДЛЯ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ МОТОЦИКЛОВ с 2- и 4-тактными ДВИГАТЕЛЯМИ. Благодаря оптимальной вязкости обеспечивает эффективную передачу мощности и быстроту запуска при надежном смазывании даже при продолжительной езде.
Спецификации и допуски:
API GL-3.

Shell Advance Fork SAE 10W – **жидкость** ДЛЯ ПОДВЕСКИ МОТОЦИКЛЕТНОЙ ТЕХНИКИ. Имеет надежные вязкостные характеристики в широком диапазоне температур, что обеспечивает комфортную езду.

Shell Advance Chain Ultra – ***дисперсия синтетической смазки*** противоизносных, антикоррозионных и других присадок в углеводородном растворителе. Легко наносится, надежно смазывает и защищает от коррозии цепи всех типов и другие узлы и детали мотоциклов.

Shell Advance Brake Plus – ***высококачественная тормозная жидкость*** ДЛЯ ЛЮБЫХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМ МОТОЦИКЛОВ, требующих жидкостей уровня DOT 5.1.
Спецификации и допуски:
FMVSS 116 DOT 5.1/DOT 4/DOT 3, ISO 4925, SAE J 1703/1704.

Shell Advance Coolant – ***высококачественная жидкость*** ДЛЯ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ МОТОЦИКЛОВ И ДРУГОЙ МАЛОЙ ТЕХНИКИ. Работоспособна от –35°С.
Спецификации и допуски:
BS 6580.

Продукты семейства Shell Nautilus для малых речных и морских судов и лодок

Shell Nautilus Premium Inboard SAE 15W-40 – ***моторное масло высшего качества*** для максимальной защиты 4-тактных бензиновых и дизельных ДВИГАТЕЛЕЙ МАЛЫХ СУДОВ.
Спецификации и допуски:
превосходит требования API CG-4/CF/SJ, ACEA A2/B2/E2, Volvo VDS.

Shell Nautilus Premium Outboard – ***моторное масло высшего качества*** для максимальной защиты 2-тактных ПОДВЕСНЫХ ЛОДОЧНЫХ МОТОРОВ. Благодаря современной рецептуре характеристики масла превышают нормы стандартов всех производителей подвесных моторов.
Спецификации и допуски:
одобрено Национальной Ассоциацией Производителей катеров и лодок (NMMA) США для применения по категории TC-W3 при рекомендованном производителями соотношении «топливо:масло» до 100:1.

МАСЛА ДЛЯ СУДОВЫХ И СТАЦИОНАРНЫХ СИЛОВЫХ УСТАНОВОК

Масла Shell Alexia и Shell Melina для крейцкопфных двигателей

Shell Alexia SAE 50 – ***цилиндровое масло*** ДЛЯ НИЗКООБОРОТНЫХ КРЕЙЦКОПФНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВСЕХ ТИПОВ, работающих на топливе с содержанием серы до 4%. Снижает загрязненность двигателя и износ цилиндра, защищает от коррозионного изнашивания при использовании высокосернистых топлив. Щелочное число 70 мг КОН/г.

Shell Melina S SAE 30 – ***масло*** ДЛЯ ЦИРКУЛЯЦИОННОЙ И ЛУБРИКАТОРНОЙ СМАЗКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК СУДОВ, систем циркуляционной смазки энергетических установок береговых насосных, компрессорных и электростанций, а также ж/д техники. Применяется для низкооборотных двигателей, а также вспомогательных двигателей, работающих на дизельном топливе, и др. вспомогательных механизмов, для к-рых рекомендованы масла соответствующего класса вязкости. Щелочное число 8 мг КОН/г.
Спецификации и допуски:
Sulzer, MAN/B&W, API CD, MIL-L-2104C.

Масла Shell Gadinia для тронковых двигателей, работающих на дизельном топливе

Shell Gadinia AL SAE 30 – ***масло*** ДЛЯ ОСОБО ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ СРЕДНЕОБОРОТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, работающих на дистиллятном топливе (до 1% серы). Могут применяться также во вспомогательных механизмах (редукторы). Щелочное число 15 мг КОН/г.
Спецификации и допуски:
API CF, Rolls-Royce, Bergen, Deutz AG, MAN B&W Diesel AG, Simplex (Compact Sterntube Seals).

Shell Gadinia SAE 30 SAE 40 – ***масла*** ДЛЯ ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ ГЛАВНЫХ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ СРЕДНЕОБОРОТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, работающих на дистиллятном топливе (до 1% серы). Могут применяться также во вспомогательных механизмах (редукторы, турбонагнетатели, маслонаполненные дейдвудные трубы и винты переменного шага). Щелочное число 12 мг КОН/г.
Спецификации и допуски:
API CF, одобрено ведущими производителями тронковых двигателей.

Масла семейства Shell Argina для тронковых двигателей, работающих на мазутах

Shell Argina S SAE 30 SAE 40 – ***масла*** ДЛЯ СРЕДНЕОБОРОТНЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, в которых используются мазуты, содержащие до 2,5% серы. Могут применяться в качестве многоцелевого во вспомогательных механизмах (редукторах, опорах вала). Щелочное число 20 мг КОН/г.
Спецификации и допуски:
API CF.

Shell Argina T SAE 30 SAE 40 – ***масла,*** обеспечивающие надежные смазывание и защиту от коррозии и изнашивания СРЕДНЕОБОРОТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, работающих на мазутах с высоким содержанием серы (2–3,5%). Как многоцелевые, могут применяться для вспомогательных механизмов (некоторых типов редукторов, опор вала). Щелоч. число 30 мг КОН/г.
Спецификации и допуски:
API CF.

Shell Argina X SAE 40 – ***высококачественное многоцелевое масло*** ДЛЯ СРЕДНЕОБОРОТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, использующих в качестве топлива мазуты с содержанием серы свыше 3,5%. Щелочное число 40 мг КОН/г.
Спецификации и допуски:
API CF.

Shell Argina XL SAE 40 – ***высококачественное многоцелевое масло*** ДЛЯ СРЕДНЕОБОРОТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, использующих в качестве топлива мазуты с содержанием серы свыше 3%. Обеспечиват высокую степень чистоты двигателя и рекомендуется для применения в условиях высоких нагрузок на масло (при низком его расходе). Щелочное число 50 мг KOH/г.
Спецификации и допуски:
API CF, Wartsila.

Масла семейства Shell Mysella для газовых двигателей

Shell Mysella XL SAE 40 – ***малозольное масло*** ДЛЯ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ГАЗОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, использующих технологию «обедненного» или «чистого» сгорания. Обеспечивает продленные интервалы между заменами масла. Щелочное число 4,5 мг KOH/г. Зольность сульфатная 0,48%.
Спецификации и допуски:
API CF, MWM Deutz, Rolls Royce (Ulstein Bergen), MDE, MAN, Waertsila, [Caterpillar], [Waukesha].

Shell Mysella LA SAE 40 – ***малозольное масло высшего качества*** ДЛЯ СТАЦИОНАРНЫХ ГАЗОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ на основе смеси специально отобранных базовых масел и сбалансированной композиции зольных и беззольных присадок. Рекомендуется для двигателей с искровым зажиганием, использующих в качестве топлива природный газ. Щелочное число 5 мг KOH/г, зольность сульфатная 0,45%.
Спецификации и допуски:
API CD, [Caterpillar – стационарные двигатели], Cummins, MWM Deutz, Jenbacher (с трехкомпонентным катализатором), MTU, Ruston Diesels, Waertsila.

Shell Mysella MA SAE 40 – ***масло высшего качества*** ДЛЯ СТАЦИОНАРНЫХ БЫСТРОХОДНЫХ ГАЗОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ с искровым зажиганием, требующих масел «средней» зольности, 4-тактных двигателей, работающих на «двойном» (жидком и газообразном) топливе, либо для двигателей, использующих в качестве топлива газ с высоким содержанием серы. Может применяться также в некоторых других типах двигателей, требующих «среднезольных» масел, либо использующих коррозионный высокосернистый газ. Щелочное число 8,5 мг KOH/г, зольность сульфатная 0,9%.
Спецификации и допуски:
API CD, Dorman, MDE (природный газ/пропан), Ruston Diesels, Waukesha, Jenbacher (кроме трехкомпонентного катализатора).

Shell Mysella SAE 15W-40 – ***беззольное масло высшего качества*** ДЛЯ СТАЦИОНАРНЫХ ГАЗОВЫХ 2- и 4-тактных ДВИГАТЕЛЕЙ с искровым зажиганием, требующих «беззольных» масел, включая следующие типы: Allis-Chalmers, Ajax, Caterpillar (кроме серий 3400, 3500, 3600), Clark, Climax, Colt-Fairbanks Morse, Cooper-Bessemer (2-cycle), Dresser-Rand (Category I & II), International–Harvester, Waukesha, White Superior (без наддува), Worthington. Зольность сульфатная 0%.
Спецификации и допуски:
Dresser Rand Category I, II.

Турбинные масла семейства Shell Turbo

Shell Turbo CC 32
Shell Turbo CC 46 – ***масла*** ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ ГАЗОВЫХ, ПАРОВЫХ ТУРБИН И ТУРБИН КОМБИНИРОВАННОГО ЦИКЛА. Превышают требования всех существующих на сегодняш-

ний день спецификаций производителей газовых и паровых турбин.
Спецификации и допуски:
GE GEK 28143A/GEK 32568F/GEK 46506D/GEK 101941A/GEK 107395a, Siemens-Westinghouse 21 T0591&55125Z3, ABB STAL K-110-8121 08/09, Solar ES 9-224W (class II), DIN 51515-1/2, ISO 8068, GEC Alstom NBA P50001A, JIS K-2213 type 2, BS 489-1999, Siemens/Mannesmann Demag 800 037 98, Siemens TLV 9013 04, Alstom HTGD 90 117.

Shell Turbo GT 32 – ***масло*** для систем смазки и управления ДЛЯ ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГАЗОВЫХ ТУРБИН.
Спецификации и допуски:
DIN 51515-1, 51515-2, Siemens Power Generation TLV 9013 04, Alstom Power Turbo-Systems HTGD 90-117, Alstom/ABB HTGD 90-117T, General Electric–GEK 32568f, GEK 107395a, GEK 28143b–Type I (ISO 32), GEK 28143b–Type II (ISO 46), Solar ES 9-224W Class II.

Shell Turbo J 32 – ***масло*** с отличными антиокислительными и антиржавейными свойствами ДЛЯ ПАРОВЫХ (БЕЗРЕДУКТОРНЫХ) И ГАЗОВЫХ ТУРБИН производства Mitsubishi Heavy Industries.
Спецификации и допуски:
MHI Turbine Oil Type 2 (additive) MS04-MA-CL001 (R-1) и MS04-MA-CL002 (R-1).

Shell Turbo T 32
Shell Turbo T 46
Shell Turbo T 68
Shell Turbo T 100 – ***масла*** с антиокислительными и противоизносными присадками на основе базовых масел гр. II. Имеют исключительно высокие деэмульгирующие свойства, низкое пенообразование, длительный срок службы. Применяются ДЛЯ ПАРОВЫХ, ГАЗОВЫХ И ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ТУРБИН, а также систем управления и передач.
Спецификации и допуски:
GE GEK 28143A, 32568F, 46506D, Siemens-Westinghouse 21T0591&55125Z3, DIN 51515-1/2, ISO 8068, Solar ES 9-224 (class II), GEC Alstom NBA P50001, JIS K2213 type2, BS 489-1999, ASTM D4304 type 1, Siemens/Mannesmann Demag 800037 98, Siemens TLV 901304, Alstom HTGD 90117, Man Turbo SP 079984 D0000 E99.

Цилиндровые масла Shell Valvata

Shell Valvata 1000 – ***очищенное высоковязкое минеральное масло*** ДЛЯ СМАЗЫВАНИЯ ЦИЛИНДРОВ ПАРОВЫХ МАШИН, работающих в условиях высоких температур и давлений, когда важным требованием является пониженное нагарообразование. Может также применяться в промышленных зубчатых передачах, для которых рекомендовано минеральное масло без присадок, и низкооборотных закрытых зубчатых передачах.

Shell Valvata J 460 – ***очищенное высоковязкое минеральное масло,*** компаундированное с небольшим количеством жирных масел. Используется, в основном, ДЛЯ СМАЗЫВАНИЯ ЦИЛИНДРОВ ПАРОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, работающих в условиях высоких температур и давлений, когда важными факторами являются пониженные нагарообразование и «отпаривание».

ТРАКТОРНЫЕ МАСЛА, ТРАНСМИССИОННЫЕ МАСЛА ДЛЯ ВНЕДОРОЖНОЙ ТЕХНИКИ

Универсальные тракторные масла (STOU) семейства Shell Harvella

Shell Harvella TX SAE 10W-40 – ***синтетическое суперуниверсальное масло*** ДЛЯ ТРАКТОРОВ (STOU). Может применяться в дизельных и бензиновых двигателях сельскохозяйственной техники, включая

двигатели с турбонаддувом, а также в др. агрегатах: маслоохлаждаемых тормозах, системе отбора мощности; гидравлической системе; гидроусилителе рулевого управления; гидростатической и обычной (шестеренной) трансмиссии.
Спецификации и допуски:
API CF-4/SF и GL-4, CCMC D-4, MIL-L-2104D, Massey-Ferguson M1139/M1144, [MB 227.1], Ford M2C-159B, [New Holland 82009201], John Deere JDM J27, Caterpillar TO-2, ZF TE-ML 06B/F.

Трансмиссионные масла семейства Shell Donax

Shell Donax CFD
SAE 50
SAE 60
– ***масла*** ДЛЯ ТРАНСМИССИЙ ВНЕДОРОЖНОЙ ТЕХНИКИ (бортовых редукторов, конических дифференциалов и мостов), в конструкции которых не используются фрикционные материалы. Обеспечивают надежное смазывание и позволяют повысить срок замены по сравнению с маслами категории TO-4.
Спецификации и допуски:
Caterpillar TO-4/FD-1.

Shell Donax TC
SAE 10W
SAE 30
SAE 50
– ***высококачественные масла*** ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ ТРАНСМИССИЙ, главных передач, маслопогруженных тормозов и гидросистем, работающих в тяжелых эксплуатационных условиях внедорожной техники.
Спецификации и допуски:
Caterpillar TO-4, GM/Allison C-4, Komatsu KES 07.868.1, ZF TEML 03C (10W, 30), 07F (30).

Shell Donax TDS
SAE 10W-30
– ***продукт новейших технологий.*** Высококачественное синтетическое масло ДЛЯ ТРАНСМИССИЙ, ГИДРОСИСТЕМ, СЦЕПЛЕНИЙ и др. агрегатов сельскохозяйственной и внедорожной техники.
Спецификации и допуски:
API GL-4, AGCO 821 XL, Massey-Ferguson CMS M1141/1143/M1135, Ford M2C-134D, New Holland FNHA-2-C.201.00, John Deere JDM-J20C, Volvo WB 101, ZF TE-ML 03E, Caterpillar TO-2, может применяться в технике Case (где рекомендованы продукты MS 1207/1209).

Shell Donax TD
SAE 5W-30
SAE 10W-30
– ***высококачественные масла*** ДЛЯ ТРАНСМИССИЙ, ГИДРОСИСТЕМ, СЦЕПЛЕНИЙ и других агрегатов сельскохозяйственной и внедорожной техники.
Спецификации и допуски:
API GL-4, Massey-Ferguson M1143 (10W-30) / M1135 (5W-30), Ford New Holland M2C-134D/ FNHA-2-D.201.00, John Deere JDM-J20C, Volvo WB 101, ZF TE-ML 03E/05F, Caterpillar TO-2, Komatsu, может применяться в технике Case (где рекомендованы продукты MS 1207).

ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Гидравлические масла
(рабочие жидкости для гидросистем)

Масла семейства Shell Tellus
для промышленных систем

Shell Tellus S 22
Shell Tellus S 32
Shell Tellus S 46
Shell Tellus S 68
Shell Tellus S100
– ***минеральные масла экстракласса*** – продукты уникальной технологии Шелл, не содержат цинка и хлора. Благодаря исключительной стабильности свойств имеют ресурс в 2–4 раза больший, чем обычные масла. Рекомендуются для систем, работающих в тяжелых условиях, предъявляющих наиболее жесткие требования к противоизносным свойствам.
Спецификации и допуски:
Denison HF-0, HF-1, HF-2, Rexroth, Vickers M-2950-S (мобильная техника), I-286-S (промышленные системы), Cincinnati Milacron P-68/69/70, [DIN 51 524-2 HLP, ISO 11158

HM, AFNOR NF-E 48-6003, ASTM 6158-05 HM, Bosch Rexroth Ref 17421-001 и RD 220-1/04.03, GB 111181-1-94 HM, SS 15 54 34 AM].

Shell Tellus 15
Shell Tellus 22
Shell Tellus 32
Shell Tellus 46
Shell Tellus 68

– ***новое поколение самых известных гидравлических масел*** для систем контроля и передачи мощности различного ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ПОДВИЖНОЙ ТЕХНИКИ. Патентованная композиция присадок придает глубокоочищенной минеральной основе дополнительную высокую окислительную, термическую и гидролитическую стабильность, гарантирует отличные фильтруемость противоизносные и защитные свойства.
Спецификации и допуски:
CINCINNATI P-68 (ISO 32), P-70 (ISO 46), P-69 (ISO 68), DENISON HF-0, HF-1, HF-2, Eaton (Vickers) M-2950 S, I-286 S, [ISO 11158 HM, GM LS/2, AFNOR NF-E 48-603, Bosch Rexroth Ref 17421-001 и RD 220-1/04.03, Стандарт Швеции SS 15 54 34 AM].
Противоизносной присадкой в маслах Shell Tellus является дитиофосфат цинка, что ограничивает возможность их применения в системах, с покрытиями из серебра. Для них рекомендуются масла Shell Tellus S или Shell Morlina.

Shell Tellus DO 32
Shell Tellus DO 46

– ***гидравлические масла*** с улучшенной моющей способностью для тяжелых условий эксплуатации, систем, работающих в условиях повышенного риска загрязнения (например, металлорежущие станки). Содержат многофункциональный пакет присадок. Обладают отличными диспергирующими, защитными и деэмульгирующими свойствами.
Спецификации и допуски:
ISO 11158 HM, Mueller Weingarten (ISO 46).

Масла семейства Shell Tellus для мобильной техники (всесезонные)

Shell Tellus STX 32
Shell Tellus STX 46
Shell Tellus STX 68

– ***новое поколение всесезонных (индекс вязкости 160) беззольных (не содержат цинка) масел экстра-классса*** ДЛЯ ОБРУДОВАНИЯ, РАБОТАЮЩЕГО В УСЛОВИЯХ, когда температура окружающего воздуха может изменяться в широких пределах или когда требуется минимальное изменение вязкости масла. Отличаются прекрасными противоизносными и антиокислительными свойствами. Производятся на основе базовых масел гр. II, содержат высокостабильную вязкостную присадку.
Спецификации и допуски:
Cincinnati P-68 (ISO 32)/P-70 (ISO 46)/P-69 (ISO 68), Denison HF-0/HF-1/HF-2, Eaton (Vickers) M-2952-S (мобильная техника) /I-286-S (промышл. системы), Swedish Standart 155434 AM, ISO 11158 HV, AFNOR NF-E 48-603.

Shell Tellus TX 32
Shell Tellus TX 46
Shell Tellus TX 68

– ***масла высшего качества*** ДЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ, РАБОТАЮЩЕГО В УСЛОВИЯХ, когда температура окружающего воздуха может изменяться в широких пределах или когда требуется минимальное изменение вязкости масла (ИВ 160). Содержат высокостабильную вязкостную присадку.
Спецификации и допуски:
Vickers M-2952-S (мобильная техника)/I-286-S (промышл. системы), Bosch Rexroth, Case Poclain, Swedish Standart 155434 AM (все классы)/AV (ISO 68), ISO 11158 HV.

Shell Tellus T 15
Shell Tellus T 22
Shell Tellus T 32
Shell Tellus T 46
Shell Tellus T 68
Shell Tellus T 100

– ***масла, подобные Shell Tellus,*** но содержащие дополнительно загущающую присадку для улучшения вязкостно-температурных характеристик, т.е. всесезонные (ИВ 142). Рекомендуются для применения в

условиях низких температур или когда температура воздуха изменяется в широких пределах.
Спецификации и допуски:
[ISO 11158 HV].

Shell Tellus TD 46 – ***всесезонное (ИВ 185) гидравлическое масло*** с улучшенной моющей способностью. Предназначено, прежде всего, ДЛЯ ПОДВИЖНОЙ ТЕХНИКИ, ЭКСПЛУАТИРУЕМОЙ В ТЯЖЕЛЫХ УСЛОВИЯХ, при повышенном риске загрязнения (например, строительная техника), особенно при низких пусковых и высоких рабочих температурах.
Спецификации и допуски:
ISO 6743-4 L-HV, DIN 51524-3 HVLP, DIN 51502 HVLPD.

Shell Tellus Arctic 32 – ***всесезонное масло (ИВ 360) беззольное*** (не содержит цинка) нового поколения ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ПРИВОДОВ стационарного оборудования и подвижной техники, для которых пусковые температуры могут быть ниже -40°C (условия Крайнего Севера).
Спецификации и допуски:
ISO 6743-4 L-HV, DIN 51524-3 HVLP.

Биоразлагаемые рабочие жидкости

Shell Naturelle Fluid HF-E 32
Shell Naturelle Fluid HF-E 46
Shell Naturelle Fluid HF-E 68

– ***биоразлагаемые рабочие жидкости высшего качества*** на основе синтетических сложных эфиров с композицией высокоэффективных присадок. Предназначены для гидравлических систем наземных механизмов, трансмиссий и приводов, работающих в зонах, чувствительных к загрязнению окружающей среды.
Спецификации и допуски:
DIN 51524-2/3 HLP/HVLP, [VDMA 24568 HEES].

Пожаробезопасные гидравлические жидкости

Shell Irus Fluid C – ***водно-гликолевая гидравлическая жидкость*** (около 40% масс. воды) ДЛЯ ГИДРОСИСТЕМ И ТРАНСМИССИЙ, работающих в горной, металлургической и других отраслях промышленности.
Спецификации и допуски:
ISO 6743-4 L- HFC, ISO 12922 HFC.

Shell Irus Fluid DU 46
Shell Irus Fluid DU 68

– ***современные безводные синтетические рабочие жидкости*** на основе сложных эфиров для гидросистем, эксплуатируемых в горной, металлургической, стекольной и других отраслях промышленности.
Спецификации и допуски:
ISO 6743-4 L- HFDU.

Масла для промышленных трансмиссий

Редукторные масла семейства Shell Omala

Shell Omala HD 68
Shell Omala HD 100
Shell Omala HD 150
Shell Omala HD 220
Shell Omala HD 320
Shell Omala HD 460
Shell Omala HD 680
Shell Omala HD 1000

– ***синтетические индустриальные масла*** с исключительно высокими характеристиками. Используются ДЛЯ СМАЗЫВАНИЯ ПОДШИПНИКОВ И ЗАКРЫТЫХ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧАХ в самых тяжелых условиях эксплуатации и при высоких нагрузках. Рекомендуются для промышленных редукторов, эксплуатируемых при постоянных высоких температурах, и некоторых систем (редукторов или подшипников), рассчитанных на длительные интервалы между заменами масла или без его замены («пожизненная» смазка).
Спецификации и допуски:
ISO 12925-1 CKD, [DIN 51517-3 CLP HC], ANSI/AGMA 9005-D94, US Steel 224, [David Brown S1.53.101], одобрено Flender.

Shell Omala 68
Shell Omala 100
Shell Omala 150
Shell Omala 220
Shell Omala 320
Shell Omala 460
Shell Omala 680
– ***минеральные масла*** ДЛЯ ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ ПЕРЕДАЧ, ПОДШИПНИКОВ. Композиция присадок обеспечивает высокие противозадирные и антикоррозионные свойства. Сохраняют высокую несущую способность в стальных зубчатых зацеплениях и хорошие антифрикционные свойства в парах трения «сталь-фосфористая бронза». Масла можно использовать в червячных передачах, а также в системах смазки масляным туманом.
Спецификации и допуски:
ISO 12925-1 CKD, DIN 51517-3 CLP, [David Brown S1.53.101], AGMA 9005- EO2, US Steel 224.

Shell Omala F 220
Shell Omala F 320
Shell Omala F 460
– ***редукторные масла*** на основе высокоиндексных минеральных масел и специальных S-, P-содержащих противозадирных присадок. Обладают исключительной несущей способностью, смазывающими свойствами и повышенной стойкостью против микропиттинга в тяжелонагруженных зубчатых передачах.
Спецификации и допуски:
ISO 12925-1 CKC, US Steel 224, David Brown S1.53.101, одобрено Flender.

Другие масла для зубчатых и цепных передач

Shell Chaine 3000
– ***полусинтетическое масло*** с противоизносными присадками ДЛЯ СМАЗЫВАНИЯ ЦЕПЕЙ РАЗЛИЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ (в том числе печей), работоспособно до 300°С.

Shell High Temperature Chain Oil
– ***синтетическое масло*** с высокой термической стабильностью и низкой испаряемостью ДЛЯ СМАЗЫВАНИЯ ЦЕПЕЙ РАЗЛИЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ (в том числе печей), работоспособно до 300°С.

Shell Tivela S 150
Shell Tivela S 220
Shell Tivela S 320
Shell Tivela S 460
Shell Tivela S 680
– ***синтетические масла*** на основе полигликолей с очень хорошими низкотемпературными характеристиками, термо- и окислительной стабильностью и антифрикционными свойствами. Предназначены ДЛЯ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ / ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ РЕДУКТОРОВ, особенно червячных передач (пар «сталь-бронза»), а также циркуляционных систем смазывания подшипников (например, каландров бумагоделательных машин). Не рекомендуются для содержащих алюминий бронзовых сплавов.
Спецификации и допуски:
DIN 51517-3 CLP PG, David Brown Type G, одобрено Flender, Bonfiglioli.

Масла для циркуляционных смазочных систем подшипников, направляющих скольжения и зубчатых передач

Shell Delima S 150
Shell Delima S 220
Shell Delima S 320
– ***высокоэффективные бесцинковые циркуляционные масла класса «премиум»*** на минеральной основе ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНЫХ МАШИН.
Спецификации и допуски:
DIN 51517 Pt.2, FZG: соответствуют уровню нагрузки задира 12, [SKF&METSO, Voith VN 108].

Shell Morlina 5
Shell Morlina 10
Shell Morlina 32
Shell Morlina 46
Shell Morlina 68
Shell Morlina 100
Shell Morlina 150
Shell Morlina 220
Shell Morlina 320
Shell Morlina 460
– ***минеральные масла с композицией присадок*** (не содержащих цинк) ДЛЯ ШИРОКОГО СПЕКТРА ПРИМЕНЕНИЯ в циркуляционных смазочных системах, подшипниках качения и скольжения, некоторых гидравлических системах, шпинделях (ISO 5, ISO 10) и слабонагруженных зубчатых передачах.
Спецификации и допуски:
DIN 51517-2 CL, Morgan Specification for circulating oils for roll-neck bearings (ISO 100-460), DIN 51506 VCL (ISO 100 и 150)/VBL (ISO 220 и 460).

Shell Morlina T 100 – ***высококачественное парафиновое минеральное масло*** ДЛЯ ПОДШИПНИКОВ ЧИСТОВЫХ БЛОКОВ НЕПРЕРЫВНЫХ МЕЛКОСОРТНЫХ СТАНОВ.
Спецификации и допуски:
DIN 51517-2 CL, [Morgan], одобрено Danieli.

Shell Tonna S 32
Shell Tonna S 68
Shell Tonna S 220 – ***масла высшего качества*** с композицией присадок ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ ВЫСОКОТОЧНЫХ СТАНКОВ с металлическими или полимерными направляющими скольжения и качения (вертикальными – ISO 220 и горизонтальными – ISO 32 и 68) с единой системой смазки. Могут применяться также в зубчатых и цепных передачах, циркуляционных системах смазки подшипников.
Спецификации и допуски:
ISO 11158/ISO 6743-4 HM/HG, ISO 12925-1/ISO 6743-6 CKC, ISO 19378/ISO 6743-13 GA/GB, DIN 51502 CGLP, DIN 51517 CLP, Cincinnati Machine P-50 (ISO 220)/P-47 (ISO 68).

Shell Tonna T 32
Shell Tonna T 68
Shell Tonna T 220 – ***высококачественные масла*** ДЛЯ НАПРАВЛЯЮЩИХ СКОЛЬЖЕНИЯ, удовлетворяющие требованиям производителей современного станочного оборудования.
Спецификации и допуски:
ISO 19378/ISO 6743-13 GA/GB (ISO 68 и 220), DIN 51502 CGLP, Cincinnati Machine P-50 (ISO 220),/P-47 (68)/P-53 (ISO 32).

Shell Vitrea 22
Shell Vitrea 32
Shell Vitrea 68 – ***высокоиндексные минеральные масла*** с хорошей окислительной стабильностью. Могут применяться В СИСТЕМАХ ЦИРКУЛЯЦИИ И ДРУГИХ ЗАКРЫТЫХ СИСТЕМАХ, для которых не требуются легированные масла – в прямых, спиральноконических, червячных передачах, работающих при умеренных нагрузках и т-рах.
Спецификации и допуски:
DIN 51517-1 C, DIN 51506 VB/VC.

Shell Vitrea M 100
Shell Vitrea M 150
Shell Vitrea M 220
Shell Vitrea M 320
Shell Vitrea M 460
Shell Vitrea M 680 – ***парафиновые масла глубокой очистки*** ДЛЯ РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ УМЕРЕННЫХ НАГРУЗОК И ТЕМПЕРАТУР ПРОМЫШЛЕННЫХ ПОДШИПНИКОВ (в том числе подшипников прокатных станов), редукторов и циркуляционных систем. Не содержат присадок, имеют отличные деэмульгирующие свойства.
Спецификации и допуски:
DIN 51517-1 C, DIN 51506 VB/VC, EZTM, NKMZ.

Холодильные масла семейства Shell Clavus

Shell Clavus 0624 – ***маловязкое гидроочищенное высококачественное нафтеновое масло*** ДЛЯ ЗАКРЫТЫХ КОМПРЕССОРОВ бытовых и промышленных систем охлаждения и кондиционирования воздуха, в которых в качестве хладагента используются углеводородные газы (R600a, R290).
Спецификации и допуски:
DIN 51503 KE.

Shell Clavus 0595 – ***гидроочищенное высококачественное нафтеновое маспо*** ДЛЯ ГЕРМЕТИЧНЫХ КОМПРЕССОРОВ, в которых в качестве хладагента используются углеводородные газы (R600a, R290). Продукт подходит также для любых систем кондиционирования и охлаждения: бытовые, коммерческие и промышленные холодильники с высокими, умеренными или низкими температурами испарения.
Спецификации и допуски:
DIN 51503 KE.

Shell Clavus 15
Shell Clavus 32
Shell Clavus 46
Shell Clavus 68 – ***высококачественные нафтеновые масла,*** прошедшие гидроочистку, ДЛЯ КОНДИЦИОНЕРОВ И ХОЛОДИЛЬНЫХ

МАШИН, в которых в качестве хладагента используется аммиак. При низких т-рах могут применяться как смазочные масла общего назначения.
Спецификации и допуски:
DIN 51503 KAA/KC/KE.

Shell Clavus AB 68 – ***синтетическое масло*** на основе алкилбензолов ДЛЯ ВСЕХ ТИПОВ ХОЛОДИЛЬНЫХ КОМПРЕССОРОВ: поршневых, центробежных, винтовых, использующих фреоны или аммиак. Рекомендуется для систем, где температура испарения может быть ниже минус 45°C.
Спецификации и допуски:
DIN 51503 KAA/KC.

Shell Clavus G 32
Shell Clavus G 46
Shell Clavus G 68 – ***нафтеновые масла,*** прошедшие гидроочистку, с хорошими смазывающими свойствами, улучшенной термической и отличной химической стабильностью. Могут применяться В ПРОМЫШЛЕННЫХ И БЫТОВЫХ ХОЛОДИЛЬНИКАХ, КОНДИЦИОНЕРАХ с галогенуглеводородными хладагентами или аммиаком.
Спецификации и допуски:
DIN 51503 KAA/KC/KE.

Shell Clavus SD 22-12 – ***полусинтетическое масло*** на основе алкилбензолов и нафтенового минерального компонента без присадок, с хорошей химической стабильностью, хорошо смешивается с хладагентами, которые обычно частично взаиморастворимы с минеральными маслами. Используется в компрессорах бытовых и промышленных холодильных систем с фреонами и аммиаком.
Спецификации и допуски:
DIN 51503 KAA/KC.

Shell Clavus R 32
Shell Clavus R 68 – ***синтетические масла*** на основе сложных эфиров для систем, использующих хладон R 134a и смешанные фреоны.
Спецификации и допуски:
DIN 51503 KD.

Shell Clavus SG 68 – ***синтетическое масло*** на основе полигликоля ДЛЯ ХОЛОДИЛЬНЫХ КОМПРЕССОРОВ. Особенно рекомендуется для холодильных компрессоров, использующих аммиак в качестве хладагента.
Спецификации и допуски:
DIN 51503, KAB.

Компрессорные масла и масла для вакуумных насосов

Масла семейства Shell Corena для воздушных компрессоров

Shell Corena AP 68
Shell Corena AP 100 – ***синтетические масла высшего качества*** на основе сложных эфиров с композицией присадок ДЛЯ ЛЮБЫХ ПОРШНЕВЫХ ВОЗДУШНЫХ КОМПРЕССОРОВ, особенно работающих при постоянно высоких давлениях (30 бар и выше) и т-рах нагнетания (220°C). Могут использоваться в машинах, производящих воздух для дыхания.
Спецификации и допуски:
ISO 6743-3:2003 DAB (severe duty), ISO/DP 6521-L-DAB (medium duty), DIN 51506 VDL, EN 12021.

Shell Corena P 68
Shell Corena P 100
Shell Corena P 150 – ***высококачественные масла*** ДЛЯ ВОЗДУШНЫХ ПОРШНЕВЫХ КОМПРЕССОРОВ на основе специально подобранных компонентов, по эксплуатационным свойствам приближаются к уровню синтетических масел.
Спецификации и допуски:
ISO 6743-3:2003 DAA (normal duty), DIN 51506 VDL, одобрено Bauer (ISO 150).

Shell Corena AS 32
Shell Corena AS 46
Shell Corena AS 68 – ***синтетические масла высшего качества*** на основе ПАО ДЛЯ ВИНТОВЫХ И ПЛАСТИНЧАТЫХ ВОЗДУШНЫХ КОМПРЕССОРОВ (1- и 2-ступенчатых). Содержат тщательно подобранную композицию при-

садок для обеспечения эффективного смазывающего действия и длительных (до 12 тыс.ч) сроков службы масел в компрессорах, эксплуатируемых в экстремальных температурных и рабочих режимах (свыше 100°С и 20 бар).
Спецификации и допуски:
ISO 6743-3A DAJ, [ABB VTR (HZTL 90617 list 3) (ISO 68)].

Shell Corena S 32
Shell Corena S 46
Shell Corena S 68 – ***масла высшего качества на основе базовых масел гр. II,*** разработанные ДЛЯ СМАЗЫВАНИЯ РОТАЦИОННЫХ ПЛАСТИНЧАТЫХ И ВИНТОВЫХ ВОЗДУШНЫХ КОМПРЕССОРОВ. Содержат тщательно подобранную композицию присадок. Имеют отличные деэмульгирующие и антикоррозионные свойства и термоокислительную стабильность.
Спецификации и допуски:
ISO 6743-3A DAH.

Shell Corena D 46
Shell Corena D 68 – ***смазочные материалы на минеральной основе*** с пакетом высокоэффективных антиокислительных, антикоррозионных, противоизносных и других присадок. Отличаются хорошими деэмульгирующими свойствами. Применяются ДЛЯ РОТАЦИОННЫХ ВОЗДУШНЫХ КОМПРЕССОРОВ С НЕПОСРЕДСТВЕННЫМ ВПРЫСКОМ МАСЛА.
Спецификации и допуски:
ISO 6743-3A DAH.

Shell Corena V – ***масло*** с хорошей окислительной и термической стабильностью ДЛЯ РОТАЦИОННЫХ И ПЛАСТИНЧАТЫХ ВАКУУМНЫХ НАСОСОВ. Низкое давление паров дает возможность применять его для вакуума до 10-3 мбар.
Спецификации и допуски:
ISO 6743-3A-DVC.

Масла для газовых компрессоров

Shell Corena NG 220 – ***полусинтетическое масло*** ДЛЯ ЦИЛИНДРОВ И УПЛОТНЕНИЙ ПОРШНЕВЫХ КОМПРЕССОРОВ, компремирующих природный газ с высоким содержанием бензина или сероводорода.
Спецификации и допуски:
[Dresser Industries, Cooper Energy Services].

Shell Madrela E – ***специальное масло на основе сополимера этиленоксида с пропиленоксидом*** с нетоксичными присадками ДЛЯ СМАЗЫВАНИЯ ЦИЛИНДРОВ ГИПЕР-КОМПРЕССОРОВ, используемых в производстве полиэтилена низкой плотности (высокого давления). Может использоваться в компрессорах, работающих на светлых/белых маслах, без переналадки оборудования.
Спецификации и допуски:
базовое масло и присадки отвечают требованиям US FDA 21 CFR 178.3570 (случайный контакт с пищевыми продуктами), одобрено Sulzer Burckhardt A.G, Nuovo Pignione.

Shell Madrela GS – ***синтетическое масло на основе полиалкиленгликоля*** ДЛЯ ПОДШИПНИКОВ И УПЛОТНЕНИЯ РОТОРА ВИНТОВЫХ КОМПРЕССОРОВ низкого давления при перекачивании природного газа и его сжижении для бытовых целей (до 40 бар).
Спецификации и допуски:
одобрено Atlas Copco.

Shell Madrela GP 220 – ***синтетическое масло на основе полиалкиленгликоля*** ДЛЯ СМАЗЫВАНИЯ ЦИЛИНДРОВ ПОРШНЕВЫХ КОМПРЕССОРОВ высокого давления при перекачивании природного,

попутного нефтяного газа, других у/в газов, а также азота, водорода, гелия, CO_2. Может использоваться в компрессорном оборудовании заправочных станций (АГНЗС).

Shell Madrela T – ***синтетическое масло на основе полиалкиленгликоля*** ДЛЯ КОМПРЕССОРОВ ПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ У/В И ДРУГИЕ ГАЗЫ, включая бутадиен и винилхлорид. Используется в смазочных системах и картерах компрессоров, когда они работают в атмосфере газа.
Спецификации и допуски:
Sulzer Burkhardt A.G., Linde A.G.

Другие масла

Shell Torcula 32
Shell Torcula 100 – ***масла,*** отвечающие специальным требованиям ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ. Производятся на основе смеси глубокоочищенных минеральных компонентов и особой композиции присадок, обеспечивающих эффективное смазывающее действие и высокопрочную масляную пленку, соответствующих требованиям бурового пневмоинструмента ударного действия /перфораторов/, в т.ч. работающего в особо тяжелых условиях.
Спецификации и допуски:
одобрено Gardner-Denver.

Электроизоляционные масла

Shell Diala D – ***маловязкое глубокоочищенное масло нафтенового основания.*** Продукт высшего качества с прекрасными низкотемпературными свойствами и окислительной стабильностью. Применяется В СЕТЕВЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ТРАНСФОРМАТОРАХ, ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЯХ и другом оборудовании.
Спецификации и допуски:
IEC 60296 (2003) table 2 Transformer Oil (uninhibited), DIN 57370-1(1978), VDE 0370 Part I (1978) Class A, IEC 296 (1982) Class II.

Shell Diala DX – ***маловязкое глубокоочищенное нафтеновое масло*** с особо низким содержанием серы, высшего качества ДЛЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ (генераторных, распределительных), ШУНТИРУЮЩИХ РЕАКТОРОВ, маслонаполненных выпрямителей и переключателей, работающих при высоких температурах масла. Содержит ингибитор окисления.
Спецификации и допуски:
IEC 60296 (2003) table 2 Transformer Oil (inhibited), Section 7.1 ("Higher oxidation stability"), DIN 51554, DIN 57370-1 (1978).

Shell Fluid 4600 – ***синтетическое электроизоляционное масло*** на основе эфиров с высокой стойкостью против старения для промышленного силового оборудования и железнодорожного транспорта. Пожаробезопасный и биоразлагаемый продукт. Успешно применяется в некоторых типах погружных насосов в добыче нефти.
Спецификации и допуски:
[DIN EN 61099 type T1, IEC 1099 type T1, IEC 1203], [UBA (UmweltBundesAmt)].

Масла-теплоносители

Shell Thermia A – ***маловязкое нафтеновое минеральное масло-теплоноситель.*** Работоспособно до температуры 250–280°C.
Спецификации и допуски:
ISO 6743-12 Family Q, [DIN 51522].

Shell Thermia B – ***масло-теплоноситель*** на основе смеси высокоиндексных парафиновых масел с высокими эксплуатационными свойствами. Используются в

НЕПРЯМЫХ ЗАКРЫТЫХ СИСТЕМАХ ОБОГРЕВА при температуре в объеме до 320°С.
Спецификации и допуски:
ISO 6743-12 Family Q, [DIN 51522].

Shell Thermal Fluid S – ***синтетическое масло-теплоноситель*** с исключительно высокими эксплуатационными свойствами, работоспособно в диапазоне температур от -40 до +330°С.

Рабоче-консервационные и консервационные масла и составы

Shell Ensis Engine Oil SAE 30 – ***специальное масло*** ДЛЯ ДОЛГОСРОЧНОЙ КОНСЕРВАЦИИ БЕНЗИНОВЫХ И ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ. Может использоваться для внутренней защиты коробок передач и др. агрегатов трансмиссий, а также в качестве рабочего масла перед консервацией или после расконсервации двигателя до первой смены масла. Консервация путем замены штатного масла на Shell Ensis Engine Oil незадолго до консервации.
Спецификации и допуски:
[BS 1133, TP6].

Shell Ensis DW Fluid 1262 – ***высококачественный водовытесняющий масляный состав*** с хорошей укрывистостью. Срок защиты: до 24 мес. (в помещении), до 12 мес. (вне помещения под навесом).
Спецификации и допуски:
ISO L-REE.

Shell Ensis DW Fluid 662 – ***водовытесняющий состав (восковая пленка)*** ДЛЯ ВРЕМЕННОЙ ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ от коррозии. Срок защиты: до 6 мес. (в помещении).
Спецификации и допуски:
ISO L-REE.

Shell Ensis PL 1608 – ***консервационное масло*** ДЛЯ ЛИСТОВОЙ ХОЛОДНОКАТАННОЙ СТАЛИ, в том числе с покрытием, предназначенной для производства автомобилей. Применяется при хранении и транспортировке. Легко удаляется щелочными растворами.
Спецификации и допуски:
VDA 230-201.

Shell Ensis RPO 1200 – ***консервационное масло*** ДЛЯ МЕЖОПЕРАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ И ХРАНЕНИЯ ЛИСТОВОЙ СТАЛИ, металлоизделий, бунтов проволоки и тросов (до 12 месяцев в помещении).
Спецификации и допуски:
ISO L-RD.

Shell Ensis RPO 1000 – ***антикоррозионный состав на основе минерального масла*** ДЛЯ ЗАЩИТЫ ХОЛОДНОКАТАННОГО СТАЛЬНОГО ЛИСТА с покрытием и без него, во время хранения и транспортировки. Продукт также эффективен для защиты деталей с алюминиевым и цинковым покрытием.

Shell Ensis WB Fluid 600 – ***консервационный змульсионный состав*** ДЛЯ ВРЕМЕННОЙ ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ от коррозии между операциями обработки и во время хранения. Срок защиты: 6 мес. (в помещении).

Пластичные смазки

Shell Albida GC 1 – ***смазка с высокой механической стабильностью*** на основе минерального масла, комплексного мыла, полимера и присадок. Предназначена ДЛЯ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ УЗЛОВ/МУФТ, подверженных воздействию высоких центробежных сил (> 300 об./мин).

Shell Albida EP 2 – ***высокотемпературная противозадирная смазка*** ДЛЯ ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ ПОДШИПНИКОВ оборудования металлургической, цементной, целлюлозно-бумажной и др.

отраслей промышленности. Работоспособна до 150°С.
Спецификации и допуски:
DIN 51825 - KP 2 N-20.

Shell Albida EMS 2 – ***синтетическая смазка общего назначения*** с широким диапазоном рабочих т-тур (от -50 до +150°С) на основе полиальфаолефинов.
Спецификации и допуски:
DIN 51825 - KHC 2 P-40.

Shell Albida HD 2 – ***высокотемпературная противозадирная смазка*** ДЛЯ ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ НИЗКОСКОРОСТНЫХ ПОДШИПНИКОВ оборудования металлургической, цементной, целлюлозно-бумажной, химической и др. отраслей промышленности. Работоспособна при температурах до 150°С.
Спецификации и допуски:
DIN 51825 – KP 2 N-30, одобрено Terex (O&K).

Shell Albida HDX 2 – ***противозадирная смазка с дисульфидом молибдена*** для работающих в тяжелых условиях (высокие/ударные нагрузки, повышенные (до 150°С) температуры, высокая влажность) НИЗКОСКОРОСТНЫХ ПОДШИПНИКОВ качения и скольжения металлургической, цементной, бумажной и др. промышленности.
Спецификации и допуски:
DIN 51825 - KPF 2 N-20, одобрено Komatsu и Terex (O&K).

Shell Albida PPS – ***синтетическая многоцелевая смазка*** для бумажной промышленности ДЛЯ ПОДШИПНИКОВ ВЛАЖНОЙ И СУХОЙ ЧАСТЕЙ БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНЫХ МАШИН (от -30 до +150°С).
Спецификации и допуски:
DIN 51825 - KHC 2P-30, одобрено ABB и Barmag.

Shell Albida RL 2 – ***многоцелевая высокотемпературная (до 150°С) смазка*** с отличной стабильностью и устойчивостью к вибрации. ПРЕДНАЗНАЧЕНА ДЛЯ НИЗКО- И ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ПОДШИПНИКОВ, в том числе работающих в присутствии влаги.
Спецификации и допуски:
DIN 51825 - K 2 N-30, одобрено Merrick Industries Inc, Staubli Robotics.

Shell Albida HLS 00 – ***синтетическая смазка,*** содержащая антиокислительные и противозадирные присадки. Синтетические базовые масла в составе смазки обеспечивают отличную смазывающую способность и защиту от износа при низких (до -40°С) температурах. Применяется в централизованных системах смазки и закрытых редукторах горнодобывающего оборудования, в перерабатывающих отраслях, а также в подшипниках оборудования обогатительных фабрик и дробилок.
Спецификации и допуски:
DIN 51825 – GP HC 00 G-40.

Shell Alvania EP Arctic Moly 0 – ***смазка с дисульфидом молибдена*** ДЛЯ АРКТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ (до -50°С). Рекомендуется для шасси, рулевых механизмов, опорно-сцепных устройств, централизованных смазочных систем.

Shell Alvania EP (LF) 0
Shell Alvania EP (LF) 1
Shell Alvania EP (LF) 2 – ***многоцелевые индустриальные смазки.*** Содержат противозадирную присадку (без свинца) и пакет других присадок. Разработаны ДЛЯ СМАЗЫВАНИЯ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ И ВРАЩАЮЩИХСЯ ЧАСТЕЙ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ, работающих в тяжелых условиях (в сталелитейной, бумажной, горнорудной отраслях, а также в строительстве и карьерных разработках).
Спецификации и допуски:
DIN 51825 - KP 0/1/2 K-30, соответствует спецификации British Timken для применения в сталелитейной промышленности.

Shell Alvania EP D – ***железнодорожная смазка*** ДЛЯ БУКСОВЫХ ПОДШИПНИКОВ с длительным сроком эксплуатации.
Спецификации и допуски:
AAR M-942 и NSW SRA L343-84.

Shell Alvania GC 00 – ***смазка на основе минерального масла,*** загущенного натриевым мылом, и присадок. Предназначена ДЛЯ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ УЗЛОВ/МУФТ, подверженных воздействию центробежных сил (до 300 об./мин).

Shell Alvania GL 00 – ***полужидкая смазка,*** не содержащая свинца, с противозадирными свойствами. Применяется для смазывания редукторов.
Спецификации и допуски:
DIN 51825 - GP 00 G-30 L-HCDHB 00, одобрено Bielomatik, Niemever Landmaschinen, SEW Eurodrive, SMS Demag, WIFAG.

Shell Alvania HVQ – ***малошумная смазка*** на основе синтетического масла с пакетом антиокислительных, противоизносных и антикоррозионных присадок. Предназначена ДЛЯ ПОДШИПНИКОВ ЭЛЕКТРОМОТОРОВ (< 62мм) и др. подшипников малого диаметра.
Спецификации и допуски:
DIN 51825 - KP HC 3/2K-50.

Shell Alvania RL 2 – ***смазки общего назначения***
Shell Alvania RL 3 ДЛЯ ЛЕГКОНАГРУЖЕННЫХ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ И СКОЛЬЖЕНИЯ. Alvania RL 3 широко применяется в подшипниках электромоторов, в том числе с вертикальным расположением вала.
Спецификации и допуски:
DIN 51825 - K2/3 K-30, одобрено FAG, Baltimore Aircoil, Ferrari, Flender, Rockwell Automation, Stamler.

Shell Alvania WR 2 – ***многоцелевая смазка высшего качества*** ДЛЯ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ И СКОЛЬЖЕНИЯ, работающих в условиях высоких и ударных нагрузок, высоких температур и влажных сред.
Спецификации и допуски:
DIN 51825 - KP 2 K-20, David Brown.

Shell Cyprina Grease RA – ***высококачественная пластичная смазка*** ДЛЯ ПОДШИПНИКОВ ТЯГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ЛОКОМОТИВОВ производства General Motors Electromotive Division и General Electric. Также подходит для закрытых антифрикционных подшипников, рассчитанных на работу в течение всего срока службы узла без дополнительного смазывания.
Спецификации и допуски:
General Motors Electromotive Division, General Electric.

Shell Darina R 2 – ***высокотемпературная смазка*** ДЛЯ ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ и среднескоростных подшипников качения. Работоспособна при т-ре до 200°C.
Спецификации и допуски:
DIN 51825 - K 2 N-20.

Shell Darina XL 102 Moly 1 – ***противозадирная смазка*** с дисульфидом молибдена для широкого диапазона рабочих т-р от -50 до +170°C (в централизованных системах Lincoln от -30°C). Одобрено Komatsu.

Shell Malleus ET 2 – ***синтетическая пластичная смазка*** с противозадирными свойствами для применения при сверхвысоких т-рах 300–600°C. Представляет собой дисперсию мельчайших частиц графита в синтетической жидкости с беззольным неорганическим (немыльным) неабразивным загустителем.

Shell Malleus GL 25
Shell Malleus GL 65
Shell Malleus GL 95
Shell Malleus GL 205
Shell Malleus GL 400
Shell Malleus GL 500

– ***серия смазок экстра-класса*** с противозадирными свойствами ДЛЯ ОТКРЫТЫХ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ И СТАЛЬНЫХ КАНАТОВ, работающих в условиях экстремальных температур и нагрузок. Представляют собой сбалансированную композицию на основе минерального и синтетического масел и тщательно подобранных присадок, включая наполнители (MoS_2 и др.), обеспечивающую исключительно высокую несущую способность, стабильность консистенции в течение длительного времени без образования «наростов» между зубьями шестерен.
Спецификации и допуски:
одобрено FLSmidth (205, 400, 500), Metso-Svedala (400, 500), Falk (400), Ferry Capitain (205, 400, 500), Lincoln, Norberg 400.

Shell Malleus GL 3500

– ***пластичная смазка на основе высоковязкого базового масла*** ДЛЯ ОТКРЫТЫХ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ ПЕЧЕЙ И МЕЛЬНИЦ, работающих в диапазоне т-р от -7 до +150°С. Содержит MoS_2 и графит. Обеспечивает прочную смазывающую пленку, высокоэкономична в применении.
Спецификации и допуски:
одобрено FLSmidth (205, 400, 500), Metso-Svedala (400, 500), Falk (400), Ferry Capitain (205, 400, 500), Lincoln, Norberg 400.

Shell Malleus HDX 0/1

– ***пластичная смазка на основе высоковязкого базового масла*** ДЛЯ ОТКРЫТЫХ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ, КАНАТОВ, поверхностей скольжения (открытые зубчатые передачи вращающихся печей, мельниц, драг, грузоподъемных машин) работающих в диапазоне т-р от -10 до +150°С. Содержит 10% графита.

Shell Malleus OGH

– ***немыльная смазка*** ДЛЯ ОТКРЫТЫХ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ, работающих в условиях высоких (до 200°С) температур (обжиговые печи цементных производств). Содержит графит, наносится разбрызгиванием.
Спецификации и допуски:
одобрено Danieli, Ferry-Capitain, FLSmidth.

Shell Malleus RN

– ***высокоэффективная смазка на частично синтетической основе,*** загущенная Al-комплексным мылом и содержащая в качестве добавки графит. Может наноситься на поверхность путем распыления. Используется как приработочная смазка.
Спецификации и допуски:
одобрено Danieli, Ferry-Capitain, FLSmidth.

Shell Malleus STC 1
Shell Malleus STC 2

– ***графитные резьбовые консервационные смазки*** ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ И ОБЛЕГЧЕНИЯ СВИНЧИВАНИЯ И РАЗВИНЧИВАНИЯ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ и обеспечения их герметичности (STC 1 – для муфт типа Premium, STC 2 – муфты Rotary). Экологически безопасна (не содержит тяжелых металлов).
Спецификации и допуски:
DEA 47 (E) Committee.

Shell Naturelle EP 2

– ***биоразлагаемая многоцелевая смазка*** с хорошей окислительной и механической стабильностью, и защитой от коррозии. Диапазон рабочих т-р от -20 до +100 (120)°С.

Shell Nerita HV

– ***синтетическая смазка*** ДЛЯ ПОДШИПНИКОВ, работающих в режиме высоких скоростей и больших нагрузок. Рекомендуется применять в тех случаях, когда обычные смазки не обладают достаточно высокими противоизносными и противозадирными свойствами или недостаточно устойчивы к окислению.
Спецификации и допуски:
DIN 51825 – KP 2N-20, применение одобрено SNR – для

втулок колес; ABB – для подшипников электромоторов; Netherlands Railways – для подшипников электромоторов вагонов, Deutsche Bahn AG – для подшипников оси ICE, ABB, Max Lamb, SKF.

Shell Ossagol V – ***полужидкая смазка*** ДЛЯ ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СМАЗОЧНЫХ СИСТЕМ «Bielomatik», пневматического инструмента и др. Диапазон рабочих т-р от -30 до +40°C.
Спецификации и допуски:
DIN 51825 – G 00C-30.

Shell Rhodina EP (LF) 2 – ***слабо структурированная смазка*** ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРИМЕНЕНИЯ при умеренных температурах в сравнительно мягких условиях, но когда требуются противозадирные свойства. Не рекомендуется для использования в подшипниках качения.
Спецификации и допуски:
DIN 51825 - KP 2C-20.

Shell Stamina 0511 – ***противозадирная смазка*** ДЛЯ ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ, качения и подшипников, работающих при высоких температурах, когда необходима смазка с длительным сроком службы.

Shell Stamina EP 2 – ***противозадирная водостойкая смазка*** ДЛЯ УМЕРЕННО ИЛИ ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ ПОДШИПНИКОВ, вкладышей и муфт, работающих при т-рах до 160°C. (Stamina EP 2 выпускается также в виде автономного лубрикатора – Tactic).
Спецификации и допуски:
DIN 51825 - KP 2R-20.

Shell Stamina HDS – ***высокотемпературная синтетическая смазка*** с длительным сроком службы ДЛЯ ТЯЖЕЛЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ в металлургии, целлюлозно-бумажной, химической и цементной промышленности.
Спецификации и допуски:
DIN 51825 - KP HC1/2R-30, Amandus Kahl.

Shell Stamina RL 1
Shell Stamina RL 2 – ***высокотемпературные смазки*** с хорошей водостойкостью ДЛЯ ЛЕГКОНАГРУЖЕННЫХ ПОДШИПНИКОВ промышленного оборудования, работающих при т-рах до 160°C.
Спецификации и допуски:
DIN 51825 - KP 1/2R-20.

Shell Tivela GL 00 – ***синтетическая полужидкая смазка*** ДЛЯ ПАР ТРЕНИЯ «СТАЛЬ-ОЛОВЯНИСТАЯ БРОНЗА», работоспособная в широком диапазоне т-р (от -30 до +130°C) и с длительным сроком службы, обеспечивающим «пожизненное» смазывание небольших редукторов.
Спецификации и допуски:
DIN 51825 - GP PG 00K-30, SPN Schwaben Prazision.

Светлые и технологические масла

Медицинские светлые масла Shell Ondina

Shell Ondina 915
Shell Ondina 917
Shell Ondina 927
Shell Ondina 929
Shell Ondina 933
Shell Ondina 934
Shell Ondina 941 – ***медицинские белые масла*** ДЛЯ ПИЩЕВОЙ, ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ И КОСМЕТИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, отвечающие требованиям: European Pharmacopoeia 4 Edition, US Pharmacopoeia 25/NF 20, директивы EC 2002/72/EC.

Технологические масла

Shell Catenex S 523
Shell Catenex S 725 – ***парафиновые технологические масла,*** применяемые в качестве пластификатора или носителя.

Shell Catenex SNR – ***экологически безопасный продукт,*** полученный путем очистки (селективной или гидро-) тяжелого парафинового вакуумного дистиллята, светлый и практически без за-

паха. Используется В ШИННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ вместо потенциально канцерогенных ароматических мягчителей.

Shell Edelex 945 – ***нафтеновое масло*** глубокой очистки, светлое и практически без запаха с высокой растворяющей способностью.

Shell Flavex 595 – ***высоковязкое парафиновое масло*** с относительно высоким содержанием ароматических углеводородов (экстракт остаточный ароматический). Применяется в качестве наполнителя в резиновой промышленности.

Shell Flavex 977
Shell Flavex 986 – ***парафиновые масла*** с относительно высоким содержанием ароматических углеводородов. Обладает хорошей растворяющей способностью и применяется в качестве носителя/наполнителя в резиновой и др. промышленности.

СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОТДЕЛЬНЫХ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Масла для железнодорожного транспорта

Масло Shell Caprinus для дизелей

Shell Caprinus HPD SAE 40 – ***картерное безцинковое масло экстра-класса*** ДЛЯ МОЩНЫХ АМЕРИКАНСКИХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ДИЗЕЛЕЙ GE и GM Electro-Motive Division (EMD), в том числе работающих с длительными интервалами между заменами масла на топливах с содержанием серы до 1%. Щелочное число 13 мг KOH/г, сульфатная зольность 1,5%.
Спецификации и допуски:
API CD, EMD – «WOFT», GE - Generation 4 - Long Life, LMOA - Generation 5, Detroit Diesel – DDC серии 149 в тяжелых условиях.

Редукторное масло

Shell Tegula V 32 – ***масло высшего качества*** ДЛЯ САМЫХ СОВРЕМЕННЫХ БЕССТУПЕНЧАТЫХ ТРАНСМИССИЙ (вариаторов) и тепловозных трансмиссий усовершенствованных конструкций, в которых гидромуфты и трансформаторы совмещены с механическими зубчатыми передачами. Допускает увеличенные сроки замены.
Спецификации и допуски:
Voith 3.285-149 (для применения в силовых трансмиссиях Voith), Voith Turbo, PIV, Lenze.

Смазочные материалы для пищевой промышленности

Все смазочные материалы, описания которых приведены в данном разделе, производятся только из компонентов, одобренных FDA по гр. 21 CFR 178.3570 и 178.3620 и/или считающихся безопасными (21 CFR 182), они зарегистрированы NSF International как смазочные материалы, для которых допустим случайный контакт с пищевыми продуктами (гр. H1) в соответствии с критериями USDA. Производство сертифицировано по ISO 21469.

Основу продуктов семейства Shell Cassida составляют синтетические (полиальфаолефиновые, полигликолевые, полибутеновые) базовые масла. Продукты серии Shell FM вырабатываются на основе светлых минеральных масел.

Масла и рабочие жидкости семейства Shell Cassida

Shell Cassida Chain Oil 150
Shell Cassida Chain Oil 1000 – ***смазочные материалы высшего качества*** ДЛЯ ЦЕПНЫХ ПЕРЕДАЧ (приводов и конвейеров) пищевой промышленности и производства упаковки для пищевых продуктов и напитков. Диапазон рабочих т-р: от -30 до +150°C. Cassida Chain 1000 выпускается также в аэрозольной упаковке.
Спецификации и допуски:
NSF H1, Kosher, Halal, Krones, Frigoscandia, Stork, Amadus Kahl.

Shell Cassida Chain Oil LT – ***высококачественный синтетический низкотемпературный смазочный материал*** ДЛЯ ЦЕПНЫХ ПЕРЕДАЧ оборудования пищевой промышленности. Продукт специально предназначен для смазывания транспортных механизмов в морозильных установках.
Спецификации и допуски:
NSF H1, Kosher, Halal, ISO 21469.

Shell Cassida Fluid CR 46 – ***масло экстра-класса*** ДЛЯ МАСЛОЗАПОЛНЕННЫХ ВИНТОВЫХ И ПЛАСТИНЧАТЫХ ВОЗДУШНЫХ КОМПРЕССОРОВ, используемых в пищевой промышленности, а также для смазывания подшипников и легконагруженных редукторов.
Спецификации и допуски:
NSF H1, ISO 21469, ISO 6743-3 DAG, DAH, DAJ, Kosher, Halal, DIN 51506 VBL/VCL/VDL, рекомендация FAG.

Shell Cassida Fluid DC 32 – ***уникальная многоцелевая жидкость,*** успешно применяющаяся в качестве:
- масла-абсорбента в маслоэкстракционной промышленности;
- формовочного масла в производстве 2- и 3-х-компонентных консервных банок (машины Сап-о-Mat);
- масла-теплоносителя в системах непрямого (масляного) обогрева в диапазоне температур от -30 до +280°С.

Спецификации и допуски:
NSF 3H/H1/HT1, ISO 21469, Kosher, Halal.

Shell Cassida Fluid GL 150
Shell Cassida Fluid GL 220
Shell Cassida Fluid GL 320
Shell Cassida Fluid GL 460 – ***редукторные масла экстра-класса*** ДЛЯ ЗАКРЫТЫХ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ и другого оборудования пищевой промышленности и производства упаковки.
Спецификации и допуски:
NSF H1, ISO 21469, Kosher, Halal, DIN 51506 VBL (GL 150, 220)/VCL (GL 150), ISO/DP 6743/6 L-CKD, DIN 51517 CLP, David Brown (GL 460 для червячных передач), Lenze, Getriebebau Nord (GL 220, 680), Krones, FMC, FAG, Buehler, Westfalia Food Tec (GL 220), Stork и др.

Shell Cassida Fluid GL 680

Shell Cassida Fluid GLE 150
Shell Cassida Fluid GLE 220 – ***редукторные масла экстра-класса,*** специально разработанные ДЛЯ ЗАКАТОЧНЫХ МАШИН (производство напитков и консервов), а также смазочных систем, в которые возможно попадание воды или соков.
Спецификации и допуски:
ISO 21469, NSF H1, Kosher, Halal, DIN 51517 CLP, одобрено Angelus Sanitary Can Seaming Company, FMC.

Shell Cassida Fluid HF 15
Shell Cassida Fluid HF 32
Shell Cassida Fluid HF 46
Shell Cassida Fluid HF 68
Shell Cassida Fluid HF 100 – ***многоцелевые смазочные материалы экстра-класса,*** разработанные ДЛЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ и производства упаковки. Могут использоваться в гидравлических системах и трансмиссиях, подшипниках скольжения, малонагруженных редукторах и др.
Спецификации и допуски:
ISO 21469, NSF H1, Kosher, Halal, DIN 51524 HLP, DIN 51524 HVLP (кроме HF 15), DIN 51517 CLP (HF 68, HF 100), ISO 6743-4 L-HM (HF 15), L-HV, Krones, David Brown, Buehler Utzwil, FAG, FMC, Ferrum, Westfalia Food Tec, Stork и др.

Shell Cassida Fluid PL – ***смазочный материал*** с прекрасной растекаемостью и проникающей способностью для защиты от коррозии, монтажа-демонтажа оборудования ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (аэрозольная упаковка).
Спецификации и допуски:
ISO 21469, NSF H1, Kosher, Halal, Frigoscandia, SIG Group.

Shell Cassida Fluid RC 220 – ***смазочный материал*** ДЛЯ ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМ РОТАЦИОННЫХ АВТОКЛАВОВ И СТЕРИЛИЗАТОРОВ, смазывающий их движущиеся детали. Снижает трение в парах

«сталь-бронза», не образует отложений, защищает от коррозии и повышает чистоту банок.
Спецификации и допуски:
ISO 21469, NSF H1, Kosher, Halal, DIN 51517 CLP, FMC Rotary Pressure and Atmospheric Sterilizers.

Shell Cassida Fluid VP 100 – ***масло*** ДЛЯ ВАКУУМНЫХ НАСОСОВ (вакуум от 10^{-1} до 10^{-4} кПа), используемых в пищевой и упаковочной промышленности.
Спецификации и допуски:
ISO 21469, NSF H1, Kosher, Halal, DIN 51506 VBL/VCL/VDL, ISO 6743-3A DAG/DAH/DAJ, Busch, Rietschle, Tetra-Pak.

Shell Cassida Fluid WG 680 – ***масло*** ДЛЯ ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ РЕДУКТОРОВ (прежде всего червячных), оборудования пищевой и упаковочной промышленности, и других, требующих надежной защиты от микропиттинга.
Спецификации и допуски:
NSF H1, Kosher, Halal, DIN 51517 CLP, ISO 6743-6 L-CKD, David Brown, Flender, ZAE-AntriebsSysteme GmbH&Co, Bonfiglioli, Lenze.

Shell Cassida Silicone Fluid – ***силиконовая жидкость*** ДЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ: конвейеров, деталей, вращающихся с небольшими скоростями (подшипников малого размера и шарниров), смазывания контактов «металл-неметалл» (аэрозольная упаковка).
Спецификации и допуски:
NSF H1, Kosher, Halal.

Пластичные смазки семейства Shell Cassida

Shell Cassida Grease EPS 00
Shell Cassida Grease EPS 1
Shell Cassida Grease EPS 2 – ***многоцелевые противозадирные смазки*** ДЛЯ СРЕДНЕ- И ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ПОДШИПНИКОВ, редукторов (00), централизованных систем (1). Могут использоваться для защиты от коррозии/ консервации. (Cassida EPS 1 выпускается также в виде автономного лубрикатора – Tactic).
Спецификации и допуски:
ISO 21469, NSF H1, Kosher, Halal,
EPS 00 : DIN 51502 GP HC 00 G-40, ISO 6743-9 L-XEBEB 00,
EPS 1 : DIN 51502 KP HC 1 K-40, ISO 6743-9 L-XDCEB 1,
EPS 2 : DIN 51502 KP HC 2 K-30, ISO 6743-9 L-XCCEB 2.

Shell Cassida Grease HDS 00
Shell Cassida Grease HDS 2 – ***специальные высококачественные водостойкие смазки*** ДЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (закрытых и открытых зубчатых передач и централизованных систем – 00, низко- и среднескоростных подшипников, высоконагруженных узлов, направляющих, тяг и шарниров). Работоспособны от -30 до 120°C.
Спецификации и допуски:
ISO 21469, NSF H1, Kosher, Halal,
HDS 00 : DIN 51502 GP HC 00 G-30, ISO 6743-9 L-XCBEB 00,
HDS 2 : DIN 51502 KP HC 2 K-30, ISO 6743-9 L-XCCEB 2.

Shell Cassida Grease HTS 2 – ***специальная высококачественная высокотемпературная смазка*** ДЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ и производства упаковки (подшипники, централизованные системы, направляющие, шарниры). Работоспособна до 200°C.
Спецификации и допуски:
ISO 21469, NSF H1, Kosher, Halal, DIN 51502 KP HC 2 S-30, ISO 6743-9 L XCGEA-2.

Shell Cassida Grease LTS 1 – ***специальная высококачественная низкотемпературная смазка*** ДЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ и производства упаковки. Работоспособна от -50 до +120°C.
Спецификации и допуски:
NSF H1, ISO 21469, Kosher, Halal, DIN 51502 K HC 1 E-50, ISO 6743-9 L-XEBEA-1.

Shell Cassida Grease RLS 00
Shell Cassida Grease RLS 1
Shell Cassida Grease RLS 2

– ***многоцелевые смазки*** ДЛЯ ЛЕГКОНАГРУЖЕННЫХ УЗЛОВ (подшипников, редукторов, централизованных систем), с хорошей адгезией и водостойкостью.
Спецификации и допуски:
NSF H1, ISO 21469, Kosher, Halal, SVGW,
RLS 00 : DIN 51502 GP HC 00 G-40, ISO 6743-9 L-XEBEA 00,
RLS 1 : DIN 51502 KP HC 1 K-40, ISO 6743-9 L-XDCEA 1,
RLS 2 : DIN 51502 KP HC 2 K-30, ISO 6743-9 L-XCCEA 2.

Shell Cassida Grease VTS 3

– ***специальная силиконовая смазка*** с хорошей стойкостью к горячей воде, пару, дезинфицирующим растворам для смазывания и уплотнения арматуры (манжеты, краны, клапаны, штуцеры и пр.) оборудования в производстве пива и напитков, консервной промышленности. Работоспособна от -40 до +150°C (кратковременно до +250°C).
Спецификации и допуски:
ISO 21469, NSF H1, Kosher, Halal, одобрено WRAS (BC 6920), DIN 51502 KP SI 3 P-40, ISO 6743-9 L-XDEHA 3.

Shell Cassida Grease XTS

– ***высокотемпературная (до +230°C) смазка*** ДЛЯ ПОДШИПНИКОВ И УПЛОТНЕНИЙ ОБОРУДОВАНИЯ, эксплуатируемого в экстремальных или агрессивных (кислоты, щелочи, радиация) условиях.
Спецификации и допуски:
NSF H1, Kosher, Halal, DIN 51502 KP FK 1.5 U-40, ISO 6743-9 L-XDGHB 1.5.

Продукты серии Shell FM

Shell FM Coolant

– ***пропиленгликолевая жидкость (концентрат)*** с антикоррозионными присадками для закрытых систем охлаждения (и размораживания) в производстве продуктов питания и напитков. Диапазон рабочих температур: -45 – +120°C.
Спецификации и допуски:
NSF H1, ISO 21469, Kosher, Halal.

Shell FM Gear Oil 220

– ***высококачественное редукторное масло*** с противоизносными и противозадирными свойствами ДЛЯ ЗАКРЫТЫХ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ ОБОРУДОВАНИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.
Спецификации и допуски:
NSF H1, ISO 21469, Kosher, Halal, DIN 51517 CLP, ISO 6743-6 L-CKC.

Shell FM Heat Transfer Fluid 32

– ***масло-теплоноситель*** ДЛЯ ЗАКРЫТЫХ ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ ОБОГРЕВА и систем, работающих при атмосферном давлении, в диапазоне т-р от -10 до +325°C.
Спецификации и допуски:
NSF HT1, ISO 21469, Kosher, Halal, DIN 51522 Q, ISO 6743-12 QC/QE.

Shell FM Grease HD 2

– ***высококачественная смазка*** ДЛЯ РАБОТАЮЩЕГО ПОД ВЫСОКИМИ НАГРУЗКАМИ И ТРЕБУЮЩЕГО ЧАСТОГО СМАЗЫВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ, выпускающего корма для животных. Работоспособна от -10 до +140°C.
Спецификации и допуски:
NSF H1, ISO 21469, Kosher, Halal, ISO 6743-9 L-XADEB 2, DIN 51502 KP 2 N-10.

Продукты различного назначения

Масло для текстильной промышленности Shell Vexilla

Shell Vexilla G

– ***масло*** ДЛЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, в частности для смазывания игольчатого механизма кругловязальных машин и прочего вязального оборудования, в производстве изделий из шелка, шерсти, хлопка, вискозы и др. Обладает очень хорошими антиокислитель-

ными, антикоррозионными и смачивающими свойствами, хорошо смывается.

Другие продукты

ASTM Oil 1
ASTM Oil 2
ASTM Oil 3 – ***масла*** ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ.
Спецификации и допуски:
ISO 1817.

Shell Calibration Fluid S.9365 (Shell V Oil 1404) – ***смесь дистиллятных компонентов*** с узкими пределами вязкости и плотности ДЛЯ КАЛИБРОВКИ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ.
Спецификации и допуски:
ISO 4113, SAE J967D, CAV 7-10-106, Bosch VS 15665 OL, MB 133.

Shell Cleaning Fluid HT – ***специальная моющая жидкость*** ДЛЯ СИСТЕМ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОБОГРЕВА И ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ. Добавляется в работающие системы в концентрации 3% масс. за 10–14 дней до плановой замены масла.

Shell MWO Additive AO 1803 – ***присадка*** ДЛЯ РАСТВОРЕНИЯ УГЛЕРОДИСТЫХ ОТЛОЖЕНИЙ в системах закалки или высокотемпературного обогрева. Добавляется в работающие системы незадолго до замены масла в концентрации 1–2%.

Shell Form 5
Shell Form 10 – ***масла*** ДЛЯ СМАЗЫВАНИЯ ФОРМ (стальных, деревянных или пластиковых) в производстве железобетонных изделий с хорошими смачивающими и антикоррозионными свойствами.

Shell MR 0102 MAX UPGRAOE 2 – ***минеральное масло*** ДЛЯ АМОРТИЗАТОРОВ легковых автомобилей.
Спецификации и допуски:
Monroe 18.00.01.01.

Shell Release HCA – ***разделительный состав*** на основе смеси минеральных масел и природных сложных эфиров ДЛЯ СИСТЕМ НЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКИ СТАЛИ.

Shell Release HCU

Shell Oil 9156 – ***концентрат эмульгируемого с водой масла*** ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В СИСТЕМАХ ОХЛАЖДЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ различных типов. Эмульсия (1–2%) обладает отличной стабильностью, хорошей смачивающей способностью, антикавитационными и антиокислительными свойствами.
Спецификации и допуски:
MB 311.0, MTU MTL 5047, Caterpillar MaK.

СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА (СОТС)

Приведенный ниже ассортимент не является исчерпывающим. В каждом конкретном случае рекомендуется заполнение специального опросного листа, который может быть основанием для подбора оптимального для данных условий продукта.

Масляные СОТС

СОТС для обработки давлением Shell Fenella

Shell Fenella Oil D 605 – ***СОТС*** ДЛЯ ОПЕРАЦИЙ ШТАМПОВКИ, вытяжки (в том числе глубокой вытяжки), раскатки, кручения и резьбонакатных операций.

Shell Fenella Oil D 803 C – ***СОТС*** ДЛЯ ОПЕРАЦИЙ ШТАМПОВКИ и глубокой вытяжки. Может применяться как присадка к минеральным индустриальным маслам (5–20%) для операций лезвийной обработки, в том числе для токарных автоматов.

Shell Fenella Oil D 3601 – ***высокоэффективный продукт*** ДЛЯ ТЯЖЕЛЫХ ОПЕРАЦИЙ (холодное волочение высокопрочных сталей). Может обесцвечивать цветные металлы.

Shell Fenella Oil VD 201N – ***летучее масло*** ДЛЯ ОПЕРАЦИЙ ВЫРУБКИ электротехнических сталей.

Shell Fenella CSS 200 – ***технологическое масло*** ДЛЯ ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ ЧЕРНЫХ И ЦВЕТНЫХ металлов, в том числе меди, нержавеющей и высокоуглеродистой стали.

СОТС без активной серы (пригодны для обработки меди ее сплавов) Shell Macron

Shell Macron 205M-5 – ***масло*** ДЛЯ ХОНИНГОВАНИЯ, доводки, шлифования всех видов материалов.

Shell Macron 2425 S-14 – ***масло*** ДЛЯ ШЛИФОВАНИЯ инструментальных сталей (в том числе быстрорежущих) и твердых сплавов шлифовальными кругами из электрокорунда, кубического нитрида бора и алмаза.

Shell Macron 401F-32 – ***масло*** ДЛЯ ТОКАРНОЙ И ФРЕЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ, зубо- и резьбонарезания. Может использоваться как гидравлическое или редукторное масло.
Спецификации и допуски: DIN 51524-2 HLP, DIN 51517-3 CLP.

Shell Macron 802.01 S-8 – ***масло*** ДЛЯ ПРИТИРКИ И ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ШЛИФОВАНИЯ стали с помощью дисков из нитрида бора, титанового инструмента.

Shell Macron 2429 S-8 – ***масло*** ДЛЯ ШЛИФОВАНИЯ вольфрамовых твердых сплавов, применимо для обработки цветных металлов.

Shell Macron 2809 S-11 – ***масло*** ДЛЯ ШЛИФОВАЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ при производстве инструмента. Применяется при шлифовании канавок концевого инструмента, используется для шлифования инструментальных сталей и твердых сплавов шлифовальными кругами из кубического нитрида бора и алмаза.

Shell Macron 2442 M-3 – ***масло*** ДЛЯ ХОНИНГОВАНИЯ, доводки, шлифования, суперфиниширования.

СОТС с активной серой Shell Garia

Shell Garia 402F-15 – ***масло*** ДЛЯ ТЯЖЕЛЫХ ОПЕРАЦИЙ ОБРАБОТКИ (сверления, глубокого сверления, выдавливания резьбонарезания) чугуна, слабо и сильно легированных сталей.

Shell Garia 404M-10 – ***масло*** ДЛЯ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ, глубокого сверления, шлифования сталей и чугунов.

Shell Garia 405M-32 – ***масло*** ДЛЯ ТОКАРНОЙ И ФРЕЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ, зубообработки, резьбонарезания сталей и чугунов.

Shell Garia 601M-12
Shell Garia 601M-22 – ***масла*** ДЛЯ ГЛУБОКОГО СВЕРЛЕНИЯ высоколегированных, нержавеющих, кислотоустойчивых, аустенитных сталей. M-12 может использоваться в операциях шлифования и хонингования, M-22 – в операциях протяжки, шабрения.

Shell Garia 603 S-15 – ***масло*** ДЛЯ ВСЕХ ВИДОВ ЛЕЗВИЙНОЙ ОБРАБОТКИ труднообрабатываемых материалов.

Shell Garia SL-201 – ***масло*** ДЛЯ НАПРАВЛЕННОГО РАСПЫЛЕНИЯ В ЗОНУ РЕЗАНИЯ на операциях средней тяжести.

Shell Garia SL-601 – ***масло*** ДЛЯ НАПРАВЛЕННОГО РАСПЫЛЕНИЯ В ЗОНУ РЕЗАНИЯ на тяжелых операциях и при обработке труднообрабатываемых материалов.

Shell Garia 2608 S-12 – ***масло*** ДЛЯ ОБРАБОТКИ ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫХ, нержавеющих, аустенитных, коррозионностойких и жаропрочных сталей, а также сталей, склонных к наростообразованию.

Водоразбавляемые СОТС

Эмульсии на основе минерального масла Shell Dromus

Shell Dromus Oil BX – ***традиционная грубодисперсная эмульсия,*** содержит бактерицидную присадку, может применяться ДЛЯ БОЛЬШИНСТВА ОПЕРАЦИЙ МЕХАНООБРАБОТКИ и всех типов обрабатываемых материалов. Рабочая концентрация 3–15%, в зависимости от вида обработки.

Макроэмульсии семейства Shell Sitala

Shell Sitala B 402 – ***СОТС*** с отличными антикоррозионными свойствами и высокой биостойкостью ДЛЯ ВСЕХ ОПЕРАЦИЙ РЕЗАНИЯ черных металлов. Рабочая концентрация 4–15% в зависимости от операции и жесткости воды. Рассчитано на подачу эмульсии различными методами, в т.ч. через тело инструмента.

Shell Sitala D 201.03 – ***СОТС*** с отличными антикоррозионными свойствами. Удобный в применении ПРОДУКТ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ, рекомендуемый для использования в сочетании с водой широкого диапазона жесткости и любых видов легко- и средненагруженных операций (включая шлифование таких материалов, как чугун, стали и алюминиевые сплавы).

Shell Sitala DF 400 – ***высококачественное СОТС,*** не содержащее формальдегида, ДЛЯ ОБРАБОТКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ (с высоким содержанием кремния), а также для операций общей механообработки сталей. Следует использовать в сочетании с водой высокой и средней жесткости.

Shell Sitala D 3404 – ***высококачественное СОТС,*** специально разработанное ДЛЯ СРЕДНЕ- И ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ ОПЕРАЦИЙ ОБРАБОТКИ различных алюминиевых сплавов. Также подходит для всех типов механообработки стальных сплавов.

Полусинтетические (мелкодисперсные) эмульсии семейства Shell Adrana

Shell Adrana A 2859 – ***СОТС*** ДЛЯ ТЯЖЕЛЫХ ОПЕРАЦИЙ ОБРАБОТКИ таких материалов, как сталь (в том числе нержавеющая), чугун, а также алюминий и другие цветные металлы.

Shell Adrana D 208 – ***СОТС*** с отличными моющими и смачивающими свойствами ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ (чугун, слабо- и среднелегированные стали). Разработано для применения на станках с ЧПУ типа CNC.

Shell Adrana D 407 – ***СОТС*** широкого применения ДЛЯ ЛЕЗВИЙНОЙ И АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ таких материалов, как сталь, алюминий и чугун. Специально рекомендовано для всех видов шлифовальной обработки в подшипниковой промышленности.

Shell Adrana D 2420 – ***универсальное СОТС*** ДЛЯ ОБРАБОТКИ ВСЕХ ВИДОВ МАТЕРИАЛОВ (сталь, чугун, алюминий и другие цветные металлы). Рекомендуется как для централизованных систем, так и для отдельных станков.

Shell Adrana AY 401 – ***СОТС*** ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И СТАЛИ. Не предназначено для шлифования.

Shell Adrana CG 2801 – ***СОТС*** ДЛЯ ТЯЖЕЛЫХ ОПЕРАЦИЙ РЕЗАНИЯ, в т.ч. протягивания при обработке труднообрабатываемых материалов. Может быть использовано для некоторых операций обработки давлением.

Shell Adrana D 2215.04 – ***СОТС*** ДЛЯ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ И ШЛИФОВАНИЕМ ста-

лей и чугунов. Имеет высокие антикоррозионные свойства и биостойкость.

Shell Adrana D 601.01 – ***СОТС*** с высоким содержанием противозадирных присадок ДЛЯ СРЕДНЕ- И ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ ОПЕРАЦИЙ МЕХАНООБРАБОТКИ любых типов сталей.

Синтетические СОТС (без минерального масла)

Shell Metalina

Shell Metalina B 601 – ***синтетическое СОТС*** ДЛЯ ШЛИФОВАНИЯ, ряда операций лезвийной обработки и обработки давлением.

Shell Metalina BY 2211 – ***полностью синтетическое водосмешиваемое СОТС*** ДЛЯ ШЛИФОВАНИЯ твердых сплавов, стали и чугуна.

Shell Metalina D 202 – ***СОТС*** ДЛЯ АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ черных металлов.

Shell Metalina D 2603 – ***полностью синтетическое СОТС*** ДЛЯ ШЛИФОВАНИЯ керамики в производстве подшипников.

Продукты для операций обработки давлением (ковка, волочение, профилирование, штамповка и др.)

Shell Fenella

Shell Fenella Fluid F 403 – ***синтетический водорастворимый разделительный состав,*** не содержащий графита и масла. Обеспечивает превосходное СМАЗЫВАНИЕ ШТАМПОВ В ПРОЦЕССАХ КОВКИ и горячей штамповки.

Shell Fenella Fluid F 601 – ***синтетический водорастворимый разделительный состав,*** не содержащий графита и масла. Обеспечивает превосходное СМАЗЫВАНИЕ ШТАМПОВ В ПРОЦЕССАХ КОВКИ и горячей штамповки стали, в том числе, сложных детелей. Рабочие концентрации 3–15%.

Shell Fenella Fluid F 801 – ***синтетический водорастворимый разделительный состав,*** не содержащий графита и масла. Обеспечивает превосходное СМАЗЫВАНИЕ ШТАМПОВ В ПРОЦЕССАХ КОВКИ и горячей штамповки в автоматических машинах (типа Hatebur).

Shell Fenella Fluid F 3606 G – ***синтетический вододиспергируемый разделительный состав,*** содержащий графит, ДЛЯ ГОРЯЧЕЙ ШТАМПОВКИ/КОВКИ СТАЛИ, а также штамповки меди, алюминия, титана и никеля. Благодаря отличной адгезии даже при высоких температурах обеспечивает превосходное смазывание штампов в тяжелых операциях и на сложных деталях. Рабочие концентрации 3–20%.

Shell Fenella Fluid LB 3202 – ***синтетический водоразбавляемый состав,*** значительно повышающий стойкость инструмента В ОПЕРАЦИЯХ ВЫРУБКИ ДЕТЕЛЕЙ из электротехнических сталей. Рабочие концентрации 3–6%.

Shell Fenella Fluid RA 3407 N – ***синтетический водоразбавляемый разделительный состав*** с хорошей термостабильностью ДЛЯ ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ AL И MG И СПЛАВОВ НА ИХ ОСНОВЕ. Рабочие концентрации от 1:50 до 1:120.

Shell Fenella Fluid WO 2632 N – ***водоразбавляемое СОТС*** ДЛЯ ВОЛОЧЕНИЯ МЕДНОЙ ПРОВОЛОКИ.

Shell Fenella Oil F 405 G – ***смазочный разделительный состав*** на основе дисперсии коллоидного графита в минеральном масле. Применяется ДЛЯ ГОРЯЧЕЙ ШТАМПОВКИ МЕДНЫХ СПЛАВОВ, особенно латуни, а также стали.

Shell Fenella Fluid F 3605 G – ***смазочный разделительный состав,*** содержащий графит, ДЛЯ ГОРЯЧЕЙ/ПОЛУГОРЯЧЕЙ ШТАМПОВКИ СТАЛИ, а также

штамповки медных, алюминиевых, титановых и никелевых сплавов. Рабочие концентрации 3–10%.

Shell Fenella Fluid F 3817 G – ***смазочный разделительный состав*** на основе водорастворимого графита ДЛЯ ГОРЯЧЕЙ И ПОЛУГОРЯЧЕЙ ШТАМПОВКИ СТАЛИ, а также горячей штамповки алюминия, меди, титана и никеля.

Продукты для ухода за СОТС (присадки)

Shell MWO Additive AF 201 – ***пеногаситель*** на основе ацетата кальция для водоразбавляемых СОТС.

Shell MWS Additive AF 2220 – ***антипенная присадка*** для вододиспергируемых (мас-лосодержащих) и водорастворимых (синтетических) СОТС.

Shell Additive SC 207 – ***моющее средство*** для систем подачи водоразбавлямых СОТС. Содержит бактерицид и фунгицид.

Grotanol SR 2 – ***микробиоцидный очиститель*** для циркуляционных систем и промышленных установок. Не содержит воды, имеет превосходные очищающие микробиоцидные свойства, малопенящийся, обладает антикоррозионными свойствами.

Продукты для некоторых операций металлообработки

Жидкости для электроэрозионной обработки Shell Macron

Shell Macron EDM 110 – ***устойчивое к старению масло без присадок*** с низким содержанием ароматических углеводородов и испаряемостью. Используется для операций черновой и окончательной обработки.

Shell Macron EDM 130 – ***вязкое устойчивое к нию масло без приса*** низким содержанием аро ческих углеводородов и ряемостью. Используетс грубой обработки, а хонингования и суперфи рования.

Закалочные масла семейства Shell Volu

Shell Voluta Oil C 202

Shell Voluta Oil C 300

Shell Voluta Oil C 400

– ***масла для холодной за*** углеродистой легирова стали легко-, средне труднозакаливаемой.

Shell Voluta Oil H 200

Shell Voluta Oil H 300

Shell Voluta Oil H 401

– ***масла для горячей за*** на мартенсит нелегирова и легированной стали ле средне- и труднозакливае

Shell Voluta Oil M 401 – ***масло для полугор закалки*** средне- и тру закаливаемой стали.

Shell Voluta Fluid W 300 – ***водоразбавляемая ср*** специально разработанная индукционной закалки.

Shell Callina 2306 – ***углеводородный очисти*** с мягким запахом и водо тесняющими свойствами изделий из черных и цвет металлов, а также полимер окрашенных поверхностей.

Очистители семейства Shell Callina

Shell Callina 2402 – ***мощный углеводород очиститель*** со слабым запа для удаления масляных смазкообразных загрязне в том числе масляных СО Может использоваться любых металлических дета из различных сплавов (в числе сталь, алюминий, мед др.).

Shell Callina CS 201 – ***щелочной очиститель*** со средним значением pH для очистки распылением и в туннельных машинах. Хорошо удаляет легкие типы загрязнений (эмульсии, маловязкие масла, металлическую пыль и стружки). Обычно используется в виде 3%-го раствора при т-ре 50–60°C (Al-сплавы – кратковременно и при комнатной температуре).

Shell Callina HU 601 – ***мощный водоразбавляемый щелочной очиститель*** черных металлов для удаления сильных загрязнений, содержащих ржавчину, остатки углеводородов и все виды масел и смазок. Обычно используется при 50–60°C в виде 1–6%-го (распыление) или 2–10%-го (ультразвук) раствора.

Смазки для горячей прокатки алюминия семейства Shell Fenella ARH

Shell Fenella ARH 32 – ***эмульгируемый смазочный материал*** для горячей прокатки алюминия на основе минерального масла с пакетом специальных присадок. Продукт предназначен для чистовой и черновой прокатки широкого спектра алюминиевых сплавов на одноклетевых станах.

АВИАЦИОННЫЕ МАСЛА, СМАЗКИ И ЖИДКОСТИ (ПРОДУКТЫ AEROSHELL)

Дополнительная информация и описания продуктов серии Aeroshell могут быть получены в техническом отделе ***techinfo@shell.com*** *и на сайте* ***http://www.shell.com/home/content/aviation/news_and_library/publications/aeroshell_book/***

Масла для поршневых двигателей

AeroShell Oil W 15W-50 – ***полусинтетическое масло*** с пакетом беззольных присадок для 4-тактных авиационных двигателей различных конструкций. Обеспечивает чистоту и наилучшую защиту мотора от изнашивания и коррозии, снижает расход топлива.
Спецификации и допуски: SAE J-1899 (всесезонное), 301F, MHS-24A, OMD-162.

AeroShell Oil W 80
AeroShell Oil W100 – ***рабочие минеральные масло*** с беззольными диспергирующими присадками для 4-тактных авиационных двигателей, включая турбонаддувные и с впрыском топлива.
Спецификации и допуски: SAE J-1899 (сорта SAE 40, 50), AIR 3570.
Российский аналог: МС-14 (SAE W80), МС-20 (SAE W100).

AeroShell Oil 100 – ***рабочее минеральное масло,*** не содержит присадок, за исключением небольшого количества депрессоров и антиокислительных присадок.
Спецификации и допуски: SAE J-1966, AIR 3560/D, OM-270.
Российский аналог: МС-20.

AeroShell Fluid 2F – ***минеральное рабоче-консервационное масло*** для ПАД. Может применяться в поршневых двигателях в качестве консервационного масла, а также вместо обычного моторного. Беззольный антикоррозионный пакет присадок и высокоочищенное минеральное масло защищают двигатель, минимизируя действие влаги и нейтрализуя продукты окисления моторного масла и побочные продукты сгорания.
Спецификации и допуски: MIL-C-6529D тип II, AIR 1503/B тип B, C-609.

Масла для турбинных двигателей

AeroShell Turbine Oil 308
AeroShell Turbine Oil 390 – ***синтетические масла*** на основе диэфиров с присадками для реактивных двигателей различных конструкций и вспомогательных силовых установок.
Спецификации и допуски: DEF STAN 91-94.

Российский аналог: ИПМ-106, ВНИИНП 50-1-4ф, 36/1-КУА.

AeroShell Turbine Oil 500 – ***синтетическое масло*** на основе сложных эфиров с присадками для двигателей различных конструкций, используемых в военной и гражданской авиации, а также в наземных и судовых силовых установках и газотурбинных двигателях.
Спецификации и допуски: MIL-PRF-23699F grade STD, DEF STAN 91-101 (grade OX-27), эквивалент DCSEA 299/A, NATO Code O-156, Joint Service Designation OX-27, Pratt& Whitney 521C Type II, GE D-50 TF 1, Allison EMS-53, Honeywell, Allison (Rolls-Royce), BMW-Rolls Royce, CFM International, GE, IAE, Motorlet и др.

AeroShell Turbine Oil 555 – ***синтетическое масло*** на основе блокированных эфиров с присадками для двигателей и вертолетных трансмиссий различных конструкций, а также в наземных и судовых силовых установках и газотурбинных двигателях.
Спецификации и допуски: DOD-L-85734, DEF STAN 91-100, эквивалент DCSEA 299/A, NATO Code O-160, Joint Service Designation OX-26, Pratt&Whitney 521C Type II, GE D-50 TF 1, Allison EMS-53, Honeywell GTCP 30/36/85/331/660/700, General Electric CT58/CT64/CF700/CJ610, Pratt& Whitney JT3/JT4/JT8/JY9/JY12/PW4000, Rolls-Royce, Turbomeca, IAE, Eurocopter Puma, Agusta, Bell Helicopter Textron, Boeing Vertol, McDonnell Douglas, MBB, Sikorsky, Westland, Motorlet и др.

AeroShell Turbine Oil 560 – ***синтетическое масло*** третьего поколения с высокой термоокислительной стабильностью на основе блокированных эфиров с присадками для современных высокомощных двигателей, работающих с высокой степенью сжатия.
Спецификации и допуски: MIL-PRF-23699F grade HTS, эквивалент DEF STAN 91-101, эквивалент DCSEA 299/A, NATO Code O-154, Joint Service Designation эквивалент OX-27, Pratt& Whitney 521 C type II, GE D-50 TF 1, Allison EMS-53, Honeywell, Allison (Rolls-Royce), CFM International, CFE и др.
Российский аналог: ВНИИНП 50-1-4ф и 50-1-4у, Б-3В, Л3-240, 36/1-КУА.

AeroShell Turbine Oil 750 – ***синтетическое масло*** для газовых турбин (производство Великобритания), в том числе для турбовинтовых двигателей (редукторов воздушного винта), требующих масел с хорошей несущей способностью.
Спецификации и допуски: одобрено DEF STAN 91-98 (вместо DERD 2487), эквивалент AIR 3517, O-149 (эквивалент O-159), OX-38, Honeywell, Pratt&Whitney Canada, Rolls-Royce, Sikorsky, Soloviev, Turbomeca.
Российский аналог: МН-7,5у (ТУ 38.101 1722–85).

AeroShell Turbine Oil 2 – ***минеральное турбинное масло,*** приготовленное с добавлением депрессорных и антиокислительных присадок. Широко применяется для консервации топливных систем и их компонентов во время хранения.
Спецификации и допуски: одобрено MIL-PRF-6081D 1010, AIR 3516/A, O-133.
Российский аналог: МК-8.

AeroShell Turbine Oil 3 – ***минеральное турбинное масло,*** приготовленное с добавлением противокоррозионных присадок. Широко применяется для консервации топливных систем и их компонентов во время хранения.
Спецификации и допуски: одобрено DEF STAN 91-99, AIR 3515/B, O-135, OM-11.
Российский аналог: МК-8.

Гидравлические жидкости

AeroShell Fluid 3 – ***авиационное минеральное масло*** общего назначения для деталей и механизмов, требующих маловязкое масло с хорошими низкотемпературными характеристиками и низкой температурой застывания. Содержит ингибиторы окисления и коррозии. Рекомендуется в качестве легкого масла для общей смазки частей и деталей самолета.
Спецификации и допуски:
DEF STAN 91-47, MIL-PRF-7870C, O-142, OM-12.

AeroShell Fluid 5M-A – ***высокоочищенное авиационное минеральное масло*** средней вязкости с содержанием противоизносной присадки, имеет хорошие противоизносные и антикоррозионные свойства. Рекомендуется для смазки высоконагруженных зубчатых передач редукторов.
Спецификации и допуски:
DEF STAN 91-112 класс M, MIL-PRF-6086E средний класс, O-155, эквивалент DCSEA 255/A, эквивалент OEP-70.

AeroShell Fluid 12 – ***низколетучее синтетическое эфирное масло,*** применяемое для агрегатов, узлов и общей смазки самолета. Содержит в своем составе ингибиторы коррозии и окисления. Обладает хорошими вязкостными свойствами при высоких и низких температурах. Не должно применяться в контакте с материалами типа неопренового или натурального каучука.
Спецификации и допуски:
допущено DEF STAN 91-49, допущено MIL-PRF-6085D, AIR 3511/A, O-147, эквивалент OX-14.

AeroShell Fluid 31 – ***авиационная гидравлическая жидкость*** на основе синтетического углеводородного масла повышенной пожаробезопасности. Имеет в своем составе высокотехнологичные антиокислительные, антикоррозионные, противоиносные и антипенные присадки.
Спецификации и допуски:
допущено MIL-PRF-83282D, эквивалент DCSEAS 437/A, H-537, OX-19.

AeroShell Fluid 41 – ***рабочая «сверхчистая» жидкость*** на основе минерального масла с композицией присадок различного назначения для гидравлических систем современных самолетов.
Спецификации и допуски:
MIL-PRF-5606H, DEF STAN 91-48*, DCSEA 415/A, NATO Code H-515* (эквивалент H-520), Joint Service Designation OM-15* (эквивалент OM-18).* – Superclean grades.
Российский аналог: АМГ-10.

AeroShell LGF AeroShell SSF – ***гидравлические жидкости*** для стоек (SSF) и шасси (LGF). Представляют собой продукты AeroShell Fluid 71 и AeroShell Fluid 41 с дополнительными присадками, улучшающими смазочную способность и противозадирные свойства.
Спецификации и допуски:
Boeing BMS 3-32A (SSF–type 1, LGF–type II), McDonnell Douglas (DPM-6177, DC-8, DC-9, DC-10, MD-80, MD-11), Airbus CML Code 02-004A (SSF), Lockheed L1011 Tristar.

Пластичные смазки и компаунды

AeroShell Grease 5 – ***высокотемпературная смазка*** с хорошей несущей способностью и водостойкостью. Рекомендуется для подшипников колес и др. агрегатов самолетов и двигателей (магнето, генератор, стартер), которые работают при высоких скоростях и относительно высоких температурах.
Спецификации и допуски:
MIL-G-3545C, DTD.878A, эквивалент DCSEA 359/A, NATO Code G-359, Joint Service Designation XG-277.

AeroShell Grease 6 – ***многоцелевая авиационная смазка*** для подшипников качения и скольжения, редукторов.
Спецификации и допуски:
MIL-PRF-24139A, DEF STAN

91-12, эквивалент DCSEA 382/A, NATO Code G-382, Joint Service Designation XG-271.

AeroShell Grease 7 – ***многоцелевая синтетическая авиационная смазка*** на основе диэфиров с отличной водостойкостью. Рекомендуется для высоконагруженных зубчатых передач, винтовых исполнительных механизмов, а также инструмента.
Спецификации и допуски:
MIL-PRF-23827C (type II), эквивалент DCSEA 354/A, NATO Code G-354.

AeroShell Grease 14 – ***ведущая вертолетная многоцелевая смазка,*** содержащая минеральное масло, загущенное кальциевым мылом и обладающая высокими антифреттинговыми и водоотталкивающими антикоррозионными свойствами. Содержит антиокислительные и антикоррозионные присадки. Одобрена всеми производителями вертолетов.
Спецификации и допуски:
MIL-G-25013E, DEF STAN 91-55, NATO Code G-372, Joint Service Designation XG-300.
Российский аналог:
ВНИИНП-235.

AeroShell Grease 15 – ***силиконовая смазка*** с ингибиторами коррозии и окисления для легконагруженных подшипников качения, работающих в широком диапазоне температур, особенно при высоких температурах (системы управления турбин).
Спецификации и допуски:
MIL-G-25537C, DEF STAN 91-51, NATO Code G-366, Joint Service Designation XG-284.
Российский аналог:
ВНИИНП-235.

AeroShell Grease 22 – ***водостойкая многоцелевая синтетическая углеводородная смазка*** с присадками. Рекомендуется для высоконагруженных подшипников и узлов с высокой частотой вращения (подшипники шасси, агрегаты двигателя, системы управления, приводы, сервомеханизмы и электромоторы, подшипники роторов вертолетов и др.).

Спецификации и допуски:
MIL-PRF-81322F (NLGI Grade 2), DOD-G-24508A, DEF STAN 91-52, DCSEA 395/A, NATO Code G-395, Joint Service Designation XG-293.
Российский аналог:
ЦИАТИМ-201, 203, ВНИИНП-207, Эра (ВНИИНП-286М), СТ (НК-50).

AeroShell Grease 33MS – ***синтетическая (смесь углеводородов и эфира) многоцелевая водостойкая смазка*** с присадками и дисульфидом молибдена (5%). Используется для высоконагруженных агрегатов (оси вращения/шкворни шасси) и антифрикционных подшипников.
Спецификации и допуски:
MIL-G-21164D, DEF STAN 91-57, эквивалент DCSEA 353/A, NATO Code G-353, Joint Service Designation XG-276.

AeroShell Grease 33 – ***синтетическая (смесь углеводородов и эфира) многоцелевая смазка*** с ингибиторами коррозии и окисления для различных узлов и агрегатов.
Спецификации и допуски:
MIL-PRF-23827C (type I), NATO Code G-354, Boeing BMS 3-33A.

AeroShell Grease S.4768 – ***противозадирная смазка*** на литиевой основе с добавлением 50% дисульфида молибдена для смазывания шлицевых и ходовых резьбовых соединений.
Спецификации и допуски:
допуск DEF STAN 80-81, код HATO S-722, Joint Service Designation ZX-38.
Российский аналог:
ГОСТ 14068-79 ВНИИ НП-232.

AeroShell Grease S.7108 – ***масло- и бензостойкая синтетическая смазка*** для масляной и топливной систем (органы управления карбюратором, конические поверхности клапанов), а также контактирующих с каучуком металлических поверхностей.
Спецификации и допуски:
SAE-AMS-G-6032, эквивалент DEF STAN 91-6, эквивалент DCSEA 363/A, NATO Code G-363, Joint Service Designation эквивалент XG-235.
Российский аналог:
ГОСТ 7171-78, класс БУ.

КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ «76» ПРОВЕРЕНО СТОЛЕТИЯМИ!

История американской нефтяной компании, носящей в наши дни логотип **76**, началась с 1890 года. Тогда она называлась Union Oil Company. Затем, объединившись с другими компаниями, образовалась корпорация Union Oil of California (UNOCAL) – Союз Нефтяников Калифорнии. Эта корпорация являлась одной из самых крупных независимых энергетических компаний в мире. Ее основные направления деятельности заключались в разведке и добыче нефти и газа, переработке, продаже и транспортировке продукции из добытого сырья.

В 1932 году ученые корпорации UNOCAL смогли получить первые образцы бензина с октановым числом 76. Это стало наивысшим достижением в нефтепереработке для всего мира -промышленное производство высокооктанового бензина. Марка бензина 76 совпала с годом провозглашения независимости США, что послужило хорошим знаком для корпорации UNOCAL зарегистрировать логотип **76** как торговую марку.

Все автомобилисты давно знакомы с бензином 76, но не многие знали о его происхождении. Сегодня компания производит бензины с октановым числом 121. Широкий спектр выпускаемой продукции под брендом 76 завоевал признание не только у автомобилистов, но и у чемпионов автогонок NASCAR. Качество продукции 76 продолжает победные традиции как в установлении рекорда скорости на тяжелых грузовиках на масле Guardol QLT, так и в изобретении и продвижении новых технологий нефтяной индустрии.

В 2000 году компания 76 Lubricants купила компанию Kendall. Эта компания являлась производителем масел в основном для автомобилей. Такой тандем дал дополнительное увеличение объемов продаж смазочных материалов для 76 Lubricants.

В 2001 году произошло еще одно объединение компаний – корпорация TOSCO, владеющая компанией 76 Lubricants объединилась с нефтяной компанией Phillips, вырабатывавшей масла для авиации, морского флота и крупных производителей автомобилей, таких как FORD, GENERAL MOTORS, а также для тяжелой техники JOHN DEER, CASE и др. С этого момента 76 Lubricants начала выпускать масла уже под тремя торговыми марками **76, Kendall, Phillips 66.**

В 2002 году корпорация Phillips объединилась с корпорацией CONOCO. К смазочным материалам брэндов 76, Kendall, Phillips 66 добавились продукты еще одного брэнда – **Conoco.** Компания Conoco специализировалась на производстве смазочных материалов для горнодобывающей и других видов промышленности.

Так образовалась новая компания CONOCOPHILLIPS, которая выпускает смазочные материалы, топлива, технические жидкости и другую сопутствующую продукцию под четырьмя брэндами – **76, Kendall, Phillips 66, Conoco.**

Корпорация CONOCOPHILLIPS по обороту является шестой в мире и третьей в США. Владеет 19 000 заправочными станциями по всему миру. Является самым крупным переработчиком нефти в США. В корпорации работает около 60 000 человек. Компания осуществляет добычу газа и нефти на Аляске, в Канаде, Северном море, Венесуэле, Китае, Индонезии, во Вьетнаме, на Ближнем Востоке, в России, на Каспийском море. Компания имеет 19 нефтеперерабатывающих заводов в США, а также в заводы Англии, Ирландии, Германии, Чехии, и Малайзии. Общий объем переработки 26 миллионов баррелей в день.

Компания «ЛУКОЙЛ» совместно с корпорацией CONOCOPHILLIPS ведет разработку и добычу сырой нефти в России. С 2004 года CONOCOPHILLIPS является владельцем части акций компании LUKOIL, что позволяет теперь им вырабатывать общее направление в развитии нефтяного бизнеса.

Официальный дистрибьютор смазочных материалов «76»:
тел. (495) 571-82-11
факс (495) 572-50-13
тел. 8-926-235-27-93
e-mail: RUS76Lubricants@yandex.ru
e-mail: unionoil@email.ru
www: conocophillips.com

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ МАСЛА

76 Arctic Low Pour Hydraulic Oil

ISO 15

- ***минеральное арктическое масло*** ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ с высокими рабочими давлениями дорожно-строительной техники, бульдозеров, самосвалов, грузовиков с подъемной платформой, работающих при низких температурах окружающего воздуха. Масло высококачественное высокоиндексное, содержит противоизносные присадки.

76 UNAX AW-WR

ISO 22
ISO 32
ISO 46
ISO 68

- ***минеральные масла*** ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ промышленного, мобильного и морского оборудования, работающего в холодных климатических зонах, для механического оборудования и прессов, строительной техники, гидравлических подъемников, лифтов и т.д. (John Barnes, Bellows-Valvair, Cincinnati Machine, Denison, Dynex, Hydreco, Oilgear, Racine, Sundstrand, Vickers и др.). Масла высококачественные, содержат противоизносные присадки.

76 UNAX AW

ISO 22
ISO 32
ISO 46
ISO 68
ISO 100
ISO 150
ISO 220
ISO 320

- ***минеральные масла*** ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ промышленного, транспортного и морского оборудования с высокими рабочими давлениями, для гидравлических управляющих систем обрабатывающего оборудования и прессов, строительной техники, подъемников, лифтов и т.д. Масла высококачественные, содержат противоизносные присадки.

ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ МАСЛА

76 FR Fluid Glycol

- ***водогликолевая жидкость огнестойкая*** ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ, работающих в условиях высокого давления и в зонах повышенной пожароопасности: машины для загрузки руды и металлолома в печи, сварочные аппараты, литейное производство, оборудование для горнов и печей, оборудование, где применяется открытый огонь.

* * * * *

76 Extra Duty Gear Lube

ISO 68
ISO 100
ISO 150
ISO 220
ISO 320
ISO 460
ISO 680
ISO 1500

- ***минеральные масла*** ДЛЯ ТЯЖЕЛО НАГРУЖЕННЫХ УЗЛОВ: редукторы, работающие при максимальных нагрузках, подшипники скольжения и качения, эксплуатируемые при высоких нагрузках; ведущие передачи и шестерни, устанавливаемые в металлопрокатном, цементном, горном, бумагоделательном оборудовании и др. Содержат пакет присадок (без свинца). Применять при температуре эксплуатации не более 107°C.

Не рекомендуется применять в гипоидных передачах, требующих масел API GL-5.

* * * * *

76 CP Oil

ISO 22
ISO 32

- ***минеральные масла*** СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ: механические хлопкоуборочные машины, оснащенные капельными или струйными системами смазывания; лубрикаторы воздухопроводов с высоким содержанием влаги в сжатом воздухе; роликовые подшипники или подшипников скольжения, пневматический инструмент и другое оборудование с воздушным приводом.

* * * * *

76 Circulating Oil 2450

ISO 46

- ***минеральное масло*** ЦИРКУЛЯЦИОННОЕ для роликовых подшипников в оборудовании для проката черного и цветного металла, для циркуляционных систем, в которых присутствуют условия насыщения водой, и требуется циркуляционное масло стандартов ARMCO и U.S. Steel 135 Mill. Содержит присадки.

76 PM Oil

ISO 150
ISO 220

- ***минеральное масло*** ЦИРКУЛЯЦИОННОЕ ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНЫХ МАШИН: для циркуляционных систем сушильных секций бумажных машин и лощильных

стеллажей, для циркуляционных систем, где присутствует контаминация влагой и высокие температуры, для редукторов и моторов с червячной головкой, вакуумных и водяных насосов.

МНОГОЦЕЛЕВЫЕ МОТОРНЫЕ МАСЛА

76 Synthetic HD Arctic Motor Oil

SAE 0W-30

- ***синтетическое всесезонное масло*** для дизелей и бензиновых двигателей транспортных средств, работающих в арктических условиях, для автотракторной техники, гидравлических систем, работающих при экстремально низких температурах окружающей среды, для автоматических и механических трансмиссий, работающих в холодном климате, в т.ч. которые по спецификациям требуют применения жидкостей типа Allison C-4.

76 Guardol QLT Monogrades

SAE 30
SAE 40
SAE 50

- ***минеральные сезонные масла*** для тяжело нагруженных дизельных большегрузных тягачей, а также для дизелей и бензиновых двигателей грузовых автомобилей средней и малой грузоподъемности, легковых автомобилей и сельскохозяйственных машин, для дизелей наземного, водного транспорта, а также для двигателей стационарного оборудования (кроме тех, где применяются серебросодержащие подшипники), работающего в тяжелейших условиях или использующих высокосернистое дизельное топливо, несоответствующее нормам EPA, для двигателей и гидравлических систем тяжелой дорожно-строительной и карьерной техники, для трансмиссий общего и военного назначения и промышленных редукторов, где предписано применение жидкостей типа Allison C-4 (**SAE 30**).

76 Guardol QLT Multigrades

SAE 10W-30
SAE 15W-40

- ***минеральные всесезонные масла*** для тяжело нагруженных дизелей большегрузных тягачей, а также для дизелей и бензиновых двигателей грузовых автомобилей средней и малой грузоподъемности, легковых автомобилей и сельскохозяйственной техники. Используются для дизелей наземного, водного транспорта, стационарного оборудования (кроме тех, где применяются серебросодержащие подшипники или используются высокосернистые остаточные топлива), для двигателей, трансмиссий и гидравлических систем тяжелой дорожно-строительной и карьерной техники. Имеет допуски применения с любыми видами турбин.

T5X Heavy Duty Monogrades

SAE 10W
SAE 20W-20
SAE 30
SAE 40
SAE 50

- ***минеральные сезонные масла*** ДЛЯ ДИЗЕЛЕЙ грузовых автомобилей, скоростных рейсовых автобусов, сельскохозяйственной техники и быстроходных судов. Масла высококачественные. Масла **SAE 30, SAE 40** и **SAE 50** особенно рекомендованы для использования в двухтактных двигателях Detroit Diesel, маршрутных больших автобусах и судах, использующих топливо с низким содержанием серы. Масла **SAE 10W** и **SAE 20W-20** используются в гидравлических системах и гидростатических трансмиссиях тракторов Caterpillar или любой внедорожной технике.

Не рекомендованы для использования в двигателях.

76 T5X Heavy Duty Multigrades

SAE 15W-40

- ***минеральное всесезонное масло*** для дизелей и бензиновых двигателей грузовых и легковых автомобилей, а также сельскохозяйственных машин. Используется для двигателей, трансмиссий и гидравлических систем карьерных грузовиков, используемых в строительстве и горнодобывающей промышленности, для автоматических и механических трансмиссий, отвечающих требованиям Allison C-4.

МОТОРНЫЕ МАСЛА

76 Super Synthetic Blend Motor Oil

SAE 5W-20
SAE 5W-30
SAE 10W-30

- ***частично синтетические масла*** ДЛЯ БЕНЗИНОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ легковых автомобилей, фургонов, спортивных и сервисных транспортных средств и грузовиков малой грузоподъемности для всех режимов эксплуатации. Масла энергосберегающие, превосходят гарантийные требования для новых автомобилей, определенные стандартом ILSAC GF-4.

76 High Performance Motor Oil

SAE 10W-30
SAE 10W-40
SAE 20W-50

- ***минеральные всесезонные масла*** ДЛЯ БЕНЗИНОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ (в том числе с турбонаддувом) легковых автомобилей, универсалов и небольших грузовиков, а также для спортивных автомобилей с высокими эксплуатационными характеристиками. Энергосберегающее масло **SAE 10W-30** применяют также для двигателей автомобилей, не прошедших гарантийный срок эксплуатации.

76 Super Motor Oil

SAE 5W-30
SAE 10W-30
SAE 10W-40
SAE 20W-50
SAE 30
SAE 40

- ***минеральные масла*** ДЛЯ БЕНЗИНОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ (в том числе с турбонаддувом) легковых автомобилей и небольших грузовиков, работающих в режимах «stop & go», «door-to-door» при любых условиях эксплуатации. Высококачественные энергосберегающие масла **SAE 5W-30** и **SAE 10W-30** применяют также для двигателей гарантийных автомобилей.

* * * * *

76 Triton 7010 GEO

SAE 40

- ***минеральное масло*** ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ, РАБОТАЮЩИХ НА ГАЗЕ: 4-тактные газовые и двухтопливные двигатели (MITSUBISHI, SCANIA, PERKINS), использующие в качестве топлива высокосернистый газ или газ из органических отходов; газовые двигатели в очистных сооружениях, использующие дигерированный (переработанный из органических веществ или компостный) газ, для двигателей сельскохозяйственных машин, использующих газ, получаемый из животных отходов.

* * * * *

76 2T Motorcycle Oil

- ***минеральное малозольное масло*** ДЛЯ ДВУХТАКТНЫХ БЕНЗИНОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ мотоциклов, скутеров и мопедов (Honda, Kawasaki, Yamaha и др.). Используется также для газонокосилок, резаков для сорняков и веток, воздуходувок для опавшей листвы и других двухтактных двигателей, требующих малозольные масла.

76 Unimix 2-Cycle Oil

- ***минеральное беззольное масло*** ДЛЯ ДВУХТАКТНЫХ БЕНЗИНОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ снегоходов, мотоциклов, лодок, бензопил, газонокосилок и других двухтактных двигателей, требующих масла качества TC-W3, TC-WII, TC-W. Используется также для мощных двухтактных навесных морских двигателей водяного охлаждения, для маломощных навесных лодочных двигателей водяного и воздушного охлаждения, для мощных двигателей снегоходов с воздушным охлаждением, для небольших низкооборотных двигателей бензопил. Применяется, как в двигателях с впрыском масла, так и в двигателях, в которых масло предварительно смешивается с топливом.

* * * * *

76 Royal Triton QLT Motor Oil

SAE 15W-40

- ***частично синтетическое всесезонное масло*** ДЛЯ ДИЗЕЛЕЙ (высокофорсированных, с турбонаддувом) американского, европейского и японского производства. Предназначено для дизелей тяжелой техники (строительной, землеройной, горной и др.), требующих масел с увеличенным интервалом между сроками по замене масел, для дизелей мобильного, морского и стационарного оборудования, работающих в экс-

тремальных условиях. Масло обладает отличной прокачиваемостью при низких температурах и уникальными защитными свойствами при использовании низкокачественного или с высоким содержанием серы дизельного топлива.

* * * * *

76 Super RR-40 CLF-17E Engine Oil

SAE 40

76 Ramar 2017-0 Multigrade Engine Oil

SAE 20W-40

- ***минеральные масла*** ДЛЯ ДИЗЕЛЕЙ (2-тактных и 4-тактных) локомотивов, для морских и стационарных дизелей, для среднескоростных дизелей, выпускаемых General Electric (GE) и отделением Electro-Motive Division (EMD) компании General Motors, для дизелей железнодорожного типа компаний ALCO, Baldwin и Cleveland.

* * * * *

76 Pure Synthetic Motor Oil

SAE 5W-40

- ***синтетическое всесезонное масло*** УНИВЕРСАЛЬНОЕ для бензиновых двигателей и дизелей легковых и спортивных автомобилей, микроавтобусов, грузовиков малой грузоподъемности, работающих при больших нагрузках и в условиях критических температур. Имеет допуски применения с любыми видами турбин.

76 High Performance Full Synthetic Motor Oil

SAE10W-30
SAE 20W-50

- ***синтетическое всесезонное масло*** УНИВЕРСАЛЬНОЕ для бензиновых двигателей и дизелей легковых и спортивных автомобилей, микроавтобусов, грузовиков малой грузоподъемности, работающих, как в тяжёлых экстремальных и высокотемпературных условиях, так и в нормальном повседневном режиме. Имеет допуски применения с любыми видами турбин.

ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ

76 Megaplex XD Grease

NLGI 1
NLGI 2

- ***мыльные литиевые смазки*** АНТИФРИКЦИОННЫЕ АВТОМОБИЛЬНЫЕ для смазывания сёдел тягачей полуприцепов, тяжело нагруженных колесных подшипников (ШРУС) автомобилей. Применяются также в горнодобывающем, деревообрабатывающем, промышленном и сельскохозяйственном оборудовании. Содержат дисульфид молибдена.

* * * * *

76 Multiplex Red Grease

NLGI 1
NLGI 2

- ***мыльные литиевые смазки*** АНТИФРИКЦИОННЫЕ МНОГОЦЕЛЕВЫЕ для смазывания роликовых подшипников и подшипников скольжения, работающих в условиях высоких температур, нагрузок и влажности, редукторов и различных пар трения промышленного оборудования. Служат для смазывания шасси, колесных подшипников, водяных насосов автомобильной и другой транспортной техники.

76 Triton XD5 Grease

NLGI 0
NLGI 1

- ***мыльные синтетические смазки*** АНТИФРИКЦИОННЫЕ МНОГОЦЕЛЕВЫЕ высококачественные для экстремальных нагрузок и температур. Предназначены для смазывания деталей шасси и подшипников колес, универсальных и шаровых соединений в мобильном оборудовании, для шариковых и роликовых подшипников, работающих в неблагоприятных условиях воздействия влаги и высоких температур, для высокоскоростных подшипников, требующих не отвердевающей пластичной смазки. Используются для горнодобывающих и скребковых экскаваторов, погрузчиков, тракторов, карьерных грузовиков, конвейеров и другого оборудования, которое эксплуатируется при температурах от средних до очень холодных. Рекомендованы для промышленной сферы применения с высокими температурами и нагрузками, а также пыльной атмосферой (щековые дробилки, цапфовые опоры, строительное, горнодобывающее и карьерное оборудование).

76 Unoba EP Grease

NLGI 00
NLGI 0
NLGI 1
NLGI 2
NLGI 3

- ***мыльные литиевые смазки*** АНТИФРИКЦИОННЫЕ МНОГОЦЕЛЕВЫЕ для смазывания подшипников качения электродвигателей, компрессоров, вентиляторов, центробежных насосов и другого промышленного и горнодобывающего оборудования, работающего в условиях высоких нагрузок, температур и запылённости воздуха, для смазывания узлов шасси, подшипников колес и водяных насосов автомобилей. Рекомендованы для закрытых промышленных передач и подшипников скольжения и качения с высокими пиковыми или ударными нагрузками, а также для ведущих передач и шестерен, устанавливающихся в металлопрокатном, цементном, бумагоделательном и горном оборудовании.

СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА (СОТС)

76 Koolkut II HD

- ***масляное СОТС*** для тяжелой обработки черных и цветных металлов, коррозионно-стойкой стали и других сплавов, включая фрезерование, штамповку, сверление, перфорацию, нарезку резьбы. Содержит хлор.

76 Koolkut II S-7

- ***масляное СОТС*** для средней тяжести обработки черных и цветных металлов, коррозионно-стойкой стали и других сплавов, включая фрезерование, штамповку, сверление, перфорацию, нарезку резьбы. Не содержит хлор.

ТРАНСМИССИОННЫЕ МАСЛА

76 VersaTrans™ Synthetic Blend ATF

- ***частично синтетическая жидкость*** ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ для заливки во все американские и импортные транспортные средства, где определена жидкость DEXRON®-III, MERCON®V или MERCON®. Эта жидкость также отвечает требованиям, где необходимы Allison C-4, Type T-IV, Caterpillar TO-2, трансмиссии Voith DIWA и ZF Ecomat. Может использоваться в индустриальных и передвижных гидравлических системах, работающих в широком температурном диапазоне.

76 MERCON V ATF

- ***минеральная жидкость*** ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ автомобилей, требующих применение жидкостей Ford MERCON V, MERCON и GM DEXRON-III и более ранних спецификаций DEXRON. Рекомендовано также для гидравлических систем мобильной техники, работающих при низких температурах и в тяжелых условиях.

76 Super ATF

- ***минеральное масло*** ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ автомобилей, требующих применение жидкостей GM DEXRON-III, DEXRON-II, DEXRON и Ford MERCON. Может использоваться как гидравлическая жидкость в мобильных или промышленных системах, работающих в широком диапазоне температур.

* * * * *

76 MP Gear Lube

SAE 75W-90
SAE 80W-90
SAE 85W-140

- ***минеральные масла*** ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ грузовиков, автобусов и тяжелой техники, в которых производители требуют применения масел класса API GL-5, MT-1, любых легковых и грузовых автомобилей, а также для высоконагруженных промышленных редукторов. Масла высококачественные.

76 Hydraulic/Tractor Fluid

- ***минеральная жидкость*** ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ, РЕДУКТОРОВ И ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ всех основных марок тракторов и другой сельскохозяйственной техники с единым резервуаром для жидкости.

76 HT/4 Fluid

SAE10W
SAE 30
SAE 40
SAE 60

- ***минеральные масла*** ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ, ВЕДУЩИХ ПЕРЕДАЧ, СЦЕПЛЕНИЙ И ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ Caterpillar и другой строительной и горнодобывающей техники, для гидравлических систем с высокими рабочими давлениями, для строительного оборудования, работающего при высоких температурах и нагрузках. Масла высококачественные.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ МАСЛА

76 Refrigeration Oil

ISO 32
ISO 68

- ***минеральные масла*** КОМПРЕССОРНЫЕ для аммиачных рефрижераторных компрессоров: Frick, York, Sullair и Copeland. Используются в поршневых, центробежных и роторных рефрижераторных компрессорах аммиачных систем охлаждения.

* * * * *

76 Turbine Oil

ISO 22
ISO 32
ISO 46
ISO 68
ISO 100
ISO 150
ISO 220

- ***минеральные масла*** ТУРБИННЫЕ для паровых и гидроэлектрических турбин, центробежных воздушных компрессоров, вакуумных насосов, глубоководных насосов. Для легко нагруженных промышленных редукторов, которые не требуют смазок, работающих при экстремально высоком давлении. Используются для шариковых и роликовых подшипников, включая подшипники в электромоторах и воздушных тепловых пушках. Могут также использоваться в циркуляционных системах смазывания.

* * * * *

76 Transformer Oil

ISO 10

- ***минеральное масло*** ТРАНСФОРМАТОРНОЕ для электрических трансформаторов и дугоразрядного оборудования (предохранителей, переключателей, электродетонаторов), рентгеновского оборудования. Масло особо очищенное, не содержит экологически опасных полихлордифениловых элементов.

АЛФАВИТНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

Адсорбция 733
Альтернативные топлива 733
Базовые масла 733
Нефтяные масла 733
Синтетические масла 733
Индустриальные масла 734
Коррозия, ПИНС, средства противокоррозионной защиты 734
Масла для авиационных двигателей 736
Масла прочего назначения 736
Метрологическое обеспечение испытаний нефти и нефтепродуктов 737
Моторные масла. Элементы двигателей 737
Моторные масла 737
Элементы двигателей 739
Нефть 739
Нефтяные жидкие топлива 740
Автомобильный и авиационный бензины 740
Дизельные топлива 741
Дистиллятные топлива 741
Керосин 741
Остаточные топлива 741
Топлива для реактивных двигателей 741
Общие методы испытаний нефти и нефтепродуктов 742
Общие понятия по смазочным материалам и нефтепродуктам 743
Смазочные материалы 743
Нефтепродукты 743
Пластичные смазки 744
Приборные масла 745
Присадки 746
Присадки к топливам 746
Присадки к маслам 746
Сырьевые и промежуточные продукты производства присадок к маслам 747
Процессы 747
Ракетные топлива 748
Смазочно-охлаждающие технологические средства (СОТС) 748
Стандартизация 749
Твердые нефтепродукты 750
Композиции на основе твердых углеводородов 750
Производство композиций на основе твердых углеводородов 751
Нефтяные битумы 751
Нефтяные коксы 752
Трансмиссионные, гидравлические, осевые масла, амортизаторные жидкости 752
Трение, изнашивание смазывание 753
Энергетические масла 753

Адсорбция

Адсорбат (адсорбтив) 13
Адсорбент 13
Адсорбционная активность угля 14
Адсорбционные пленки 14
Адсорбция угля из паро-воздушных потоков 15
Адсорбция физическая 15
Адсорбция 14
Активная окись алюминия 15
Активные угли 16
Десорбат 115
Десорбент 115
Десорбция 115
Массовая доля влаги в угле 252
Массовая доля водорастворимой золы в угле 252
Массовая доля золы в угле 252
Механическая прочность угля 254
Насыпная плотность угля 279
Основной размер частиц порошкообразного угля 317
Природные глинистые адсорбенты 379
pH Водной вытяжки активных углей 400
Силикагели 447
Средний радиус пор силикагеля 490
Структурные характеристики силикагеля 505
Суммарный объем пор силикагеля 507
Твердые адсорбенты 508
Фракционный состав угля 594
Хемосорбция 598
Цеолит синтетический типа "L" 608
Цеолит типа морденит 608
Цеолит типа эрионит 608
Цеолиты 607

Альтернативные топлива

Альтернативные топлива 24
Бензино-метанольная смесь 43
Бензино-этанольная смесь 44
Биологическое топливо 45
Биодизельное топливо 44
Водородное топливо 64
Газовый бензин 82
Газохол 86
Денатурированный топливный этанол 114
Диметиловый эфир (ДМЭ) 119
Метил-*трет*-бутиловый эфир (МТБЭ) 260
Оксигенатное топливо 311
Природный газ 379
Простые эфиры 394
p-Series топливо 400
Сжатый природный газ 447
Сжиженный нефтяной газ 447
Сжиженный природный газ 447
Синтез-газ 449
Синтетическая нефть 450
Спиртовое топливо 489
Топливные элементы 547

Базовые масла

Базовые масла 40
Базовые масла. Производство 40
Растворяющая способность базового масла 404

Нефтяные масла

Дистиллятные базовые масла-компоненты 121
Нефтяные базовые масла 287
Остаточные базовые масла-компоненты 318

Синтетические масла

Алкилбензольные масла 19
Ионно-координационная система 166
Карбоновые кислоты 173
Катализатор катионного типа 174
Каталитические реакции олигомеризации 174
Катионообменные смолы 177
Криоскопический метод 224
Лапролы 226
Молекулярно-массовое распределение (ММР) 273
Мономер 273
Олигобутены 313
Олигоконденсация 313
Олигомер 313
Олигомеризат 313
Олигомеризация 313
Олигоорганосилоксаны 315
Перфторполиэфиры 344
Перфторуглероды и перфторполиэфиры 344
Поли-α-олефиновые масла (ПАОМ) 356
Полиоксибутиленовые масла 360
Полиоксипропиленовые масла 360
Поли-интра-олефиновые масла (ПИОМ) 356
Получение эфиров дикарбоновых кислот и сложных эфиров многоатомных спиртов 362
ПЭТ 399
Приемистость базового масла к присадкам 375
Реакция этерификации 405
Свойства и применение эфиров дикарбоновых кислот и сложных эфиров многоатомных спиртов 421
Синтетические базовые масла 450
Сложные эфиры 456
Сложные эфиры дикарбоновых кислот 457
Сложные эфиры многоатомных спиртов 457
Сложные эфиры фосфорной кислоты 457
Спирт 488

Среднечисловая молекулярная масса олигомеров 490
Степень олигомеризации 503
Степень полимеризации 503
Фамблин 568
Фенолы 568
Фторсодержащие жидкости 596
Фторуглероды 596
Эфиры дикарбоновых кислот 620

Индустриальные масла

Бытовые частично синтетические и синтетические масла 48-49
Вакцинные масла 53
Жидкость формовочная 131-132
Жидкость формовочная для калибровки 132
Жидкость формовочная для смазывания опалубок 132
Жидкость формовочная для смазывания песчано-глинистых форм 132
Жидкость формовочная для смазывания стеклоформ 133
Защитные жидкости 139
Индустриальные масла 160
Индустриальные масла для гидравлических систем 161–163
Индустриальные масла для легконагруженных узлов 163
Индустриальные масла для направляющих скольжения 164
Индустриальные масла для тяжело нагруженных узлов 164
Индустриальные масла общего назначения 165
Индустриальные масла специального назначения 166
Классификация индустриальных масел по ГОСТ 17479.4 180
Классификация индустриальных масел по ИСО 6743-0-1981 182
Маркировка (обозначение) индустриальных масел 230
Масла для дефектоскопии 235
Масла для подшипников скольжения валкового оборудования 239
Масла для станов холодной прокатки алюминия 241
Масла для текстильного оборудования 241
Масла для холодной обработки металлов давлением 244
Масла универсальные для редукторов и подшипников 247
Паровые машины 337
Подшипники жидкостного трения 355
Поверхностное натяжение 354
Противонагарные свойства цилиндровых масел 397
Противоскачковый эффект 399
Прочность лаковой пленки 399
Редукторные масла 406
Формовочная жидкость 569
Цилиндровые масла 611

Коррозия, ПИНС, средства противокоррозионной защиты

Абразивостойкость пленок ПИНС 8
Адгезионно-когезионные свойства средств временной противокоррозионной защиты 12
Адгезия пленок ПИНС 13
Адсорбционно-хемосорбционные свойства средств временной противокоррозионной защиты 14
Активное вещество ПИНС (сухой остаток) 16
Анодная защита 25
Анодный ингибитор коррозии 25
Анодный контроль 25
Анодно-катодный ингибитор коррозии 25
Антиржавийная (противоржавийная) присадка 29
Атмосферная коррозия 38
Бензотриазол 44
Биокоррозия 45
Ван-дер-Ваальсовы силы 53
Влияние на лакокрасочное покрытие средства временной противокоррозионной защиты 56
Водовытесняющее свойство средства временной противокоррозионной защиты 62
Водомаслорастворимый ингибитор коррозии 63
Водорастворимый ингибитор коррозии 63
Временная противокоррозионная защита 68
Время высыхания ПИНС 69
Газовая коррозия 82
Гарантийный срок защиты 86
Диффузионный контроль 121
Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС) 126
Защитная атмосфера для противокоррозионной защиты 137
Защитная пленка 138
Защитная присадка 138
Защитная способность средства противокоррозионной защиты 138
Защитная эмульсия 138
Защитное водовытесняющее средство 138
Защитные свойства средства временной противокоррозионной защиты 139
Защитное покрытие 139
Защитный горюче-смазочный материал 140

Защитный эффект средства противокоррозионной защиты 141
Избирательная коррозия 144
Изнашивание 145
Ингибирование 158
Ингибированная бумага 158
Ингибированная защитная эмульсия 158
Ингибированный полимерный состав 158
Ингибированный смазочный материал 158
Ингибитор 158
Ингибитор атмосферной коррозии 158
Ингибитор кислотной коррозии 158
Ингибитор коррозии 158
Ингибитор коррозии в нейтральных средах 159
Ингибитор ржавления 159
Ингибитор щелочной коррозии 159
Испытание на коррозию 168
Испытание на тиксотропность 169
Каталитически активная металлическая поверхность 174
Катодная защита 177
Катодный ингибитор коррозии 177
Комплекс методов квалификационной оценки консервационных масел 198
Комплекс методов квалификационной оценки рабоче-консервационных масел для огнестрельного оружия 201
Комплекс методов квалификационной оценки ПИНС 201
Классификация горюче-смазочных материалов по их защитным свойствам 179–180
Климатические испытания средств временной противокоррозионной защиты 195
Комбинированный ингибитор коррозии 197
Консервационное масло 205
Консервационные свойства 206
Консервационный горюче-смазочный материал 207
Консервационный материал 207
Консервация 207
Контактная коррозия 208
Контактный ингибитор коррозии 208
Контролирующий процесс 208
Контроль применения средств временной противокоррозионной защиты 209
Коррозионная агрессивность нефтепродукта 209
Коррозионная активность нефтепродукта 210
Коррозионная среда 211
Коррозионное свойство нефтепродукта 212
Коррозионная стойкость 212
Коррозионная усталость 212
Коррозионная хрупкость 212
Коррозионная язва 212
Коррозионное разрушение 212
Коррозионное растрескивание 212
Коррозионное свойство нефтепродукта 212
Коррозионно-механическое изнашивание 212
Коррозионно-стойкий материал 213
Коррозионные испытания 213
Коррозионный очаг 213
Коррозионный процесс 213
Коррозионные потери 213
Коррозия 213
Коррозия блуждающим током 213
Коррозия внешним током 213
Коррозия металлов 213
Коррозия по ватерлинии 214
Коррозия под напряжением 214
Коррозия при неполном погружении 215
Коррозия при переменном погружении 215
Коррозия при полном погружении 215
Коррозия при трении 215
Летучий ингибитор коррозии 227
Маслорастворимый ингибитор коррозии 248
Маслорастворимый ингибитор коррозии акцепторного действия 249
Маслорастворимый ингибитор коррозии донорного действия 249
Маслорастворимые ингибиторы коррозии хемосорбционного типа 249
Маслорастворимые ингибиторы коррозии экранирующего действия 250
Межкристаллитная коррозия 256
Межмолекулярное взаимодействие 258
Межоперационная противокоррозионная защита 258
Местная коррозия 259
Морозостойкость пленок ПИНС 273
Нитевидная коррозия 292
Ножевая коррозия 292
Окалина 305
Омический контроль 316
Оценка временной противокоррозионной защиты законсервированных изделий 326
Пассивация 338
Пассивирование металлов 338
Пенетрация ПИНС 338
Переконсервация 342
Питтинг 344
Пленкообразующее вещество 348
Пленкообразующий ингибированный нефтяной состав (ПИНС) 348
Поверхностные свойства средства временной противокоррозионной защиты 355
Поверхностное натяжение 354
Подводная коррозия 355
Подземная коррозия 355
Подповерхностная коррозия 355

Поляризационная коррозионная диаграмма 363
Поляризационный контроль 363
Поляризация 363
Последействие средства временной противокоррозионной защиты 364
Постоянная противокоррозионная защита 364
Потенциал коррозии 364
Предел коррозионной усталости 365
Применяемость средства временной противокоррозионной защиты 378
Продукты коррозии 387
Проникающие свойства средства временной противокоррозионной защиты 392
Пропитывающие свойства средства временной противокоррозионной защиты 393
Протектор 394
Противокоррозионная защита 397
Рабоче-консервационный горюче-смазочный материал 400
Рабочий горюче-смазочный материал 400
Расконсервация 402
Релаксация 402
Ржавление 413
Ржавчина 413
Смываемое защитное покрытие 469
Снимаемое защитное покрытие 470
Скорость коррозии 456
Сплошная коррозия 489
Средство временной противокоррозионной защиты 491
Срок временной противокоррозионной защиты 492
Степень защиты 503
Структурная коррозия 505
Температура каплепадения активного вещества ПИНС 519
Температура сползания защитной пленки ПИНС 525
Толщина защитной пленки ПИНС 546
Точечная коррозия 552
Универсальный ингибитор коррозии 562
Ускоренный метод оценки защитных свойств ПИНС 563
Условная вязкость ПИНС 563
Фреттинг-коррозия 594
Химическая коррозия 599
Щелевая коррозия 614
Электрохимическая защита 617
Электрохимическая коррозия 617

Масла для авиационных двигателей

Авиационные масла 9
Вспениваимость авиационных масел 71
Газовая турбина 82
Газоперекачивающие агрегаты (ГПА) 83
Газотурбинный двигатель (ГТД) 83
Коррозионная активность авиационных масел и жидкостей для гидросистем 209
Масла для вертолетов 232
Масла для газотурбинных двигателей 233
Масла для газотурбинных двигателей и редукторов вертолетов 233
Масла для газоперекачивающих агрегатов со стационарной газотурбинной установкой 232
Масла для поршневых авиадвигателей 240
Масла для редукторов вертолетов 241
Масла для турбовинтовых двигателей 243
Масла для турбореактивных двигателей 243
Маслосмеси авиационные 250
Минеральные (нефтяные) авиационные масла 268
Пенообразующие свойства авиационных масел и жидкостей для авиационных гидросистем 338
Поршневая машина 363
Синтетические авиационные масла 450
Термоокислительная стабильность и коррозионная активность авиационных масел и жидкостей для авиационных гидросистем 534
Термоокислительная стабильность масел для авиационных ГТД в объеме масел 534
Турбовинтовентиляторный двигатель 561
Турбовинтовой двигатель (ТВД) 561
Турбореактивный двигатель 561

Масла прочего назначения

Ароматические масла-наполнители 35
Белые масла 41
Бензол (C_6H_6) 44
Вазелиновое медицинское масло 50
Вакуумные масла 52
Веретенное масло 53
Висциновое масло 54
Техническое масло 543
Жидкости для испытания резин 131
Масла для химических волокон 243
Масла-наполнители 244
Масла-наполнители парафино-нафтенового основания 245
Масла-теплоносители АМТ 246
Масло для вентиляционных фильтров (висциновое масло) 232

Медицинские масла 256
Медицинское вазелиновое масло 256
Нефтяные вакуумные масла 289
Парфюмерное масло 337
Технологические масла 543

Метрологическое обеспечение испытаний нефти и нефтепродуктов

Арбитражная проба 34
Арбитражный анализ 34
Аттестация испытательного оборудования 38
Аттестация метода испытаний 39
Внутрилабораторный контроль качества результатов испытаний 56
Воспроизводимость метода 67
Действительное значение 113
Донная проба 124
Единство измерений 126-127
Закон РФ "О техническом регулировании" 134
Закон РФ "Об обеспечении единства измерений" 134
Известное значение 144
Измерение 145
Испытания 169
Испытательная лаборатория 169
Испытательное оборудование 170
Истинное значение 170
Калибровка средств измерений 172
Качество метода испытаний 177
Качество результатов испытаний 178
Контроль качества результатов испытаний 208
Контрольная проба (проба для испытаний) 209
Лаборатория высокого рейтинга 226
Лабораторные испытания (анализ) 226
Межлабораторные испытания 256
Межлабораторные сравнительные испытания (МСИ) 256
Метод испытаний 260
Метрологическая служба 261
Метрологическое обеспечение испытаний продукции 261
Метрология 263
Наименьшая представительная проба образца для контроля (ОК) 278
Норматив контроля 292
Образец для контроля (ОК) 304
Объединенная проба 304
Определение параметра 316
Отбор проб нефти и нефтепродуктов 318
Поверка средств измерений 353
Повторяемость (сходимость) метода 355
Практическая (прикладная) метрология 365
Представительская проба 319
Прецизионность 366
Приемо-сдаточный анализ 375
Принятое опорное значение 378
Результат испытаний 410
Референтная лаборатория (РЛ) 412
Система обеспечения единства измерений 451
Систематическая погрешность лаборатории 452
Смещение (отклонение) 468
Средства измерений 490
Стандартный метод испытания 496
Стандартный образец предприятия 497
Стандартный образец состава и свойств (СО) нефти и нефтепродуктов 497-502
Техническая компетентность испытательной лаборатории 535
Технические средства испытаний нефти и нефтепродуктов 536
Технический регламент 542
Техническое регулирование 543
Точечная проба 552
Точность метода испытаний 552
Экспресс-анализ 616
Экспресс-метод 616

Моторные масла. Элементы двигателей

Моторные масла
Антагонизм присадок к моторному маслу 25
Антиокислительные свойства моторного масла 29
Антипиттинговые свойства моторного масла 29
Биоразлагаемость моторных масел 45
Взаимозаменяемость моторных масел 53
Внешние загрязнения масла 56
Военные спецификации моторных масел 65
Всесезонные моторные масла 71
Вязкостно-температурные и низкотемпературные свойства смазочного масла 74
Группа моторного масла по назначению 105
Дизельные масла 118
Диспергирующая способность масла 119
Диспергирующие свойства моторного масла 120
Долгоработающие моторные масла 124
Загрязнение масла извне 134
Загущенное масло 134
Зимние моторные масла 141

Зольность оксидная 143
Зольность сульфатная 143
Зольные отложения 143
Индекс вязкости 159
Испаряемость моторных масел 167
Испытания моторных масел на безмоторных стендах 169
Категория моторного масла по уровню эксплуатационных свойств 177
Кислотное число 179
Класс вязкости моторного масла (вязкостный класс) 179
Классификационные испытания моторных масел 179
Классификация моторных масел ACEA 182
Классификация моторных масел API 184
Классификация моторных масел ILSAC 185
Классификация моторных масел SAE 185
Классификация моторных масел по ГОСТ 17479.1 187
Комплекс методов квалификационной оценки моторных масел 198
Лабораторные испытания моторных масел 226
Лакообразные отложения 226
Легирование моторных масел методом каскада 226
Летние моторные масла 227
Масла для двигателей, работающих на газе 234
Масла для двухтактных бензиновых двигателей 234
Масла для дизелей 236
Масла для крейцкопфных дизелей 236
Масла для стационарных дизелей 241
Масла для судовых дизелей 241
Масла для тепловозных дизелей 242
Масла для четырехтактных бензиновых двигателей 244
Масла первой заправки (FF Oils) 246
Механизм угара масла 263
Минеральные моторные масла 268
Многоцелевые моторные масла 271
Моторно-трансмиссионно-гидравлические масла 273
Моторное масло 274
Моторные испытания моторных масел 275
Моторные масла. Взаимозаменяемость 275
Моторные масла. Специальные требования к составу 275
Моторные установки для испытаний масел 275
Моющие свойства моторного масла 277
Назначенный ресурс масла 278
Нейтрализующее свойство моторного масла 279
Неработоспособное состояние моторного масла 280
Нерастворимый осадок 280
Низкотемпературная динамическая вязкость моторного масла 291
Обкаточное масло для двигателей внутреннего сгорания 304
Обозначение (маркировка) моторных масел 304
Окисление масла 305
Отказ моторного масла 322
Отказ моторного масла зависимый 322
Отказ моторного масла независимый 322
Отложения в двигателе 322
Показатели предельного состояния моторного масла 356
Полирование цилиндра 360
Полусинтетические моторные масла 361
Потеря вязкости постоянная 365
Предельное состояние 366
Преждевременное воспламенение 366
Приемочные испытания моторных масел 375
Приработочное масло 378
Приработочное свойство моторного масла 378
Продукты изнашивания в масле 387
Продукты окисления масла 388
Продукты сгорания 388
Прокачиваемость моторного масла 391
Промывочные масла для ДВС 392
Противоизносные свойства моторного масла 396
Противоржавейные свойства моторных масел 399
Пусковые характеристики моторного масла 399
Работавшее масло 400
Работоспособное состояние моторного масла 400
Рабоче-консервационное моторное масло 400
Разжижение масла топливом 400
Расход масла на смену 404
Расход масла на угар 404
Расход масла эксплуатационный 404
Регенерация моторных масел 406
Рост вязкости масла 420
Свежее моторное масло 421
Сезонные моторные масла 424
Синергизм и антагонизм присадок к моторному маслу 449
Синтетические моторные масла 451
Системные масла для крейцкопфных дизелей 452
Смазывающая способность масел (маслянистость) 466
Смена масла по показателям его состояния 467
Совместимость моторных масел 470
Совместимость моторных масел с катализаторами нейтрализации отработавших газов 470
Совместимость моторных масел с материалами уплотнений 470

Спецификация моторного масла 488
Спецификации моторных масел изготовителей техники 486
Срабатываемость присадок в моторных маслах 490
Старение моторных масел 503
Стендовые испытания моторных масел 503
Стойкость моторного масла к окислению 504
Стойкость моторных масел к механической деструкции 504
Универсальные моторные масла 562
Унификация моторных масел 562
Фильтруемость моторного масла 569
Функции моторных масел в ДВС 596
Цилиндровые масла для крейцкопфных дизелей 611
Циркуляционное масло 612
Циркуляционные масла для крейцкопфных дизелей 612
Циркуляционные масла для тронковых дизелей 612
Частично синтетические моторные масла 613
Черный осадок 613
Экологические свойства моторных масел 615
Экологические требования к моторным маслам 615
Эксплуатационные испытания моторных масел 615
Эксплуатационные свойства моторного масла 616
Энергосберегающее моторное масло 619

Элементы двигателей

Бринеллирование 48
Вентиляция картера 53
Главная магистраль смазочной системы 101
Головка поршня 102
Двигатель безнаддувный 109
Двигатель внутреннего сгорания (ДВС) 109
ДВС. Диагностика по анализу работающего масла 110
Двигатель двухтактный 109
Двигатель с наддувом 110
Закоксовывание поршневых колец 134
Износ деталей механизма газораспределения 145
Износ поршневых колец 145
Износ цилиндров поршневых двигателей 145
Картер 173
Картер "мокрый" двигателя 173
Картер "сухой" двигателя 173
Картерные газы 173
Катализатор нейтрализации отработавших газов 174
Каталитический нейтрализатор 174
Комбинированные системы очистки моторных масел 197
Крейцкопфные дизели 215
Кулачки 225
Лубрикаторная система смазывания 227
Максимальная температура сгорания 229
Маслозаборник 248
Маслоочиститель центробежный 248
Маслоочистительные устройства 248
Масляный радиатор 251
Масляный фильтр грубой очистки 251
Масляный фильтр тонкой очистки 251
Отработавшие газы 323
Перемычка 342
Поршневые двигатели внутреннего сгорания (ДВС) 363
Поршневые кольца 364
Прорыв газов в картер 393
Проточная смазочная система 399
Пусковой износ 399
Рециркуляция отработавших газов (EGR) 412
Смазочная система двигателя 458
Смазывание 465
Степень сжатия 504
Тронковые дизели 558
Тронковые дизели с циркуляционно-лубрикаторной смазочной системой 558
Фильтр неполнопоточный 568
Фильтр полнопоточный 568
Холодный пуск 602
Шлам 614
Эпюра износа цилиндра 619

Нефть

Ароматическая нефть 35
Асфальтовая нефть 38
Баррель 41
Баррель в календарный день 41
Баррель в текущий день 41
Высокосернистая нефть 73
Гетероатомные органические соединения 86
Загрязнения нефти 134
Нафтеновая нефть 279
Нефтеносные пески 280
Нефть 28
Парафиновая нефть 331
Природные горючие газы 380
Сорт нефти "BRENT" 479
Сорт нефти "URALS" 479
Стандарты на нефть, подготовленную к транспортировке и переработке 502
Транспортирование нефти и нефтепродуктов 553
Фракционный состав нефти 533
Химическая типизация нефтей 600
Химический состав нефти 600

Нефтяные жидкие топлива

Бромное число 48
Воспламеняемость 67
Всемирная топливная хартия (ВТХ) 69
Гигроскопичность 87
Горючесть топлива 102
Давление насыщенных паров 108
Испытание на медной пластинке 169
Йодное число 171
Кислотность топлива 179
Контроль испарений 208
Коррозионное воздействие на медную пластинку 212
Нефтяное жидкое топливо 282
Прокачиваемость топлива 392
Противоизносные свойства топлив 397
Склонность топлива к образованию отложений 456
Совместимость топлива с конструкционными материалами 471
Содержание фактических смол в топливе 478
Сохраняемость топлив 486
Теплота сгорания топлива 532
Фракционный состав 571
Эксплуатационное свойство топлива 615

Автомобильный и авиационный бензины

Авиационный бензин 10
Автомобильный бензин 11
Алкилбензолы 19
Антидетонационные свойства 26
Базовые компоненты бензина 40
Бензин 42
Бензин, не содержащий активной серы 43
Воспламенение от нагара 67
Всемирная топливная хартия (ВТХ) 69
Высокооктановые компоненты бензина 73
Гигроскопичность бензина 87
Групповой углеводородный состав бензинов 105
Давление насыщенных паров бензина 109
Двигатель с искровым зажиганием 110
Детонационная стойкость 115
Детонация в двигателе 115
Дисульфиды 121
Докторская проба 122
Дорожное октановое число 124
Дорожные детонационные испытания автобензина и стендовые детонационные испытания автобензина 125
Зависание впускного клапана 134
Индекс паровой пробки 159
Индекс перегонки 160
Индукционный период 160
Испаряемость бензина 166
Исследовательское октановое число 170
Кислотность топлива 179
Компонентный состав бензина 204
Летучесть бензина 227
Модифицированный бензин (реформулированный) 271
Моторное октановое число 275
Нагар 278
Нагар в камере сгорания 278
Национальные и международные стандарты по автомобильным бензинам 279
Октановое число 311
Октановое число распределения 311
Отложения во впускной системе 322
Отложения на впускном клапане 322
Отношение "воздух-топливо" 322
Паровые пробки 337
Период стабильности 342
Поверхностное воспламенение 354
Потери бензина от испарения 364
Потеря массы стальной пластины 365
Противоизносные свойства бензинов 396
Распределение октанового числа по фракциям 403
Растворимость воды в бензине 403
Реактивность 405
Система контроля эмиссии 451
Склонность бензина к образованию отложений 452
Склонность бензина к образованию паровых пробок 452
Смесевое октановое число 467
Содержание воды в бензине 473
Содержание п-оксидифениламина 475
Содержание потенциальных смол 475
Содержание фактических смол в бензине 479
Сортность на богатой смеси 479
Сохраняемость бензина 485
Стандартизованные показатели состава бензина 496
Сумма продуктов окисления 507
Температура вспышки бензина 510
Температура начала кристаллизации авиационных бензинов 523
Теплота сгорания бензина 531
Технический регламент для автомобильных бензинов 543
Токсичность бензинов 545
Устойчивость к окислению 566
Фактическое октановое число 568
Фракционный состав бензина 592
Функциональная совместимость бензинов 596

Чистота карбюратора 613
Чистота топливного инжектора 613
Чувствительность бензина 613
Этилированный бензин 619
Этиловая жидкость 619

Дизельные топлива

Автомобильный газойль 11
Всемирная топливная хартия (дизельное топливо) 69
Вязкость дизельного топлива 77
Двигатель с воспламенением от сжатия (дизель) 109
Дизельное топливо 116-118
Дизельный индекс 118
Защитная способность дизельного топлива 138
Зольность дизельного топлива 142
Кислотность топлива 179
Коксуемость дизельного топлива 196
Комплекс методов квалификационной оценки топлив для быстроходных дизелей 202
Коррозионная агрессивность дизельного топлива 209
Коэффициент фильтруемости дизельного топлива 215
Массовая доля меркаптановой серы в дизельном топливе 255
Низкотемпературные свойства дизельного топлива 291
Окислительная стабильность дизельного топлива 309
Плотность дизельного топлива 350
Предельная температура фильтруемости дизельного топлива 366
Склонность дизельного топлива к закоксовыванию распылителей форсунок 453
Склонность дизельного топлива к образованию отложений 453
Склонность дизельного топлива к образованию отложений на нагретых поверхностях 453
Смазывающая способность дизельного топлива 465
Содержание (концентрация) адсорбционных смол в дизельном топливе 471
Содержание ароматических углеводородов в дизельном топливе 471
Содержание воды в дизельном топливе 473
Содержание общей серы в дизельном топливе 475
Содержание сероводорода в дизельном топливе 475
Содержание серы в дизельном топливе 475
Содержание фактических смол в дизельном топливе 479
Температура вспышки дизельного топлива 514
Температура застывания дизельного топлива 518
Температура помутнения дизельного топлива 525
Термоокислительная стабильность дизельного топлива 534
Фракционный состав дизельного топлива 593
Химическая стабильность дизельного топлива 599
Цвет дизельного топлива 603
Цетановое число (ЦЧ) 610
Цетановый индекс (ЦИ) 610
Чистота дизельного топлива 613

Дистиллятные топлива

Топливо нефтяное для газотурбинных установок 549
Топливо печное бытовое 550

Керосин

Керосин 179
Керосин авиационный 179
Керосин коммунально-бытового назначения 179

Остаточные топлива

Вязкость остаточных топлив 78
Зольность остаточных топлив 143
Коксуемость остаточных топлив 196
Комплекс методов квалификационной оценки остаточных топлив 200
Компонентный состав моторных топлив 204
Компонентный состав остаточных топлив 204
Компонентный состав судовых высоковязких топлив 205
Компонентный состав судовых топлив 205
Компонентный состав топочных мазутов 205
Компонентный состав флотских мазутов 205
Котельное топливо 215
Мазут топочный 229
Остаточное топливо 317
Прямогонность остаточных топлив 399
Реологические свойства остаточных топлив 411
Склонность остаточных топлив к образованию отложений 454
Содержание ванадия 472
Содержание воды в котельном топливе 473
Содержание серы в остаточных топливах 478
Стабильность и совместимость остаточных топлив 493
Стабильность остаточных топлив 494
Судовое топливо 506
Температура вспышки остаточных топлив 518
Температура застывания остаточных топлив 518
Температура текучести остаточных топлив 526
Теплота сгорания остаточных топлив 531

Топлива для реактивных двигателей

Авиационный керосин 11

48-2841

Анилиновая точка реактивного топлива 25
Биохимическая коррозия реактивным топливом 46
Воздействие реактивного топлива на герметик, применяемый для герметизации топливных баков 65
Воздействие реактивного топлива на резины, применяемые в топливных агрегатах 65
Высота некоптящего пламени 74
Вязкость реактивного топлива 81
Давление насыщенных паров (ДНП) реактивного топлива 109
Испаряемость реактивного топлива 167
Комплекс методов квалификационной оценки (КМКО) реактивных топлив 201
Коррозионная активность реактивного топлива 209
Люминометрическое число 228
Меркаптановая сера (меркаптаны) 259
Определение термоокислительной стабильности на приборе ЦИТО-ММ 316
Полнота сгорания реактивного топлива 360
Прокачиваемость реактивного топлива 391
Противоизносные свойства реактивного топлива 397
Склонность реактивного топлива к нагарообразованию и дымлению 454
Склонность реактивного топлива к образованию отложений 455
Совместимость реактивного топлива с конструкционными материалами 470
Содержание ароматических углеводородов в реактивных топливах 472
Содержание металлов в реактивном топливе 474
Содержание нафталиновых углеводородов в реактивных топливах 474
Стабильность реактивных глубокоочищенных топлив при длительном хранении 494
Температура вспышки реактивного топлива 518
Температура начала кристаллизации реактивного топлива 523
Теплота сгорания реактивного топлива 531
Термоокислительная стабильность реактивного топлива 534
Топливо для реактивных двигателей 547
Топливо РТ 550
Топливо Т-2 551
Топливо Т-6 551
Топливо Т-8В 551
Топливо ТС-1 551
Топливо Jp-4 551
Топливо Jp-5 551
Топливо Jp-7 551
Топливо Jet A 551
Топливо Jet A-1 552
Топливо Jet B 552
Топливо Jp-8 552
Удельная объемная электрическая проводимость реактивного топлива 562
Химическая коррозия металлов и сплавов реактивным топливом 599
Широкофракционное топливо 614
Электризуемость топлива 616
Электрохимическая коррозия материалов реактивным топливом 617

Общие методы испытаний нефти и нефтепродуктов

Вода в нефти и нефтепродуктах. Методы определения 58-62
Давление насыщенных паров. Методы определения 108-109
Зольность. Методы определения 141
Механические примеси в нефтепродуктах. Методы определения 265-267
Плотность нефтей и нефтепродуктов. Методы определения 351-353
Сера в нефти и нефтепродуктах. Методы определения 427-443
Температура вспышки в закрытом тигле. Методы определения 510-514
Температуры вспышки и воспламенения в открытом тигле. Методы определения 514-517
Температура кристаллизации. Методы определения 520-523
Температура помутнения. Методы определения 523-525
Температуры текучести и застывания. Методы определения 526-530
Фракционный состав (дистилляция). Методы определения 571-592
Цвет нефтепродуктов. Методы определения 603-607

Общие понятия по смазочным материалам и нефтепродуктам

Смазочные материалы

Адгезионные свойства 12
Антикоррозионные свойства смазочных масел 27
Вязкостно-температурные и низкотемпературные свойства смазочного масла 74
Деструкция 115
Кислотное число масел 179
Легированное смазочное масло 227
Методика определения нагарообразующих свойств масел 260
Минеральное масло 268
Несущая способность смазочного масла 280
Отработанное масло 323
Регенерированное масло 406
Связующее твердого смазочного материала 424
Синтетические масла 450
Смазочное масло 463
Смазочный материал 465
Смазывающая способность масел (маслянистость) 466
Совместимость смазочных материалов 471
Термическая и термоокислительная стабильность смазочного масла 532

Нефтепродукты

Адгезия (когезия) 12
Анилиновая точка 25
Антифрикционное свойство нефтепродуктов 30
Блок-сополигомеры 48
Влажность 55
Выщелачивание 74
Вязкость 75
Вязкость нефтепродуктов 75
Гидролитическая стабильность 100
Горючесть нефтепродукта 102
Детергентность нефтепродукта 115
Деформация 115
Дисперсионная стабильность 120
Диссоциация 121
Диффузия 121
Жесткость воды 128
Защитные свойства ГСМ 140
Зольность нефтепродукта 141
Испаряемость нефтепродукта 167
Испытание на коррозионную агрессивность 168
Кавитация 172
Кинематическая вязкость 179
Коксуемость нефтепродукта 196
Комплекс методов квалификационной оценки (КМКО) 198
Консервационное свойство нефтепродукта 205
Конструкционная совместимость нефтепродукта 208
Коррозионное свойство нефтепродукта 212
Краевой угол смачивания 215
Масляная пленка 250
Отработанные нефтепродукты 325
Пенетрация 338
Поверхностное натяжение 354
Прокачиваемость нефтепродукта 391
Противоизносные свойства нефтепродуктов 397
Растворители 404
Растворы 404
Реологические свойства 411
Реология 411
Седиментация 424
Синерезис нефтепродукта 449
Склонность нефтепродукта к образованию отложений 454
Смазочная способность 458
Смазочное действие 463
Смазывающая способность 465
Совместимость 470
Содержание водорастворимых кислот и щелочей в нефтепродуктах 472
Сольватация 479
Солюбилизация 479
Сорбция 479
Стабилизация 492
Структурообразование 506
Сульфиды 507
Температура вспышки 510
Температура застывания 518
Температура самовоспламенения 525
Теплопроводность 530
Теплота испарения 531
Термическая стабильность 532
Термоокисляемость нефтепродукта 535
Термостойкость нефтепродукта 535
Тиксотропия 544
Тиксотропность 545
Точка росы 552
Удельная нагрузка 562
Физико-химическое свойство 568
Функциональная совместимость нефтепродуктов 596
Химмотология 601
Хрупкость 602
Щелочное число 614
Эксплуатационное свойство нефтепродукта 615

Пластичные смазки

Адгезия пластичной смазки 13
Аммелиновая смазка 24
Антикоррозионные свойства смазки 27
Антиокислительная стабильность пластичных смазок 28
Антифрикционные пластичные смазки 30
Антифрикционные авиационные пластичные смазки 30
Антифрикционные автомобильные специализированные пластичные смазки 31
Антифрикционные буровые пластичные смазки 31
Антифрикционные вакуумные пластичные смазки 31
Антифрикционные железнодорожные пластичные смазки 31
Антифрикционные индустриальные пластичные смазки 32
Антифрикционные кислородостойкие пластичные смазки 32
Антифрикционные многоцелевые пластичные смазки 32
Антифрикционные морозостойкие пластичные смазки 32
Антифрикционные морские пластичные смазки 33
Антифрикционные пластичные смазки для электрических машин 33
Антифрикционные пластичные смазки общего назначения 33
Антифрикционные пластичные смазки общего назначения для повышенных температур 33
Антифрикционные приборные пластичные смазки 33
Антифрикционные противозадирные пластичные смазки 33
Антифрикционные радиационностойкие пластичные смазки 34
Антифрикционные термостойкие пластичные смазки 34
Антифрикционные химически стойкие пластичные смазки 34
Антифрикционные электроконтактные пластичные смазки (пасты) 34
Арматурные пластичные смазки 35
Аэросил 39
Бентонитовая пластичная смазка 44
Вакуумные замазки 52
Влагопроницаемость (паропроницаемость) пластичной смазки 55
Внутримицеллярная солюбилизация в углеводородном растворителе 58
Водостойкость пластичных смазок 64
Вязкость пластичных смазок 79
Герметизирующая замазка 85
Гигроскопичность пластичных смазок 87
Граничные свойства пластичных смазок 104
Графит 105
Графита фториды 105
Графитная смазка 105
Дисперсионная среда смазок 120
Дисперсная фаза смазок 121
Долговечность пластичных смазок в подшипниках качения 123
Жировой солидол 133
Загуститель 134
Защитные свойства пластичных смазок 139
Изменение свойств пластичной смазки вследствие попадания воды 144
Индекс задира пластичной смазки 158
Испаряемость пластичных смазок 167
Канатные пластичные смазки 172
Кислотное число пластичных смазок 179
Классификация пластичных смазок по ГОСТ 23258 188
Классификация пластичных смазок по ГОСТ 28549.9 (ИСО 6743/9-87) 191
Коллоидная стабильность пластичных смазок 196
Консервационные (защитные от коррозии) свойства пластичных смазок 206
Консервационные пластичные смазки 205
Коррозионная активность смазки 210
Коррозионное воздействие смазки на металлы 212
Кремнийорганические жидкости 224
Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ) 224
Масляное голодание 250
Механическая стабильность пластичных смазок 264
Механические примеси в пластичных смазках 267
Мицеллообразование 269
Мицеллы 269
Мицеллярная система пластичных смазок 270
Мыла 277
Мыльная смазка 277
Неорганическая смазка 279
Неорганические загустители 279
Обозначение пластичных смазок 304
Озокерит 305
Окисляемость пластичных смазок 311
Олеофильный графит 312
Органическая смазка 316
Органический загуститель 316
Паропроницаемость пластичной смазки 337

Пенетрация пластичных смазок 338
Пигментная смазка 344
Пластичная смазка 345
Пластичные смазки. Технология производства 347
Пластичный смазочный материал (ПСМ) 348
Полигалогенорганосилоксаны 358
Полимерная смазка 360
Полиметилсилоксаны 360
Полимочевинная пластичная смазка 360
Полиорганосилоксаны 360
Полиэтилсилоксаны 360
Полужидкая смазка 361
Предел прочности (на сдвиг) пластичных смазок 365
Предельная быстроходность 366
Применение пластичных смазок 375
Противозадирные свойства пластичных смазок 395
Противоизносные свойства пластичной смазки 397
Растворимость пластичной смазки в воде 403
Расширенный графит 405
Резьбовые пластичные смазки 411
Реология пластичных смазок 411
Сажа 421
Сажевая смазка 421
Связующее твердого смазочного материала 424
Силикагелевые смазки 447
Синерезис пластичной смазки 449
Синтетический солидол 451
Склонность к сползанию пластичных смазок 453
Скоростной фактор 456
Смазывающая способность пластичных смазок 465
Смываемость пластичной смазки 469
Содержание водорастворимых кислот и щелочей в пластичных смазках 472
Содержание воды в пластичных смазках 474
Содержание свободных щелочей и свободных органических кислот в пластичной смазке 475
Солидол 479
Стабильность против окисления пластичной смазки 493
Стойкость пластичных смазок к антиобледенительным жидкостям 504
Стойкость пластичных смазок к жидкому кислороду 504
Стойкость пластичных смазок к топливам 504
Структурно-механические свойства пластичных смазок 505
Структурный каркас пластичной смазки 505
Структурообразование 506
Температура каплепадения пластичных смазок 519
Температура применения пластичной смазки максимальная 525
Температура применения пластичной смазки минимальная 525
Температура сползания пластичной смазки 526
Термическая стабильность пластичных смазок 532
Термоупрочнение пластичной смазки 535
Технология производства пластичных смазок 544
Толщина смазочного слоя 546
Триазин 556
Трибохимические превращения пластичных смазок 556
Углеводородная смазка 562
Уплотнительные пластичные смазки 562
Уреатная (полимочевинная) пластичная смазка 562
Функциональные добавки к смазкам 596
Химическая стабильность пластичных смазок 600

Приборные масла

Адгезия часовых масел 13
Испаряемость приборных масел 167
Камневые опоры 172
Комплекс методов квалификационной оценки приборных масел 201
Кинематическая вязкость приборных масел 179
Кислотное число приборных масел 179
Коллоидная стабильность часовых загущенных масел 197
Коррозионная активность приборных масел по отношению к металлам 210
Коррозионная активность часовых масел и смазок 210
Краевой угол смачивания часовых масел 215
Кремнийорганические жидкости 224
Нарастание вязкости часового масла 278
Полиорганосилоксаны 360
Полисилоксаны 360
Приборные масла 370
Приборные масла общего назначения 371
Приборные масла специального назначения 372
Работоспособность приборных масел 400
Силиконы 449
Силоксаны 449
Смазывающие свойства приборных масел 467
Стабильность приборных масел при низкой температуре 493
Температура вспышки приборных масел 518
Термическая стабильность приборных масел 532
Термоокислительная стабильность приборных масел 534
Часовые масла 613

Присадки

Антиокислитель 27
Антиокислительная присадка к смазочному материалу 28
Присадка 380
Присадка к смазочному материалу 380
Противоизносная присадка 396
Срабатываемость присадок 489

Присадки к топливам

Алкилнитраты 23
Алкилпероксиды 23
Альтернативные антидетонаторы 24
Антидетонационные присадки к топливам 26
Антикоррозионные присадки к топливам 27
Антидымные присадки к топливам 26
Антинагарные присадки к топливам 27
Антиобледенительные присадки к топливам 27
Антиокислительные присадки к топливам 29
Антисажевые присадки к топливам 29
Антистатические присадки к топливам 30
Антифрикционные (топливосберегающие) присадки к топливам 33
Биостатики 45
Биоциды 47
Деактиваторы металлов 111
Дезодоранты 112
Депрессорные присадки к топливам 114
Деэмульгаторы 116
Диспергаторы парафинов 119
Диспергирующие присадки к остаточным топливам 119
Добавки к топливу 122
Катализаторы горения 174
Красители для топлив 215
Маркеры 230
Моющие присадки к топливам 276
Нейтрализующие присадки к топливам 278
Пеногасители 338
Поверхностно-активные вещества (ПАВ) 353
Стабилизирующее действие ПАВ 492
Приработочные присадки к топливам 379
Присадки к топливам 382
Присадки к топливам для подавления высокотемпературной коррозии 386
Присадки к топливам для подавления низкотемпературной (химической) коррозии 386
Присадки к топливам, уменьшающие испарение 386
Промоторы воспламенения 392
Противоводокристаллизующие присадки к топливам 394
Противоизносные присадки к топливам 396
Противопенные присадки к топливам 398
Противоржавейные присадки к топливам 398
Противотурбулентные присадки к топливам 399
Стабилизаторы комплексного действия 492
Цетаноповышающие присадки 611

Присадки к маслам

Алкилбензолы 19
Алкилсалицилатные присадки к маслам 23
Алкилфенольные присадки к маслам 23
Антибактерицидные присадки 25
Антикоррозионные присадки к маслам 26
Антиокислительные присадки к маслам 28
Антифрикционные присадки к маслам (модификаторы трения) 33
Высокомолекулярные основания Манниха 73
Высокощелочные присадки к маслам 74
Вязкостные присадки к маслам (загущающие) 74
Гидрированные полимеры и сополимеры диенов 91
Гиперщелочные присадки к маслам 101
Дезактиваторы металлов 112
Депрессорные присадки к маслам 114
Диспергирующие присадки к маслам 119
Деструкция загущающих присадок 115
Ингибиторы окисления 159
Карбоксилирование 173
Манниха реакция 230
Многофункциональные присадки к маслам 271
Моюще-диспергирующие присадки к маслам 276
Моющие присадки к маслам 276
Нефтяные сульфонаты 291
Пассиваторы металлов 398
Пероксидные соединения органические 342
Приработочные присадки к маслам (обкаточные) 378
Присадки к маслам 381
Присадки, улучшающие смазочные свойства масел 387
Пространственно-затрудненные фенолы 394
Противозадирные присадки к маслам 394
Противоизносные присадки к маслам 396
Противопенные присадки к маслам 397
Противопиттинговые присадки 398
Синтетические сульфонаты 451
Сополимеры метакрилатов 479
Сополимеры этилена с пропиленом 479
Среднещелочные присадки к маслам 490

Сукцинимид 506
Сукцинимидные присадки к маслам 506
Сульфонатные присадки к маслам 507
Суперщелочные присадки к маслам 507
Тиофосфонатные присадки к маслам 545

Сырьевые и промежуточные продукты производства присадок к маслам

Алкилсалициловая кислота 23
Алкилфенолсульфиды 23
Алкилфенолы 23
Алкилфеноляты 24
Алкилфосфиты 24
Амины 24
Аммиак 24
Бутадиен-1,3 48
Бутилфосфонат 48
Гомологи 102
Диалкилфосфат 116
Диалкилфосфиты 116
Диены 116
Дитиофосфаты 121
Изобутилен 146
Имидазолины 158
Олефины 313
Полиизобутилен 358
Полиметакрилаты 360
Стирол 504
Сульфокислоты 507
Сульфонаты 507
Триалкилфосфин 556
Трикрезилфосфат 558
Фенолы 568
Формалин 569
Формальдегид 569
Фосфаты 569

Процессы

Абсорбер (абсорбционная колонна) 8
Абсорбция газов 8
Абсорбция 8
Аддукт 13
Алкилат (алкилбензин) 19
Алкилирование 20
Алкилирование бензолсодержащих бензиновых фракций 20
Алкилирование изобутана олефинами 21
Алкилирование изобутана олефинами на твёрдокислотных катализаторах 22
Атмосферная перегонка 38
Базовые масла. Производство. 40
Бензин каталитического крекинга 42
Брайтсток 48
Вакуумная перегонка мазута 51
Вторичная перегонка бензинов 71
Газофракционирование 83
Газофракционирующая установка 85
Гидрирование бензолсодержащих фракций бензинов 89
Гидрогенизационные (гидрокаталитические) процессы 91
Гидрогенизация 92
Гидродоочистка масляных фракций 92
Гидроизомеризация масляных фракций 92
Гидрокаталитическая депарафинизация масляных фракций 92
Гидроконверсия рафинатов селективной очистки 93
Гидрокрекинг 94-98
Гидрокрекинг легкий 98
Гидрокрекинг масляного профиля 99
Гидрооблагораживание масляных фракций 100
Гудрон 107
Деасфальтизация гудрона пропаном 112
Депарафинизация 114
Десорбция 115
Деэмульгаторы 116
Деэмульгаторы в процессах обессоливания и обезвоживания нефти 116
Димеризация изобутилена на катионных ионообменных смолах 118
Дистиллят 121
Дистиллят средний 121
Дистиллят тяжелый 121
Дистилляция 121
Изомеризат 146
Изомеризация ксилолов и этилбензола 146-150
Изомеризация *н*-парафиновых углеводородов C_4 и C_5-C_6 150-156
Изомеризация олефинов (C_4, C_5) 156
Изомеризация этилбензола 157
Изомеризация 146
Изомерия 157
Карбамидная депарафинизация масляных фракций 173
Катализ гетерогенный 174
Катализ гомогенный 174
Катализатор 174
Каталитический риформинг 175
Каталитическое *о*-алкилирование спиртов *трет*-изоолефинами 175
Компрессия газов 205
Конденсация газов 205
Контактная доочистка масел 208
Крекинг 215
Крекинг каталитический 215
Крекинг каталитический глубокий 223
Мазут 229
Нафта 279
Обезвоживание и обессоливание нефти 293
Обезвоживание нефти 293
Обезвоживание (обессоливание) нефти термохимическое 297

Обезвоживание (обессоливание) нефти электротермохимическое 297
Обессеривание бензина каталитического крекинга 298
Оксигенат 311
Олигомер 313
Олигомеризация 313
Олигомеризация C_3, C_4 олефинов на цеолитных катализаторах 314
Олигомеризация фракций C_3, C_4 в присутствии гомогенных катализаторов 314
Первичная перегонка нефти 339
Полимер 358
Полимербензин (полинафта) 358
Полимеризат (олигомеризат) 358
Полимеризация (олигомеризация) олефинсодержащих газов 358
Полимеризация 358
Полугудрон 380
Ректификация газов 411
Риформат (катализат) 413
Риформинг 413
Риформинг каталитический 413
Селективная (сольвентная) депарафинизация 424
Селективная гидроочистка бензина каталитического крекинга 426
Селективная очистка 427
Сернокислотное алкилирование изобутана олефинами 443
Сольвентная депарафинизация 479
Фильтрат 568
Фосфорнокислотная полимеризация C_3, C_4 олефинов 569
Фтористоводородное алкилирование изобутана олефинами 594
Экстрагент 616
Экстрагирование 616
Экстракция 616
Эмульсия водонефтяная 618
Эмульсия 618
Этерификация 619

Ракетные топлива

Горючие компоненты жидких ракетных топлив 102
Горючие компоненты смесевых твердых ракетных топлив 104
Двухкомпонентное жидкое ракетное топливо 111
Двухосновное твердое ракетное топливо (коллоидное) 111
Желеобразное ракетное топливо 128
Жидкое ракетное топливо (ЖРТ) 128
Компонент жидкого ракетного топлива 204
Кордит 209
Криогенное топливо 224
Однокомпонентное жидкое ракетное топливо 304
Окислители жидких ракетных топлив 307
Окислители смесевого твердого ракетного топлива 309
Окислительные и горючие компоненты двухосновных твердых ракетных топлив 310
Перспективные ракетные системы 342
Ракета 401
Ракетное топливо (РТ) 402
Ракетное топливо твердое 402
Ракетное топливо твердое баллиститное 402
Самовоспламеняющееся жидкое ракетное топливо 421
Смесевое твердое ракетное топливо 467
Состав смесевых твердых ракетных топлив 480
Трехкомпонентное жидкое ракетное топливо 556

Смазочно-охлаждающие технологические средства (СОТС)

Автокатализ 11
Автоокисление 12
Активация СОТС 15
Антиокислительные присадки к СОТС 29
Ассортимент СОТС 35
Биологическая очистка СОТС 45
Биоповреждение СОТС 45
Биостойкость масляных СОТС 46
Биоцидные присадки к СОТС 46
Быстроиспаряющиеся СОТС 48
Взрывоопасность СОТС 54
Влияние жесткой воды на СОТС 55
Водосмешиваемые СОТС 64
Воздействие СОТС на лакокрасочные покрытия 65
Воздействие СОТС на резину 66
Газообразные СОТС 82
Гидролиз 100
Гидроциклонная сепарация СОТС 101
Дегазация водной основы СОТС 112
Дегазация масляной основы СОТС 112
Демпфирующее действие СОТС 114
Деэмульгация масляной СОТС (СОЖ) 116
Деэмульсация 116
Дислокации 119
Диспергирующее действие СОТС 119
Жидкие СОТС 128

Испаряемость СОТС 168
Канцерогенное действие СОТС 172
Качество СОТС 179
Коррозионная агрессивность СОТС в отношении черных и цветных 209
Магнитная сепарация СОТС 229
Масляные СОТС 250
Мембранный метод разложения СОТС 259
Мойка и дезинфекция систем хранения и подачи СОТС 271
Моющая способность СОТС 275
Моющее действие СОТС 276
Обозначение СОТС 304
Окисляемость СОТС 311
Охлаждающее действие СОТС 325
Охрана окружающей среды при работе с СОТС 326
Пенообразование СОТС 338
Пластифицирующее действие СОТС 344
Пластичные СОТС 348
Поверхностно-активные вещества к СОТС 353
Подготовка системы применения СОТС к эксплуатации 355
Полусинтетические СОТС 361
Получение СОТС 361
Прелюбы 366
Приготовление СОТС при применении 374
Применение СОТС 377
Присадки высокого давления (EP-присадки, противозадирные) 380
Присадки к СОТС 382
Противотуманные свойства СОТС 399
Рабочая концентрация СОТС 400
Радикалы свободные 400
Расплавы металлов, используемые в качестве жидких СОТС 403
Регенерация жидких СОТС 405
Режущее действие СОТС 410
Свойства СОТС и методы их оценки 422
Сепарация СОТС 427
Синтетические СОТС 451
Система применения жидких СОТС (СОЖ) 451
Склонность СОТС к пенообразованию 455
Смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ) 458
Смазочно-охлаждающие технологические средства (СОТС) 458
Смазывающее действие СОТС 466
Смазывающие свойства СОТС 467
Смачивание при действии СОТС 467
СОТС для алмазно-абразивной обработки 480
СОТС для волочения металлов 482
СОТС для лезвийной обработки металлов 482
СОТС для прокатки металлов 484
СОТС для штамповки металлов 485
СОТС для электроискровой обработки 485
СОТС. Получение 485
СОТС. Приготовление при применении 485
СОТС. Применение 485
СОТС. Свойства 485
СОТС. Требования 485
Стабильность СОТС 494
Стабильность СОТС при низких температурах 494
Стабильность СОТС при хранении 494
Стойкость СОТС 505
Твердые СОТС 508
Температура вспышки СОТС 518
Теория действия СОТС 530
Технические моющие средства и дезинфектанты для систем циркуляции СОТС 535
Техника применения СОТС 535
Токсичность СОТС 545
Требования к СОТС 555
Туманообразование при эксплуатации СОТС 558
Утилизация жидких СОТС (СОЖ) 566
Фильтрация (фильтрование) СОТС 568
Флотация СОТС 569
Функциональные свойства СОТС 597
Химическая активность СОТС 598
Чистота СОТС 613
Экологические свойства СОТС 615
Эксплуатационные свойства жидких СОТС 615
Электромагнитная сепарация СОТС 617
Электрохимическая обработка СОТС 618
Эмульсии коалесценсия 618
Эмульсионные СОТС 618

Стандартизация

Аккредитация 15
Безопасность продукции 41
Декларация о соответствии 113
Декларирование соответствия 114
Заявитель 141
Знак обращения на рынке 141
Знак соответствия 141
Идентификация продукции 144
Исправление (восстановление) качества нефтепродукта 168
Классификация 179
Кондиционный нефтепродукт 205

Марка продукции (маркировка или обозначение) 230
Маркировка нефти и нефтепродуктов 230
Международный стандарт 256
Национальный стандарт 279
Некондиционный нефтепродукт 279
Нефтепродукт 280
Нефтепродуктообеспечение 280
Нормативная документация 292
Орган по сертификации 316
Паспорт продукции 338
Подтверждение соответствия 355
Подтверждение соответствия для нефтепродуктов 355
Производство нефтепродуктов 388
Сертификат соответствия 447
Сертификация 447
Система сертификации 451
Стандарт 496
Стандартный метод испытания 496
Технический регламент 542
Техническое регулирование 543
Тип нефтепродуктов 545
Упаковка нефтепродуктов 563
Утилизация нефтепродуктов 567
Хранение 602

Твердые нефтепродукты

Композиции на основе твердых углеводородов
Автополироль 12
Антиозонант 27
Антиокислитель 27
Атактический полипропилен 38
Безводная временная связка для магнезиальных огнеупоров 41
Бенз-α-пирен 41
Вазелин 50
Водно-восковые дисперсии 62
Водно-восковые составы 62
Водно-парафиновые составы 62
Воск буроугольный 66
Воск нефтяной 66
Воск пчелиный 66
Воски для прессового производства 66
Воски для резин 66
Воски для терморегуляторов 67
Воски ЗВ-1, ЗВ-2у 67
Воски природные 67
Воски растительные 67
Восковая электроизоляционная композиция ЭВК-4НМу 67
Восковой сплав для сыров СДС-13м 67
Гач 86
Даммарова смола 109
Денормализат 114
Дисперсии водно-восковые 120
Дисперсия 120
Дисперсная система 120
Добавка модифицирующая к твердым углеводородам 122
Заливочные и прошпарочные композиции 134
Заливочный вакуумный состав 134
Запах парафина 137
Защитные дерматологические средства 139
Защитный воск ЗВП 140
Защитный воск ЗВ-ПФ 140
Защитный воск Паралайт-17 140
Защитный восковой состав ПЭВ-74 140
Защитный крем 141
Защитный состав "Мовитин" 141
Изделия декоративной косметики 144
Изоморфизм 158
Канделильский воск 172
Карнаубский воск 173
Коллоидные системы 197
Композиции на основе твердых углеводородов 202-204
Композиции. Технология производства 204
Ланолин 226
Лиофильные коллоидные системы 227
Лиофобные коллоидные системы 227
Литейный крепитель 227
Мазь 229
Маркирующий карандаш 230
Мастика для натирания полов 256
Медицинские мази 256
Микрокристаллический парафин 267
Моделировочный воск "МОДЕВАКС" 271
Модельный восковой состав 271
Модификатор 271
Морозостойкость композиций на основе твердых углеводородов 273
Насалка 278
Озокерит 305
Озокерит-сырец 305
Отпарка 323
Парафин жидкий 329
Парафин медицинский 329
Парафин микрокристаллический 329
Парафин мягкий 329
Парафин спичечный 329
Парафин твёрдый 329
Парафинистые отложения 330
Парафиновая композиция 330
Парафиновые углеводороды 331
Пенетрация иглой 338
Пенетрация конусом 338
Петролатум 344
Пигмент 344

Полиизобутилен 358
Полировальное средство 360
Полиэтилен 360
Полиэтиленовый воск 360
Предохранительный состав ПП 95/5 366
Пробка парафинистая 387
Пропиточные восковые составы 393
Прошпарочная и заливочная массы для кабелей связи 399
Прошпарочные композиции 399
Разделительные составы, составы для склеивания деталей и заделки дефектов модели 400
Растворители 404
Расширение 404
Садовый вар 421
Свеча 421
Связка временная безводная для магнезиальных огнеупоров 424
Связующие композиции на основе твердых углеводородов 424
Сингония 449
Синтетические церезины для терморегуляторов 451
Содержание ароматических углеводородов в жидких парафинах 472
Содержание бенз-α-пирена в твердых парафинах 472
Содержание масла в парафине 474
Содержание *н*-алканов в жидких и твёрдых парафинах 474
Сополимеры этилена 479
Состав парафиновый для извлечения алмазов 480
Специальные воски для датчиков температуры 486
Сплав АФ-1 489
Сплав СКФ-15 489
Суспензия 507
Твёрдые углеводороды 509
Температура плавления высокоочищенных твёрдых парафинов 523
Температура плавления очищенных твёрдых парафинов 523
Температура плавления твердых парафинов и композиций 523
Температура слипания 525
Технологическая связка (временная) 543
Тонер 547
Топливо твёрдое бытовое 551
Увлажнитель формовочной смеси 562
Узкие фракции синтетического церезина для терморегуляторов ДВС 562
Усадка (контракция) 563
Фазовый переход твёрдого парафина 568
Флегматизаторный состав СФ-ЛП 569
Фракционный состав парафинов 594
Фракция высокоплавких синтетических церезинов 594
Церезин 609
Церезин нефтяной 609
Церезин синтетический 609
Церезиновая композиция 609
Шликер 614
Эвтектика 615
Эмульгаторы 618

Производство композиций на основе твердых углеводородов

Активатор 15
Аммиак 24
Ацетон 39
Гомогенизация 102
Гудрон кислый 107
Денормализат 114
Депарафинизация 114
Дистилляция жидких парафинов 121
Дихлорметан 122
Дихлорэтан 122
Древесный спирт 125
Карбамид 173
Клатрат 195
Комплекс карбамида с *н*-алканами 198
Композиции. Технология производства 204
Кристаллизатор 224
Кристаллизация дробная 204
Лепешка 227
Метанол 260
Метилбензол 260
Метилен хлористый 260
Метилизобутилкетон 260
Метилэтилкетон 260
Мочевина 275
Обезмасливание 297
Осадок на поверхности вакуумного барабанного фильтра 317
Очистка твёрдых и жидких парафинов 326
Парафины жидкие. Производство 331
Парафины твердые и жидкие. Очистка 335
Парафины твердые. Производство 336
Парафины твердые. Розлив и упаковка 337
Перколяционная доочистка твёрдых парафинов 342
Пропан 393
Розлив и упаковка твёрдых парафинов 419
Слоп-вокс 457
Смолисто-асфальтеновые вещества 468
Спирт изопропиловый 488
Спирт метиловый 489
Термопластичная добавка 535
Технология производства композиций на основе твердых углеводородов 544
Толуол 546
Фильтрат обезмасливания 568
Фильтр-пресс 568
Хлористый этилен 601
Холодное фракционирование 601
Церезины нефтяные. Производство 609

Нефтяные битумы

Адгезия нефтяного битума 13
Асфальтены 37
Битум высокоплавкий - рубракс 47
Битум для заливочных аккумуляторных мастик 47

Битум дорожный вязкий 47
Битум дорожный жидкий 47
Битум дорожный нефтяной 48
Битум изоляционный 48
Битум кровельный пропиточный и покровный 48
Битум специальный 48
Битум строительный 48
Вязкость нефтяного битума 77
Глубина проникания иглы (пенетрация) 101
Групповой химический состав нефтяного битума 105
Диэлектрические свойства нефтяного битума 102
Дуктильность 125
Индекс пенетрации 159
Интервал пластичности дорожного битума 166
Когезия нефтяного битума 195
Компаундированные нефтяные битумы 198
Нефтяной битум 285
Окисленные нефтяные битумы 305
Остаточные (неокисленные) нефтяные битумы 318
Плотность нефтяного битума 353
Пенетрация битумов 338
Растворимость и химическая стойкость нефтяных битумов 403
Растяжимость нефтяного битума (дуктильность) 404
Смолы 469
Температура размягчения нефтяного битума 525
Температура хрупкости нефтяного битума 526
Тепловые свойства нефтяного битума 530
Условная вязкость 563
Химическая стойкость нефтяных битумов 600

Нефтяные коксы

Аналитическая проба нефтяного кокса 25
Влага в аналитической пробе кокса (аналитическая влага) 54
Влажность кокса 55
Высокосернистый нефтяной кокс 73
Действительная плотность кокса 112-113
Замедленное коксование 135-137
Зольность (зола) кокса 142
Игольчатый нефтяной кокс 144
Истираемость кокса (сырого) 170
Коксование 195
Кубовый нефтяной кокс 225
Кусковой нефтяной кокс (крупный) 225
Лабораторная проба нефтяного кокса 226
Малосернистый нефтяной кокс 229
Массовая доля кремния, ванадия и железа в коксе 252
Массовая доля летучих веществ (выход летучих веществ) в коксе 254
Массовая доля мелочи в коксе 255
Массовая доля обмасливающего агента 255
Мелочь нефтяного кокса 259
Механическая прочность кокса 263
Микроструктура кокса 267
Насыпная плотность прокаленного кокса 278
Насыпная плотность кокса 278
Нефтяной кокс 286
Обессеренный нефтяной кокс 297
Общая влага в коксе 304
Периодическое коксование в кубах 342
Порошкообразный нефтяной кокс процесса термоконтактного коксования 363
Прокаленный нефтяной кокс 388
Прокаливание кокса 389
Сернистый нефтяной кокс 443
Содержание натрия, кальция, магния, никеля, титана в коксе 474
Содержание серы в коксе 476
Содержание углерода и водорода в нефтяных сырых и прокаленных коксах 478
Суммарный нефтяной кокс 507
Термоконтактное коксование в псевдоожиженном слое нефтяного порошкообразного кокса 533
Топливный нефтяной кокс 547
Установки прокаливания кокса в барабанных печах 563
Установки прокаливания кокса в подовых печах 564
Установки прокаливания кокса в ретортных и камерных печах 566
Установки прокаливания кокса в электрических печах 566

Трансмиссионные, гидравлические, осевые масла, амортизаторные жидкости

Амортизаторные жидкости 25
Гидравлическая рабочая жидкость 87
Гидравлические масла 87-89
Гипоидные масла 101
Испытания трансмиссионных масел 169
Классификация трансмиссионных масел API 192
Классификация трансмиссионных масел SAE 193
Классификация трансмиссионных масел по ГОСТ 17479.2 194
Маркировка (обозначение) трансмиссионного масла 230
Масла для автоматических трансмиссий 230
Масла для гидромеханических передач (ГМП) 233

Масла для механических коробок передач (МКП) 236
Масла для механических трансмиссий 236
Осевые масла 317
Спецификации трансмиссионных масел 487
Тормозные жидкости 552
Трансмиссионные масла 552
Трансмиссия 553

Трение, изнашивание, смазывание

Абразивное изнашивание 8
Внешнее трение 56
Внутренне трение 56
Выкрашивание 73
Газовая смазка 82
Газообразный смазочный материал 83
Гидродинамическая (газодинамическая) смазка 92
Гидростатическая (газостатическая) смазка 101
Граничная смазка 104
Животный смазочный материал 128
Жидкий смазочный материал 128
Жидкостная смазка 131
Задир 134
Изнашивание 145
Износ 145
Износостойкость 145
Кавитационное изнашивание 172
Механическое изнашивание 267
Минеральный смазочный материал 269
Нагрузочная способность смазочной пленки 278
Натир 279
Объёмная температура 304
Окислительное изнашивание 310
Параметры трения 329
Питтинг 344
Полужидкостная (смешанная) смазка 361
Растительный смазочный материал 404
Сила трения 447
Синтетический смазочный материал 451
Смазка 457
Смазочная система 457
Смазочный материал с присадкой 465
Смазочный материал 465
Схватывание при трении 507
Твердая смазка 508
Твердое смазочное покрытие (ТСП) 508
Твердый смазочный материал 509
Трение 556
Трение качения 556
Трение скольжения 556
Усталостное изнашивание 563
Циркуляционная смазочная система 612
Циркуляционное смазывание 612
Эласто-гидродинамическая смазка 616
Эрозионное изнашивание 619
Ювенильная поверхность 620
Ювенильное трение 620

Энергетические масла

Масла для компрессоров холодильных машин 236
Масла для поршневых и ротационных компрессоров 240
Масла для турбокомпрессоров 243
Трансформаторные масла 553
Турбинные масла 559
Энергетические масла 619

Горючие Смазочные Материалы

Энциклопедический толковый словарь-справочник