

Министерство образования Российской Федерации

Сыктывкарский лесной институт (филиал)
государственного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Санкт-Петербургская государственная
лесотехническая академия им. С. М. Кирова»

Б. П. Евдокимов

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ В ЛЕСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
по образованию в области лесного дела
в качестве учебника для студентов высших учебных заведений
лесотехнического профиля, обучающихся по специальностям
170400 и 260100 всех форм обучения*

СЫКТЫВКАР 2004

УДК 634.383 (075)
Е 15

Рассмотрено и рекомендовано к изданию
редакционно-издательским советом
Сыктывкарского лесного института

Ответственный редактор:
профессор Сыктывкарского лесного института,
кандидат технических наук **М. Н. Шостак**

Рецензенты:
кафедра «Лесные и деревообрабатывающие машины и материаловедение»
Ухтинского государственного технического университета,
заведующий кафедрой кандидат технических наук, доцент **Н. Р. Шоль,**

кафедра «Автомобили и автомобильное хозяйство»
Вологодского государственного технического университета,
заведующий кафедрой академик Академии транспорта,
доктор технических наук, профессор **В. Г. Дажин**

УДК 634.383 (075)
Е 15

Евдокимов, Б. П. Эксплуатационные материалы в лесной промышленности:
Учебник для студ. вузов лесотехн. профиля спец. 170400 и 260100 всех форм обуч.
/ Б. П. Евдокимов; Сыктывкарский лесн. ин-т. – Сыктывкар, 2004. – 184 с.
ISBN 5–89804–028–5

Изложены краткие сведения по современному производству топливно-смазочных материалов (ТСМ) и предъявляемые к ним требования. Рассмотрены эксплуатационные материалы, используемые в лесной промышленности. Приведены сведения по ассортименту отечественных и зарубежных ТСМ и показателям их качества.

Табл. 43, рис. 7, прил. 12, библиогр. 39 назв.

ISBN 5–89804–028–5

© Евдокимов Б. П., 2004
© Сыктывкарский лесной институт (филиал)
государственного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Санкт-Петербургская государственная
лесотехническая академия им. С. М. Кирова», 2004

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

ТСМ	–	топливно-смазочные материалы;
НТД	–	нормативно-техническая документация;
НАМИ	–	Научно-исследовательский автомобильный институт;
ОЧ, ON	–	октановое число;
ЦЧ, CN	–	цетановое число;
API	–	Американский институт нефти;
ASTM	–	Американское общество испытателей материалов;
ADAS	–	Ассоциация водителей автомобилей Германии;
FMVSS	–	Федеральные стандарты автомобильной безопасности (США);
NLGI	–	Национальный институт смазочных материалов США;
SAE	–	Американское общество автомобильных инженеров;
ACEA	–	Европейская ассоциация конструкторов автомобилей;
CCMC	–	Комитет конструкторов автомобилей стран общего рынка;
ISO	–	международный стандарт по маслам, смазкам и эксплуатационным материалам;
DIN	–	стандарт Германии;
IP	–	стандарт Великобритании;
VVL	–	федеральные стандарты США;
NFT	–	стандарт Франции;
JIS	–	стандарт Японии;
SNV	–	Швейцарское объединение стандартов;

EN	–	европейский стандарт;
VLI	–	индекс образования паровой пробки;
VI	–	индекс вязкости;
SV	–	индекс вязкости по Сейболту;
GL	–	универсальная смазка;
EP	–	сверхвысокое давление;
CFPP	–	предел фильтрации в °С;
RON	–	исследовательский метод определения октанового числа бензина;
MON	–	моторный метод определения октанового числа бензина;
TEL	–	тетраэтилсвинец;
TML	–	тетраметилсвинец;
LPG	–	сжиженный нефтяной газ;
CNG	–	сжатый природный газ;
SUS	–	универсальные секунды Сейболта.

ВВЕДЕНИЕ

С увеличением количества лесных машин, оснащенных гидроприводом, растет потребление нефтепродуктов в лесной отрасли, расширяется их ассортимент.

В связи с этим особое значение приобретает грамотное и рациональное применение эксплуатационных материалов. При этом от качества эксплуатационных материалов, их соответствия данным условиям эксплуатации в значительной мере зависят надежность работы, долговечность и производительность лесных машин, затраты на их техническое обслуживание и ремонт. Рациональное использование топлив, смазочных материалов и специальных жидкостей предусматривает применение только таких эксплуатационных материалов, которые по своим качествам соответствуют данным условиям эксплуатации лесных машин.

Применение эксплуатационных материалов более низкого качества приводит к снижению долговечности и надежности работы деталей, узлов и механизмов лесных машин, усложнению технического обслуживания и их ремонта. Применение эксплуатационных материалов более высокого, чем требуется, качества ведет к увеличению затрат. Поэтому знание показателей, которыми характеризуется качество, физические и химические свойства того или иного эксплуатационного материала, а также предъявляемых к нему технико-экономических требований позволяет судить о его рациональном использовании.

В учебнике подробно описана классификация отечественных и импортных масел, смазок и специальных технических жидкостей по качеству и вязкости, приведены сведения о присадках и дана их краткая характеристика.

В приложениях приведены марки моторных и трансмиссионных масел, смазок и гидравлических жидкостей; температурные диапазоны по классу вязкости SAE; перечень отечественных предприятий, выпускающих масла по зарубежной классификации.

В связи с повышением роли и значения ТСМ в экономике страны, когда проблемы их качества и рационального использования приобрели межотраслевое значение как факторы увеличения надежности, долго-

вечности и экономичности работы лесных машин, возникла потребность иметь научную основу применения ТСМ. Это привело к появлению на стыке ряда научных дисциплин новой прикладной науки, получившей название «*химмотология*» от слов «химия», «мотор» и «логия» (наука).

Таким образом, химмотология – это направление науки и техники, занимающееся изучением эксплуатационных свойств и качеств топлив, масел, смазок и специальных жидкостей. Один из основных разделов химмотологии – это теория и практика применения ТСМ и эксплуатационных материалов для лесных машин, что и является основным содержанием данного учебника.

Учебник предназначен для студентов специальности 170400 «Машины и оборудование лесного комплекса» и может быть использован инженерно-техническими работниками лесной отрасли.

При написании учебника были использованы книги и работы авторов [1–39] без указания соответствующих ссылок в тексте.

1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОИЗВОДСТВЕ ТОПЛИВ И СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

1.1. ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА НЕФТЕЙ НА СВОЙСТВА ПОЛУЧАЕМЫХ ТОПЛИВ И МАСЕЛ

Природная нефть представляет собой раствор углеводородов различного состава и строения. На вид это маслянистая жидкость. Физико-химические свойства нефти зависят от ее месторождения. Плотность большинства нефтей находится в диапазоне 770–840 кг/м³, плотность более тяжелых нефтей достигает 1040 кг/м³. Теплота сгорания нефти 43000–45500 кДж/кг.

Нефть как сырье для производства топлив и масел обладает рядом неоспоримых достоинств: прежде всего по калорийности (1 кг нефти при сгорании выделяет столько же тепла, сколько 1,3 кг антрацита или 3 кг бурого угля), способу добычи (себестоимость добычи нефти в 6 раз ниже, чем угля), а удобство ее транспортирования и использования создает дополнительные преимущества перед другими видами сырья.

Различают элементный и групповой составы нефти.

Элементный состав нефти. Основную часть нефти и нефтепродуктов составляют углерод (83–87 % (масс.)), водород (12–14 % (масс.)), сера (3–4 % (масс.)), остальное – азот, кислород. В нефти обнаружено в незначительных количествах большинство известных химических элементов.

Групповой состав нефти. Нефть, будучи сложной по химическому составу и структуре жидкостью, состоит в основном из углеводородов, подразделяемых на следующие группы (ряды): парафиновые (алканы), нафтеновые (цикланы), ароматические (арены). Присутствие углеводородов тех или иных групп, соотношение которых зависит от месторождений нефти, по-разному влияет на свойства получаемых топлив и масел.

Плотность, вязкость, температура плавления и кипения углеводородов увеличиваются с ростом их молекулярной массы, которая, как и структура молекул, определяет свойства углеводородов в каждой группе.

В обычных условиях углеводороды, содержащие от 1 до 4 атомов углерода, являются газами. В состав бензина и дизельного топлива входят жидкие углеводороды (от 5 до 20 атомов углерода). Моторные масла содержат углеводороды с числом атомов углерода в молекуле от 20 до 70.

Поскольку свойства нефтепродуктов зависят от типа и строения содержащихся в них углеводородов, ниже изложены краткие сведения о строении и свойствах соединений, входящих в состав нефтей, а также рассмотрено их влияние на свойства топлив и масел.

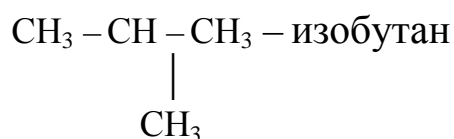
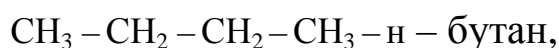
Алканы (парафины) – газообразные, жидкие или твердые вещества представляют собой сочетание углеродных и водородных атомов в виде незамкнутой цепочки. Их общая эмпирическая формула такова: C_nH_{2n+2} .

Газообразные соединения, входящие в состав попутных и природных газов (метан, этан, пропан, бутан, изобутан), содержат от 1 до 4 атомов углерода. Они обладают высокой детонационной стойкостью. Октановые числа их по моторному методу или близки к 100 или выше. Соединения, содержащие от 5 до 15 атомов углерода, – жидкие вещества, а начиная с гексадекана ($C_{16}H_{34}$), – твердые вещества. При обычной температуре они могут находиться в растворенном или кристаллическом состоянии в нефти и высококипящих фракциях.

Содержание алканов в нефтях зависит от месторождения: без растворенных газов оно составляет 25–30 % (об.); с учетом находящихся в растворенном состоянии углеводородов – 40–50 %. Иногда содержание алканов достигает 50–70 %, однако некоторые нефти содержат 10–15 % алканов.

Цепочка алканов может быть *прямой* (такие алканы называют нормальными – н) и *разветвленной* (изомерные алканы).

Разветвление цепочки возможно от бутана и выше:



С увеличением молекулярной массы температура кипения, плотность, вязкость парафиновых углеводородов повышаются. Изопарафины обычно имеют более низкие температуры кипения и плавления. Они устойчивы к действию кислорода при высоких температурах, в то время как *n*-парафины легко окисляются при повышенных температурах. Многие парафиновые углеводороды имеют высокие температуры застывания. При нормальных температуре и давлении они слабо взаимодействуют с кислородом и другими веществами, отличаясь способностью только к реакциям замещения. Их вязкость небольшая, с изменением температуры меняется в меньшей степени, чем у других классов углеводородов.

Из всех классов углеводородов алкановые имеют наиболее высокую теплоту сгорания. Их присутствие в нефтепродуктах не вызывает вредного влияния на резиновые изделия. В целом топлива и смазочные материалы, содержащие большое количество алкановых углеводородов, отличаются высокой стабильностью. При получении высококачественных автомобильных бензинов желательное присутствие изопарафинов (*n*-парафины снижают детонационную стойкость бензинов). В то же время легкоокисляющиеся *n*-парафины, уменьшая время с момента подачи топлива до его воспламенения, способствуют более плавному нарастанию давления и лучшей работе двигателя. Поэтому их содержание в более тяжелых дизельных топливах предпочтительно (однако в зимних сортах содержание их ограничивают).

Так как смазочные материалы, содержащие парафиновые углеводороды, имеют высокие температуры застывания, их применение в холодное время затруднено. Поэтому для обеспечения текучести при относительно низкой температуре такие масла нужно подвергать депарафинизации, т. е. из них должны быть удалены алкановые углеводороды, имеющие высокую температуру плавления.

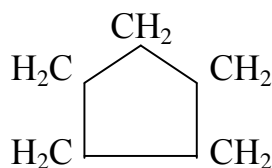
*Нафтен*овые углеводороды (цикланы) представляют собой циклические насыщенные углеводороды, в которых смежные углеродные атомы, соединяясь друг с другом одной валентной связью, образуют замкнутую (циклическую) структуру.

В нефти и нефтепродуктах содержатся главным образом моноциклические пяти- и шестичленные представители нафтенного ряда (их

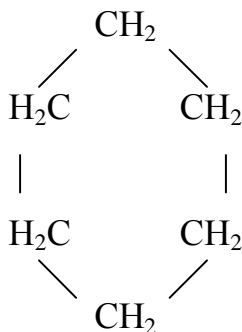
иногда называют циклопарафинами) и их производные с общей формулой C_nH_{2n} .

В топливах присутствуют моноциклические нафтеновые углеводороды, молекулы которых содержат по одному кольцу с пятью или шестью атомами углерода, это

циклопентан C_5H_{10}



и циклогексан C_6H_{12}

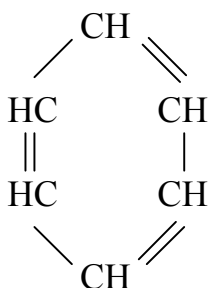


Большинство нефтей характеризуется наличием большой массы нафтеновых углеводородов: в продуктах со средними температурами выкипания их содержится 60–70 %, в масляных фракциях – 70 % и более. Циклическое строение предопределяет высокую химическую прочность углеводородов, обуславливает хорошие низкотемпературные свойства нефтепродуктов.

Нафтеновые углеводороды обладают меньшей теплотой сгорания по сравнению с парафиновыми углеводородами, но более высокой детонационной стойкостью, являются желательными компонентами в топливах для карбюраторных двигателей и зимних сортов дизельных топлив.

В масляных фракциях эти углеводороды, с одной стороны, увеличивают вязкость и улучшают маслянистость, а с другой – улучшают вязкостно-температурные свойства из-за наличия в них нафтеновых углеводородов с длинными боковыми цепями.

Ароматические углеводороды (арены). К ним относят углеводороды, молекулы которых содержат бензольные кольца с тремя одинарными связями, чередующимися с двойными:



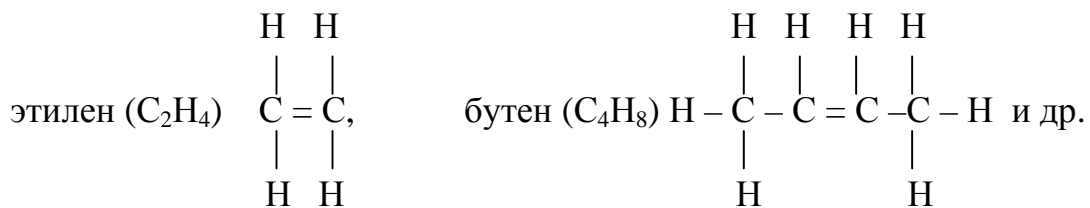
Ароматические углеводороды входят в состав нефтей в меньшем количестве, чем парафиновые и нафтеновые. Их общее содержание в различных нефтях составляет в среднем 5–20 % (масс.).

Этот класс углеводородов представлен в нефтях бензолом и его гомологами, а также производными би- и полициклических соединений. Легкие нефтепродукты (бензины) включают моноциклические углеводороды (общая формула C_nH_{2n-6}), состоящие из бензольного кольца с одной или несколькими боковыми парафиновыми цепями.

Арены из-за высокой термической устойчивости являются желательными составляющими в топливах для карбюраторных двигателей, так как у них самые высокие октановые числа из всех групп углеводородов. Учитывая их высокую нагарообразующую способность, присутствие в бензинах ароматических углеводородов допускается до определенного предела – 40–45 %. В дизельных топливах вследствие высокой термической стабильности ароматических углеводородов их присутствие является нежелательным. Ароматические углеводороды по сравнению со всеми другими группами углеводородов являются наиболее агрессивными по отношению к резиновым изделиям и имеют самую низкую теплоту сгорания.

Непредельные углеводороды. Непредельные соединения (алкены, ди-, три- и полиены, алкины) в сырой нефти и природных газах отсутствуют. Они образуются в процессах переработки нефти. Непредельные соединения являются важнейшим сырьем для нефтехимического и основного органического синтеза.

Чаще всего в нефтепродуктах присутствуют олефиновые углеводороды – алкены (C_nH_{2n}) с одной двойной связью, например:



Распространены также и диолефиновые углеводороды, имеющие две двойные связи (C_nH_{2n-2}).

Для непредельных углеводородов характерны реакции присоединения. Они также склонны к реакциям конденсации и полимеризации.

В эксплуатационных условиях низкая химическая стойкость олефинов играет отрицательную роль, так как понижается стабильность нефтепродуктов. Так, бензины термического крекинга из-за окисления их олефиновой составной части осмолются при хранении, загрязняют жиклеры карбюраторов, впускной трубопровод.

Поэтому непредельные углеводороды нежелательны во всех нефтепродуктах, а из масел их удаляют путем очистки.

Сернистые соединения. В настоящее время нефть, как правило, является сернистой или высокосернистой. Переработка таких нефтей и использование нефтепродуктов в качестве топлив требует дополнительных затрат. Так, увеличение содержания серы в бензине от 0,033 до 0,15 % (масс.) снижает мощность двигателя на 10,5 %, увеличивает расход топлива на 12 %, приводит к увеличению количества капитальных ремонтов двигателей в два раза. Кроме эксплуатационных убытков, использование сернистых топлив наносит большой вред окружающей среде, так как выделяющиеся при их сгорании в двигателях окислы серы вредны для человека и губительно действуют на растения. Серни-

стые соединения нефти по ее фракциям распределены неравномерно. С повышением температуры перегонки содержание сернистых соединений увеличивается. В тяжелых нефтяных остатках, особенно в асфальтосмолистой части, содержится 70–90 % (масс.) сернистых соединений.

Сернистые соединения делят на активные и неактивные. К активным относят соединения, способные корродировать металлы при нормальных условиях (элементарная сера S, сероводород H₂S и меркаптаны RSH, где R – углеводородный радикал).

Находящаяся в растворенном или во взвешенном состоянии элементарная сера способна вызывать сильную коррозию металлов даже при низких температурах, и поэтому она относится к коррозионно-активным агентам.

К группе коррозионно-активных сернистых соединений относят сероводород, который в присутствии воды обладает свойствами слабой кислоты и способен замещать свой водород на металл.

В меркаптанах RSH по сравнению с сероводородом один атом водорода замещен на одновалентный углеводородный радикал, что, однако, не устраняет у них кислых свойств. Меркаптаны, корродирующие металлы при обычных условиях, также относят к коррозионно-активным сернистым соединениям. Обменивая водород, находящийся при атоме серы, на металл, они образуют меркаптиды RSM, где M – одновалентный металл, что и объясняет их агрессивность. В соответствии со стандартом присутствие активных сернистых соединений в нефтепродуктах не допускается.

Если при нормальных условиях металлы, контактирующие с неактивными сернистыми соединениями, не корродируют, то при полном сгорании топлива в двигателе соединения серы образуют сернистый и серный ангидриды, способные вызвать коррозию и дающие в соединении с водой еще более активные коррозионные агенты – сернистую и серную кислоты.

Неактивные сернистые соединения состоят из сульфидов (R–S–R) – до 75–80 %, дисульфидов (R–S–S–R) и полисульфидов (R–S_n–R).

В малосернистых нефтях содержание сернистых соединений колеблется от 0,1 до 0,5 %, а в сернистых – до 4 % и более. После перегонки сернистых нефтей в бензиновых фракциях содержится 0,15–0,2 % серы,

в керосиновых доходит до 1,0 %, а в соляровых – до 2,0 %.

Кислородные соединения. Кислородосодержащие соединения в нефтях редко составляют больше 10 % (масс.). Эти компоненты нефти представлены кислотами, фенолами, кетонами, эфирами и др. Основная их часть сосредоточена в высококипящих фракциях, начиная с керосиновой.

Органические кислоты – простейшие кислородные соединения ($R-COOH$, где R – углеводородный радикал, а $COOH$ – карбоксильная группа) присутствуют в любой нефти, во всех топливах и смазочных материалах. Больше всего в нефтях и нефтепродуктах нафтеновых кислот ($C_nH_{2n-1}COOH$), представляющих собой высококипящие (выше 200 °С) маслянистые жидкости, сильно корродирующие некоторые цветные металлы (свинец, цинк и др.).

Смолисто-асфальтеновые вещества не относят к определенному классу органических соединений. Они представляют собой сложную смесь высокомолекулярных соединений гибридной структуры, включающую в состав молекул азот, серу, кислород, а также некоторые металлы. Их содержание в нефтях колеблется: от десятых долей процента до десятков процентов.

В зависимости от растворимости компонентов смолисто-асфальтеновых веществ в различных растворителях их принято делить на следующие фракции: карбоиды – вещества, практически нерастворимые ни в чем, карбены – вещества, растворимые в сероуглероде, но не растворимые в бензоле, асфальтены – вещества, растворимые в бензоле, но не растворимые в предельных углеводородах C_5-C_8 ; мальтены – вещества, растворимые в низкокипящих насыщенных углеводородах C_5-C_8 . В свою очередь мальтены представляют смесь смол и масел.

Азотистые соединения. Содержатся в нефти, по сравнению с кислородными и сернистыми соединениями в значительно меньших количествах и поэтому не оказывают заметного влияния на свойства топлив и смазочных материалов. Они неравномерно распределены по фракциям нефти и в большинстве случаев больше половины их содержится в смолисто-асфальтеновой части. Бензиновые фракции практически не содержат азота. Некоторая часть азотистых соединений сосредоточена в дизельной и газойлевой фракциях.

1.2. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДАХ ПОЛУЧЕНИЯ ТОПЛИВ И МАСЕЛ

Нефть является сырьем для производства основной массы (более 90 %) жидких топлив и масел, а также многих синтетических материалов (каучук, пластмассы, битумы, различные синтетические волокна и т. д.).

Нефтяная промышленность развивалась как по пути увеличения добычи нефти, так и по пути совершенствования методов ее переработки. Среди них – прямая перегонка, термический и каталитический крекинг, гидрокрекинг, а также риформинг.

В начале развития нефтеперерабатывающей промышленности получили распространение лишь процессы прямой перегонки нефти. Этот метод широко применяется и в настоящее время. Качество нефтепродуктов, полученных методами прямой перегонки, зависит от качества нефти и групп углеводородов, входящих в состав ее фракций.

1.2.1. Получение топлив прямой перегонкой

Прямая перегонка относится к физическим способам переработки нефти. Ее осуществляют постепенным или однократным нагреванием. В ее задачу входит наиболее полное выделение углеводородов из нефти без изменения их химической природы.

Продуктами прямой перегонки нефти являются дистилляты: бензиновый 35–200 °С, лигроиновый 110–230 °С, керосиновый 140–300 °С, газойлевый 230–330 °С и соляровый 280–380 °С. Мазут, остающийся после отгона топливных фракций (60–80 % от массы исходной нефти), используют для получения масел и крекинг-бензинов. Средний выход бензиновых фракций при разгонке может колебаться в зависимости от свойств добываемой в стране нефти от 15 до 25 %. На долю остальных топлив приходится, как правило, 20–30 %.

Углеводороды, выделяемые при первичной переработке нефти и имеющие температуры кипения ниже 40 °С, в основном состоят из нефтяных или, как их иногда называют, попутных газов. Их применяют как добавки к некоторым бензинам, как топливо для газобаллонных авто-

мобилей и в качестве сырья для получения ряда синтетических продуктов. Прямогонные нефтепродукты обладают высокой химической стабильностью, так как в них отсутствуют непредельные углеводороды.

1.2.2. Получение топлив деструктивной переработкой

С целью увеличения выхода получаемых из нефти топливных фракций осуществляют переработку высококипящих нефтяных продуктов путем расщепления тяжелых углеводородных молекул на более легкие. Этот процесс называют деструкцией, а соответствующий процесс преобразования углеводородов – крекинг-процессом или крекингом.

Термический крекинг – такой вид деструктивной переработки нефтяного сырья, при котором расщепление и изменение структуры углеводородов происходят под действием температуры и давления по следующей схеме:



Сырьем для получения автомобильного бензина при термическом крекинге (температура 470–540 °С, давление от 2 до 7 МПа) являются углеводороды большой молекулярной массы (мазут, керосиногазойлевые фракции и т. д.). Углеводороды расщепляются с образованием более легких фракций (бензиновой, лигроиновой и керосиновой), выход которых зависит от вида сырья и режима процесса: при крекинге мазута получают 25–30 % бензина (в остатке – 5–8 % газа и крекинг-мазут), а при крекинге газойля – 60 %.

Крекинг-бензин характеризуется низкой химической стабильностью и невысоким октановым числом (66–68 по моторному методу), так как при термическом крекинге, как правило, образуются парафиновые и ненасыщенные углеводороды олефинового и диолефинового рядов. Его используют в качестве компонента при получении товарных автомобильных бензинов, правда, с каждым годом во все более меньших количествах (на новых нефтеперерабатывающих заводах установки термического крекинга не применяют).

Коксование. Коксование – это процесс получения дистиллята широкого фракционного состава и нефтяного кокса из мазута, полугудрона, гудрона, крекинг-остатков и др. методом их нагревания без доступа воздуха. Коксование нефтяных остатков протекает при 505–515 °С под давлением 0,2–0,3 МПа.

Бензин, полученный коксованием, отличается низким октановым числом (60–67 по моторному методу) и значительным содержанием серы (1–2 %).

Каталитический крекинг. Под каталитическим крекингом понимают такой вид деструктивной переработки нефтяного сырья, при которой расщепление углеводородов и изменение их структуры с целью получения продуктов требуемого качества происходит под действием температуры и катализатора. В качестве сырья используют газойлевую или соляровую фракции прямой перегонки нефти, а иногда соляровый дистиллят вакуумной перегонки мазута. Условия проведения каталитического крекинга таковы: температура – 450–525 °С, давление – 0,06–0,14 МПа (близкое к атмосферному), алюмосиликатные катализаторы (10–30 % Al_2O_3 , 70–90 % SiO_2 , небольшое количество других окислов, например, Fe_2O_3 и CaO).

Продукция каталитического крекинга – бензиновый дистиллят (применяется как компонент товарных бензинов), богатый изоалканами, цикланами и ароматическими углеводородами, имеет хорошую химическую стабильность, так как в нем практически отсутствуют непредельные углеводороды. Октановое число фракции составляет 78–85 (по моторному методу).

Таким образом, каталитический крекинг позволяет увеличить выход бензина с одновременным повышением его качества.

Каталитический риформинг. В качестве сырья для этого процесса переработки нефтепродуктов обычно используют бензиновые фракции первичной перегонки нефти, выкипающие в пределах 85–180 °С.

Риформинг проводят в среде водородосодержащего газа (7–90 % (об.) H_2 , остальное – низшие углеводороды) при температуре 480–540 °С, давлении 2–4 МПа и в присутствии молибденового (гидрофор-

минг), или платинового (платформинг) катализатора. Платформинг как более удобный и безопасный процесс в значительной степени вытеснил гидроформинг.

Бензин каталитического риформинга используют как высокооктановый компонент автомобильных бензинов (октановое число 85 по моторному методу и 95 по исследовательскому) или для выделения аренов, составляющих в этих бензинах 50–60 % (масс.).

Гидрокрекинг – процесс переработки нефтепродуктов, сочетающий крекирование и гидрирование сырья – газойлей, нефтяных остатков и др. Процесс проводится под давлением водорода 15–20 МПа при температуре 370–450 °С в присутствии алюмокобальтомолибденового или алюмоникель-молибденового катализатора. Октановые числа бензиновых фракций гидрокрекинга – 85–88 (по исследовательскому методу). Гидрокрекинг повышает выход светлых нефтепродуктов (бензина, дизельного топлива, реактивного топлива).

Синтезирование. Для получения индивидуальных углеводородов, обладающих высокими антидетонационными свойствами и используемых в качестве добавок к бензинам (изооктан, алкилбензин, алкилбензол и др.), применяют синтезирование. Эти процессы осуществляют в присутствии катализаторов.

Алкилбензин получают из газов крекинга и риформинга. При алкилировании к молекулам углеводородов присоединяются алкильные радикалы. При изомеризации происходит перегруппировка атомов в молекуле, в результате чего образуются молекулы с изоструктурой, обеспечивающей требуемые свойства топлив. Сырьем при изомеризации служат легкие прямогонные бензиновые фракции.

Очистка топливных дистиллятов. Применяется для очистки от содержащихся в дистиллятах сернистых соединений, органических кислот и смолисто-асфальтеновых веществ. Содержание органических кислот и некоторых сернистых соединений снижают, например, обработкой дистиллятов щелочью с последующей промывкой водой.

В настоящее время для удаления серы широко применяют метод гидроочистки (каталитический процесс). Процесс протекает в атмосфере водорода при температуре от 300 до 430 °С и давлении до 5–7 МПа в присутствии катализатора (обычно соединения кобальта и молибдена). Таким методом удается снизить содержание серы в топливе на 90–92 %.

Товарные сорта топлив получают смешением различных очищенных топливных дистиллятов с добавлением в них присадок, улучшающих одно или несколько эксплуатационных свойств топлив.

Низкотемпературные свойства дизельных топлив улучшают удалением из топлив части углеводородов с высокой температурой застывания (депарафинизацией).

Топлива из нефтяных газов. По происхождению нефтяные газы подразделяются на *естественные*, выделяющие попутно с нефтью из скважин или добываемые в газовых месторождениях независимо от нефти, и *искусственные* (промышленные), к которым относят газы, получаемые при прямой перегонке нефти и при деструктивной переработке нефтяного сырья. Естественные нефтяные газы – это алканы (от метана CH_4 и выше), в которых в виде примесей могут присутствовать, небольшие количества CO_2 , N_2 и H_2S . По углеводородному составу газы, получаемые при перегонке нефти, качественно почти не отличаются от состава естественных газов. Однако количественное отличие характеризуется меньшим содержанием CH_4 и большим C_5H_{12} и выше.

При переработке нефтяных газов получают как газообразные, так и жидкие топлива.

1.2.3. Получение масел

Масла состоят из основы и присадок, на долю которых приходится в среднем 3–8 % (редко до 20 %).

Базовые масла, химический состав которых зависит от качества нефти, пределов выкипания отбираемых масляных фракций, методов и степени их очистки, вырабатывают из мазута, подвергая его перегонке в вакууме, что позволяет снизить температуру нагрева до 420–430 °С.

При этом выделяют ряд фракций (дистиллятов), отличающихся различным уровнем вязкости.

Продукты вакуумной перегонки мазута – это вакуум-соляр (самые легкие фракции), дистилляты легких и средних промышленных масел, тяжелые дистилляты моторных масел. Неотгоняемый остаток – это гудрон. Выход дистиллятных масел составляет около 50 %.

Масла с повышенной вязкостью получают из полугудрона (остаток с неглубоким отбором масляных фракций) и называют их остаточными.

Как дистиллятные, так и остаточные масла в дальнейшем очищают от сернистых соединений, органических кислот, смолисто-асфальтеновых веществ и других нежелательных примесей, применяя деасфальтизацию, селективный и контактный способы, депарафинизацию. На выбор способа очистки влияют качество исходного сырья и назначение вырабатываемого масла (например, остаточные масла из сернистых нефтей подвергают всем перечисленным способам очистки). При селективной очистке нежелательные примеси удаляются из масла почти полностью при сравнительно небольшом расходе селективного (избирательного) растворителя (фенола, фурфурола и др.), что позволяет отнести этот способ к наиболее совершенным. Необходимого уровня вязкости базового масла добиваются путем смешения очищенных дистиллятных и остаточных масел.

Топлива и масла из твердых горючих ископаемых. Ненефтяные топлива и масла получают из твердых горючих ископаемых – угля, сланцев, торфа и других видов твердых топлив.

Элементный химический состав горючей части рассматриваемых ископаемых – это те же элементы, из которых состоит и нефть: углерод, водород, кислород, азот и сера. Наличие углерода и водорода в твердых горючих ископаемых дает возможность использовать их как сырье для получения жидких углеводородных топлив.

Твердые горючие ископаемые отличаются сложным составом, зависящим в основном от условий их залегания, возраста, происхождения. В жидкие топлива твердые горючие ископаемые перерабатывают полукоксованием, коксованием и деструктивной гидрогенизацией.

Полукоксование (или низкотемпературное коксование) заключается в нагреве сырья в печах без доступа воздуха (для угля температура нагрева 477–577 °С). Продуктами полукоксования являются: полукокс – твердое топливо (из него удалены значительная часть летучих компонентов и влага) и первичная смола (жидкие продукты, сконденсировавшиеся при охлаждении летучих веществ).

Коксование. Процесс протекает при большей температуре, чем при полукоксовании (для угля до 636–954 °С). Расщепление сырья углубляется, в результате чего уменьшается количество выделяющихся смол и увеличивается количество газа.

Деструктивная гидрогенизация заключается в разрушении (деструкции) тяжелых углеводородных молекул, входящих в исходное сырье с образованием молекул с меньшей молярной массой и насыщением свободных молекулярных связей водородом (гидрогенизацией). Процесс, как и при получении бензина коксованием мазута и других тяжелых фракций, осуществляются путем термической обработки сырья в атмосфере водорода в присутствии катализатора.

Дальнейшая переработка жидких продуктов, получаемых при газификации твердых горючих ископаемых, осуществляется методами, применяемыми при переработке природной нефти.

2. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В лесной промышленности страны применяются следующие эксплуатационные материалы для лесозаготовительных и лесотранспортных машин: жидкие топлива, смазочные масла, пластические смазки и специальные технические жидкости.

2.1. ЖИДКИЕ ТОПЛИВА

Жидкие топлива (автомобильные бензины и дизельное топливо) характеризуются следующими основными качественными показателями: октановым и цетановым числами, испаряемостью, вязкостью, температурой застывания, температурой вспышки, воспламенения, самовоспламенения, плотностью, содержанием серы, механических примесей и воды. В соответствии с ГОСТ 425-83 и ГОСТ 305-82 показатели качества жидких топлив разделяются на обязательные для всех топлив (содержание серы, воды, механических примесей и др.) и обязательные для отдельных видов топлив (октановое и цетановое числа, фракционный состав, давление насыщенных паров).

2.1.1. Автомобильные бензины

Автомобильные бензины являются продуктами прямой перегонки и вторичной переработки более тяжелых нефтяных фракций. В соответствии с ГОСТ 2084-77 автомобильные бензины выпускаются четырех марок: А-72, А-76, АИ-93 и АИ-98. В настоящее время бензин А-72 выпускается в ограниченном количестве Ухтинским НПЗ.

Кроме того, выпускаются бензины: А-80 и А-92 (ТУ 38.001165-87), А-95 «Экстра» (ТУ 38.1011279-89), АИ-91 (ТУ 38.1011225-89), А-72-этилированный и А-93-этилированный (ТУ 38.4015856-93). Автомобильные бензины АИ-91, АИ-95 «Экстра» выпускаются только неэтилированными с содержанием свинца не более 0,01 г/дм³ бензина.

Бензины остальных марок выпускаются как этилированные, так и неэтилированные. По ГОСТ 2084-77 изменилась окраска этилированных бензинов. В бензин А-76, АИ-93 и АИ-98 вводятся соответственно желтый, темно-красный и ярко-синий антрахиноновые жирорастворимые красители в количестве 5...6 мг на 1 кг бензина, за счет этого этилированные бензины приобретают желтый, оранжево-красный и синий цвета. В таблице 1 приведена классификация автомобильных и авиационных бензинов, выпускаемых промышленностью в настоящее время, по октановому числу.

Для двигателей автобусов применяются только неэтилированные бензины.

Таблица 1

**Классификация автомобильных и авиационных бензинов
по октановому числу**

Марка бензина	Октановое число	
	по моторному методу	по исследовательскому методу
А-76	76	85
АИ-91	83	91
АИ-93	85	93
АИ-95	86	95
АИ-98	89	98
Б-70	70	—
Б-91/100	91	—
Б-95/115	95	—
Б-100/130	100	—

Примечание: буква «А» обозначает, что бензин автомобильный; буква «И» показывает, что октановое число (ОЧ) определено по исследовательскому методу, а цифры обозначают минимально допустимое ОЧ; буква «Б» обозначает бензин авиационный, в числителе октановое число, в знаменателе сортность бензина.

Октановое число характеризует антидетонационные свойства бензина. Детонационная стойкость автомобильных бензинов, оцениваемая октановым числом, определяемым по моторному и исследовательскому методам.

По моторному методу, ГОСТ 511-82, октановое число определяют на одноцилиндровой моторной установке ИТ 9-2М с переменной степенью сжатия, на обедненной смеси.

По исследовательскому методу, ГОСТ 8226-82, октановое число определяют на установке ИТ 9-6.

Моторная установка УИТ-65М позволяет определить октановое число обоими методами.

Октановое число, определенное по моторному методу, обычно меньше ОЧ определенного исследовательским методом (табл. 1).

Октановое число – это содержание (по объему) изооктана в смеси эталонных топлив, эквивалентной по детонационной стойкости исследуемому топливу.

Смесь эталонных топлив – это *изооктан*, детонационная стойкость которого принята за 100, и *Н-гептан*, детонационная стойкость которого принята за нуль.

Требуемое октановое число бензина по исследовательскому методу может быть определено по следующей формуле:

$$\text{ОЧИ} = 125,4 - 413/\varepsilon + 0,183D,$$

где ε – степень сжатия; D – диаметр поршня, мм.

Автомобильные бензины делятся на летние и зимние, за исключением марки АИ-98. Бензин марки АИ-98 является *всесезонным*.

Летние сорта бензина предназначены для применения во всех районах страны, кроме северных и северо-восточных, в период с 1 апреля по 1 октября. В южных районах бензины применяются *всесезонно*.

Зимние сорта бензина не теряют своих качеств при температуре до минус 60 °С и применяются в северных и северо-восточных районах *всесезонно*, в остальных районах с 1 октября по 1 апреля.

Автомобильные бензины применяют:

А-72 – для двигателей легковых автомобилей, автобусов, бензomotorного инструмента и для других двигателей со степенью сжатия 6,5...6,7, а также может применяться для двигателей, рассчитанных на работу с бензином А-66;

А-76 (А-80) – для двигателей автомобилей ЗИЛ-130, ЗИЛ-131, ГАЗ-53А, ГАЗ-66 и для других машин с двигателями со степенью сжатия 6,7...7,2;

АИ-93, АИ-95 – для новых моделей легковых автомобилей ГАЗ, «Москвич», ВАЗ, УРАЛ-375;

АИ-98 – для легковых автомобилей с высокой степенью сжатия.

Применение бензинов с октановым числом ниже рекомендуемого инструкцией недопустимо, т. к. при этом наблюдается детонация (взрывообразное сгорание горючей смеси), увеличение износа деталей двигателя и прогар прокладки головки цилиндров.

В таблице 2 приведены основные показатели качества автомобильных бензинов.

Автомобильные бензины характеризуются следующими качественными показателями: температурой вспышки, температурой воспламенения, теплотой сгорания, фракционным составом.

Температура вспышки – это та наинизшая температура, при которой пары топлива вспыхивают в присутствии открытого пламени. Пониженная против стандартов температура вспышки указывает на присутствие в топливе легких фракций, вследствие чего увеличивается пожароопасность топлива.

Температура воспламенения – это температура, при которой топливо воспламеняется и горит не менее 5 с в присутствии открытого пламени.

Теплота сгорания отражает количество теплоты, которое выделяется при сгорании 1 кг бензина, она колеблется в пределах 44000... 46000 кДж/кг.

Фракционный состав отражает содержание различных фракций в бензине, выраженное в объемных или массовых процентах. Чем больше в нем легких (выкипающих при низких температурах) фракций, тем выше давление его насыщенных паров и тем лучше его пусковые качества.

Таблица 2

Основные показатели качества автомобильных бензинов

Показатель	А-72	А-76	АИ-93	АИ-98
Детонационная стойкость: октановое число по моторному методу, не менее	72	76	85	89
	Не нормируется		93	98
Фракционный состав: начало кипения, °С, не ниже 10 % бензина перегоняется при температуре, °С, не выше 50 % бензина перегоняется при температуре, °С, не выше 90 % бензина перегоняется при температуре, °С, не выше конец кипения, °С, не выше	35	35	35	30
	70/55	70/55	70/55	75/55
	115/100	115/100	115/100	120/105
	180/160	180/160	180/160	180/160
	195/185	195/185	205/195	205/195
Давление насыщенных паров, кПа, не более	66,7/93,3	66,7/93,3	66,7/93,3	–
Содержание тетраэтилсвинца, г свинца на 1 кг бензина, не более	0,013	0,013/0,17	0,013	0,03
Концентрация фактических смол, мг на 100 мл, не более:	5	5	5	–
	10	10	7	7
Содержание серы, %, не более	0,10	0,1	0,1	0,1
Кислотность, мг КОН на 100 мл, не более	3	1/3*	0,8	2
Содержание водорастворимых кислот, щелочей, механических при- месей и воды	нет	нет	нет	нет

Примечание: в числителе значения для летнего, в знаменателе – для зимнего сорта бензина.

* В числителе – для неэтилированного бензина, в знаменателе – для этилированного бензина.

Кислотность бензина – показатель, характеризующий содержание в бензине кислот и других продуктов с кислотной реакцией. Его значение определяется количеством щелочи КОН в мг, которое необходимо для нейтрализации 100 мл бензина.

Индукционный период – показатель, оценивающий способность бензина сохранять свой состав неизменным при соблюдении условий перевозки, хранения и использования (стабильность). Этот показатель определяют по времени в минутах от начала окисления бензина до активного поглощения им кислорода в лабораторной установке (герметичном сосуде) при искусственном окислении бензина ($t = (100 \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}$, в атмосфере сухого и чистого кислорода, при $P = 0,7 \text{ МПа}$). Это время для бензинов различных марок колеблется от 600 до 90 мин, для бензинов высшего качества – 1200 мин.

Индекс испаряемости бензина (ИИ) – показатель, характеризующий испаряемость и склонность бензина к образованию паровых пробок при определенном сочетании давления насыщенных паров и объема испарившегося бензина при температуре плюс $70 \text{ }^\circ\text{C}$.

Индекс испаряемости бензина рассчитывается по формуле:

$$\text{ИИ} = 10\text{ДНП} + 7V_{70},$$

где ДНП – давление насыщенных паров, кПа; V_{70} – объем испарившегося бензина, при температуре $70 \text{ }^\circ\text{C}$, %.

С 1998 г. в России действует новый ГОСТ Р51105-97, определяющий новые качества автомобильных бензинов (табл. 3). По своим требованиям к показателям качества автомобильных бензинов ГОСТ Р51105-97 близок европейскому стандарту EN 228 и нормативам ЕВРО-2 (табл. 3).

В настоящее время в европейских странах действует новая редакция стандарта EN 228 с нормативами ЕВРО-3 и ЕВРО-4, где ужесточены требования к автомобильным бензинам (табл. 3).

Сравнение качества автомобильных бензинов показывает примерное равенство требований к высокооктановым сортам бензинов в России и других странах по октановым числам, но экологические требования к бензинам стран ЕЭС и США выше.

Таблица 3

Показатели качества автомобильных бензинов России и стран ЕЭС

Параметры	Россия		ЕЭС		
	ГОСТ 2084.77	ГОСТ P51105.97	Стандарт EN 228.2000		
			Нормативы		
			ЕВ- РО2	ЕВ- РО3	ЕВ- РО4
1. Максимальное содержание, %:					
– бензола	–	5	5	1	1
– серы	0,1	0,05	0,05	0,15	0,002
– ароматических углеводородов	55	55	55	42	30
– олефиновых углеводородов	20	20	20	18	14
2. Фракционный состав:					
– до 100 °С перегоняется, %, не менее	–	40	40	46	46
– до 150 °С перегоняется, %, не менее	–	–	–	75	75
– до 180 °С перегоняется, %, не менее	–	85	85	–	–
3. Давление насыщенных паров, кПа, не более	–	35–100	–	60	60
4. Наличие моющих присадок	–	–	–	–	обязательно

2.1.2. Дизельное топливо

В соответствии с ГОСТ 305-82, для различных условий применения вырабатывается дизельное топливо трех марок:

Л – летнее для использования при положительной температуре;

З – зимнее для эксплуатации при температуре окружающего воздуха до $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ с температурой застывания (потеря подвижности) не выше $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$. В тех случаях, когда двигатели эксплуатируют при температуре до $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$, используют зимнее топливо с температурой застывания не выше $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$;

А – арктическое для эксплуатации при температурах окружающего воздуха не выше $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$.

По содержанию серы дизельное топливо делится на два вида:

I – с содержанием серы не более 0,2 % (по массе);

II – с содержанием серы от 0,2 до 0,5 %, но не более 0,4 % для арктического.

В условиях обозначения марок летнего топлива для высокооборотных дизельных двигателей входит массовая доля серы и температура вспышки:

Л-0,5-40 – летнее топливо с содержанием серы до 0,5 % и температурой вспышки не менее $40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

В обозначения марок зимнего топлива входит массовая доля серы и температура застывания:

З-0,2-минус 45 – зимнее топливо с содержанием серы до 0,2 % и температурой застывания не выше $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$.

В обозначении арктического дизельного топлива указывается только массовая доля серы:

А-04 или А-02 – арктическое топливо с содержанием серы до 0,4 % или до 0,2 %.

По общероссийскому классификатору продукции (ОКП) дизельное топливо выпускается трех сортов: высшего, первого и без обозначения сорта.

Дизельное топливо марок Л, З, А высшего сорта выпускается с нормами по следующим показателям: массовая доля серы не более

0,2 %, концентрация фактических смол на 100 см³ топлива не более 25 мг, зольность не более 0,008 %, коэффициент фильтрации не более 2.

Топливо для дизельных двигателей должно обеспечивать хорошее смесеобразование, мягкую работу, легкий запуск двигателя и полностью сгорать при бездымном выхлопе. Важнейшим эксплуатационным показателем качества дизельного топлива является **цетановое число (ЦЧ)** – условный показатель самовоспламеняемости дизельного топлива, равный процентному содержанию **цетана** (углеводорода, обладающего легкой воспламеняемостью) в смеси с **альфа-метилнафталином** (углеводородом, обладающим трудным воспламенением), которая при стандартных условиях испытания имеет одинаковую самовоспламеняемость с исследуемым дизельным топливом. Цетановое число определяется на моторной установке ИТ 9-3 (метод совпадения вспышек – ГОСТ 3122-67).

При использовании дизельного топлива с более низким цетановым числом, чем это требуется для данного двигателя, возрастают нагрузки на поршень, вызывающие повышенный износ деталей кривошипно-шатунного механизма, снижение экономичности двигателя. При использовании дизельного топлива с повышенным цетановым числом происходит неполное сгорание его, в результате снижается экономичность двигателя. Для безотказной работы современных дизельных двигателей применяется топливо с цетановым числом 45...50. Топливо с повышенным цетановым числом применяется при эксплуатации дизельных двигателей в зимних условиях.

Для лесных машин в зависимости от сезона и климатической зоны должны применяться топлива марок, указанных в таблице 4.

Все марки летнего дизельного топлива взаимозаменяемые, это относится и к зимним маркам.

Зимние сорта топлива по сравнению с летними имеют облегченный фракционный состав – 96 % топлива выкипает при температуре не выше 340 °С (летние – не выше 360 °С) и меньшую вязкость (1,8...5 мм²/с), которая нормируется при 20 °С (летние 3...6 мм²/с). При отсутствии необходимых топлив при низких температурах воздуха дизельное топливо рекомендуется разбавлять техническим керосином (ГОСТ 18499-73).

Рекомендуемые пропорции при разбавлении дизельного топлива керосином приведены в таблице 5.

Таблица 4

Рекомендуемые марки топлива в различных климатических зонах

Климатическая зона	Сезон	Среднемесячная температура, °С	Марка топлива
Холодная	Зима	от -50 до -15	А
	Лето	от -30 до -15 от +2 и выше	З Л
Умеренная	Зима	от -20 и выше	З
	Лето	от +8 и выше	Л
Теплая влажная	Зима	от +4 до +6	Л
	Лето	от +22 до +23	Л
Жаркая	Зима	от -15 до +4	З
	Лето	от +25 до +32	Л

Таблица 5

Пропорции смеси дизельного топлива с керосином

Температура воздуха, °С	Дизельное топливо, % по объему	Керосин, % по объему
до -20	60Л	40
от -20 до -30	40Л	60
от -20 до -30	75З	25
от -30 до -40	40З	60
ниже -40	20З	80

Смесь дизельного топлива с керосином должна готовиться в специальных емкостях с использованием хорошо отстоявшегося топлива. Приготовление смеси непосредственно в баках лесных машин во избежание отказов топливной аппаратуры категорически запрещается.

Основные показатели качества дизельного топлива приведены в таблице 6.

Таблица 6

Основные показатели качества дизельного топлива

Показатель	Величина показателя		
	Л	З	А
1	2	3	4
1. Цетановое число, не менее	45	45	45
2. Фракционный состав: 50 % перегоняются при температуре, °С, не выше	280	288	255
96 % перегоняются при температуре, (конец перегонки), °С, не выше	360	340	330
3. Кинематическая вязкость при 20 °С, мм ² /с (сСт)	3,0–6,0	1,8–5,0	1,5–4,0
4. Температура застывания, °С, не выше, для климатической зоны: умеренной	–10	–35	–
холодной	–	–45	–55
5. Температура помутнения, °С, не выше, для климатической зоны: умеренной	–5	–25	–
холодной	–	–35	–
6. Температура вспышки, определяемая в закрытом тигле, °С, не ниже: для автомобильных и тракторных ДВС	40	35	30
для тепловозных и судовых ДВС	62	40	35
7. Массовая доля серы, % не более, в топливе: вида I	0,2	0,2	0,2
вида II	0,5	0,5	0,4
8. Массовая доля меркаптановой серы, %, не более	0,01	0,01	0,01
9. Содержание сероводорода	–	–	–
10. Содержание водорастворимых кислот и щелочей	–	–	–
11. Концентрация фактических смол, мг на 100 см ³ в топливе, не более	40	30	30
12. Кислотность мг КОН на 100 см ³ топлива, не более	5	5	5
13. Йодное число, г йода на 100 г топлива, не более	6	6	6

Окончание табл. 6

1	2	3	4
14. Зольность, %, не более	0,01	0,01	0,01
15. Коксуемость 10 %-го остатка, % не более	0,20	0,30	0,30
16. Коэффициент фильтруемости, не более	3	3	3
17. Содержание механических примесей и воды	нет	нет	нет
18. Плотность при 20 °С, кг/м ³ , не более	860	840	830
19. Предельная температура фильтруемости, °С, не выше	–	–	–

ОАО «ВНИИ НП» разработал новый стандарт ГОСТ 305-01, так как действовавший ГОСТ 305-82 морально устарел. По своему изложению и технической сути новый ГОСТ соответствует европейскому стандарту EN 590-99 и предусматривает выпуск дизельного топлива, как без депрессорных присадок, так и с депрессорными присадками.

Стандарт устанавливает три вида дизельного топлива по содержанию серы: 0,05; 0,10; 0,20 % по массовой доле. Установлена новая норма на цетановое число летнего дизельного топлива – не менее 49 единиц, табл. 7.

Таблица 7

Показатели качества дизельного топлива по ГОСТ 305-01 и по EN 590-99

Показатель	ГОСТ 305-01 (Л)	EN 590-99 (Л)
Массовая доля серы, % не более	0,2	0,035
Цетановое число	49	51
Плотность при 15 °С, кг/м ³ не более	860	820–845
Кинематическая вязкость, мм ² /с	3–6, при $t = 20$ °С	2–4, при $t = 40$ °С
Содержание полициклических ароматических углеводородов, %, не более	20	2

Для производства зимнего дизельного топлива с депрессорными присадками в новом ГОСТе установлены отдельные требования к качеству, табл. 8.

Таблица 8

**Физико-химические показатели зимнего дизельного топлива
с депрессорными присадками по ГОСТ 305-01**

Показатели	Маркировка			
	Зп минус 15	Зп минус 25	Зп минус 35	Ап
1. Кинематическая вязкость при 20 °С, мм ² /с	3,0...6,0	1,6...6,0	1,5...6,0	1,5...6,0
2. Температура застывания, °С, не выше	-30	-35	-45	-55
3. Предельная температура фильтруемости, °С, не выше	-15	-25	-35	-45
4. Температура помутнения, °С, не выше	-5	-15	-25	-35

Примечание: Зп минус 15 – зимнее дизельное топливо с присадкой и температурой фильтруемости не выше минус 15 °С.
 Зп минус 25 – зимнее дизельное топливо с присадкой и температурой фильтруемости не выше минус 25 °С.
 Зп минус 35 – зимнее дизельное топливо с присадкой и температурой фильтруемости не выше минус 35 °С.
 Ап – арктическое дизельное топливо с присадкой и температурой фильтруемости не выше минус 45 °С.

В настоящее время все марки топлив: Зп минус 15, Зп минус 25, Зп минус 35, Ап – вырабатываются нефтеперерабатывающими заводами России.

2.1.3. Импортные жидкие топлива

Зарубежные жидкие топлива (автомобильные бензины и дизельное топливо) характеризуются следующими качественными показателями: октановым и цетановым числами, испаряемостью, вязкостью, температурой воспламенения, плотностью, индексом образования паровой пробки, пределом фильтрации топлива, содержанием серы и воды.

Импортные автомобильные бензины

Автомобильные бензины за рубежом выпускаются в соответствии с национальными и международными стандартами. Европейский стандарт EN 228 2000 определяет требования к бессвинцовым топливам, которые применяются в европейских странах (Euro-Super). Стандарт DIN EN 228 содержит действующие в Германии соответствующие технические условия с дополнительным описанием обычных бессвинцовых и высококачественных (Super-Plus) топлив.

В США технические условия на топливо бензиновых двигателей определены стандартом ASTM D 439. Эти бензины содержат присадки, улучшающие их эксплуатационные свойства.

Неэтилированные бензины (стандарт EN 228) – это бензины, не содержащие *алкилсвинцовых* антидетонаторов, используются для автомобилей и автобусов, оборудованных каталитическими нейтрализаторами отработавших газов.

Неэтилированный бензин представляет собой специальную смесь высококачественных, высокооктановых компонентов (особенно алкилатов и их изомеров). Его антидетонационные свойства улучшаются за счет неметаллических добавок, таких, как метилбутиловые эфиры (МТБЕ) в концентрации 3–15 % или спиртовые смеси (2–3 % метанола и этилового спирта). Максимальное содержание свинца в неэтилированном бензине должно быть не более 13 мг/л, табл. 9.

**Технические характеристики неэтилированного бензина
в соответствии с европейским стандартом EN 228**

Параметры	Размерность	Показатель
Октановое число: обычные бензины первосортные бензины высококачественные бензины	RON/MON RON/MON RON/MON	91/82,5 95/85 98/88
Плотность	г/см ³	0,725...0,780
Сера, max	% по весу	0,015 по ЕВРО-3 0,003 по ЕВРО-4
Бензол, max	% по объему	5
Свинец, max	мг/л	13
Испаряемость:		
давление насыщенных паров летом, min/max	кПа	35/70
давление насыщенных паров зимой, min/max	кПа	55/90
объем испарения при температуре 70 °С летом, min/max	% по объему	15/45
объем испарения при температуре 100 °С летом, min/max	% по объему	40/65
объем испарения при температуре 180 °С летом, min/max	% по объему	85/–
объем испарения при температуре 70 °С зимой, min/max	% по объему	15/47
объем испарения при температуре 100 °С зимой, min/max	% по объему	43/70
объем испарения при температуре 180 °С зимой, min/max	% по объему	85/–
Температура конца кипения	°С	215
*VLI летом	–	950
VLI зимой	–	1150

* Индекс образования паровой пробки.

Этилированные бензины (стандарты DIN 51600, ASTM D 439) – это бензины, содержащие алкилсвинцовые антидетонаторы. Согласно европейским требованиям охраны окружающей среды, применение этилированных бензинов допускается только в тех автомобилях, у двигателей которых для смазки выпускных клапанов используются продукты сгорания алкилсвинцовых соединений. В большинстве европейских стран содержание в этилированных бензинах алкилсвинцовых компонентов официально ограничено предельно допустимой величиной 150 мг/л.

В европейский стандарт EN 228-2000 включены нормативы: ЕВРО-2, ЕВРО-3, ЕВРО-4, которые определяют показатели качества автомобильных бензинов (табл. 3).

Плотность (DIN 51757): европейский стандарт EN 228 ограничивает допустимую плотность автомобильных бензинов в пределах 725...780 кг/м³ (0,725...0,780 г/см³).

В соответствии со стандартами выпускаются следующие марки бензинов: 4 star BS 4040-78 (Великобритания); Super SNV181161/8 (Швейцария), соответствуют отечественному АИ-98; Premium BS 7070-85 (Великобритания), Superbenzin SNV 181162, соответствуют отечественному АИ-95; Regular ASTM D 439-83 (США), Normal DIN 51607 (Германия), соответствуют отечественному АИ-92; Tare2 JIS K 202-80 (Япония), Tare2 Can-2-3,5-79 (Канада) соответствуют отечественному АИ-76. В таблице 10 приведены основные характеристики зарубежных бензинов.

Важнейшим показателем бензина является **октановое число**.

Международными стандартами предусмотрены два метода определения октанового числа: исследовательский (RON) и моторный (MON) по стандартам: DIN 51756; ASTM D 2699 и ASTM D 2700.

Октановое число, получаемое исследовательским методом, характеризует детонационную стойкость бензина при использовании в двигателях, работающих в условиях неустановившихся режимов (движение по городу).

Октановое число, получаемое моторным методом, определяет детонационную стойкость топлива при высоких скоростях движения транспорта.

Основные характеристики зарубежных бензинов

Показатель	Type 2 JIS K 202-80; Type 2 Can- 2-3,5-79 (A-76)	Regular ASTMD 439- 83; Normal DIN 51607 (AI-92)	Premium BS7070-85; Superbenzin SNV181162 (AI-95)	4 star BS4040-78; Super SNV181161/8 (AI-98)
Октановое число, не менее:				
моторный метод	76	85	–	89
исследовательский метод	–	92	95	98
Фракционный состав:				
температура начала перегонки бензина, °С, не ниже	35	35	30	35
10 % перегонки бензина, °С, не выше	70	70	68	70
50 % перегонки бензина, °С, не выше	115	115	115	115
90 % перегонки бензина, °С, не выше	180	180	180	180
давление насыщенных паров бензина, кПа	66,7	66,7	53,4	66,7
индукционный период, мин, не менее	1200	1200	600	1300
Содержание механических примесей и воды	отсутствие			

Наиболее эффективными антидетонаторами являются органические соединения свинца: тетраэтилсвинец (TEL) и тетраметилсвинец (TML), которые могут повысить октановое число бензина на несколько пунктов.

Зарубежные бензины характеризуются следующими качественными показателями: температурой вспышки, воспламенения, теплотой сгорания, фракционным составом, индексом образования паровой пробки (VLI).

Индекс образования паровой пробки (VLI) – это новый показатель объединяет параметры давления насыщенных паров и относительного объема испаряемого топлива при температуре 70 °С. Показатель VLI дает полную информацию о влиянии топлива на запуск и работу прогретого двигателя.

Остальные характеристики зарубежных бензинов аналогичны отечественным.

Экологически безопасные бензины

Бензины с высокой степенью защиты окружающей среды отвечают современным требованиям общества и нормативным документам по охране атмосферного воздуха от загрязнения, особенно в городских условиях с высокой плотностью движения автомобильного транспорта. Нормативные документы для экологически безопасных бензинов содержат технические требования к снижению давления насыщенных паров при малом содержании ароматических соединений, бензола, серы и специальные требования к точке конца кипения.

В США также рекомендованы к применению присадки для экологически безопасных бензинов, предотвращающие образование отложений в системе подачи топлива.

Импортное дизельное топливо

Зарубежное дизельное топливо для различных условий применения выпускается трех видов, в соответствии с требованиями национальных стандартов и общеевропейского стандарта EN 590-2000:

летнее – 2D ASTM 975-81 (США), DIN 51603-81 (Германия),

№ 3 JIS K 2202-83 (Япония);

зимнее – 1D ASTM 975-81 (США), ТУР А CAN-2-3,6-М-83 (Канада),
Special JIS K 2204-83 (Япония);

арктическое – ТУР А CAN-2-3,6-М-83 (Канада),
1D ASTM 975-81 (США).

В таблицах 11, 12 приведены основные характеристики зарубежных дизельных топлив в соответствии с европейским стандартом EN 590 и национальными стандартами.

Таблица 11

Основные характеристики зарубежных дизельных топлив

Показатели	2D ASTM 975-81, DIN 51603-81, №3 JIS K 2202-83 (J)	1D ASTM 975-81, ТУР А CAN-2- 3,6-М-83 Special JIS K 2204-83 (3)	ТУР А CAN-2-3,6- М-83 1D ASTM 975-81 (A)
Цетановое число, не менее	45	50	50
Фракционный состав: 50 % ДТ перегоняются при температуре, °С, не выше	280	280	255
90 % ДТ перегоняются при температуре, °С, не выше	360	340	330
Вязкость кинематическая при 20 °С, мм ² /с	3,0...6,0	1,8...5,0	1,5...4,0
Температура, °С, не выше помутнения	-5	-5	-
застывания	-10	-35	-55
Плотность при 20 °С, кг/м ³ , не более	860	840	830
Массовая доля меркаптан- ной серы, %, не более	-	0,01...0,003	-
Кислотность, мг КОН на 100 см ³ топлива, не более	-	5	-
Зольность, %, не более	-	0,01	-

Примечание: ДТ – дизельное топливо.

**Основные характеристики дизельных топлив в соответствии
с европейским стандартом EN 590-2000**

Параметры	Размерность	Величина
Температура воспламенения	°С	55
Содержание воды, максимум	мг/кг	200
Содержание серы, максимум	% по весу	0,05
Содержание примесей	мг/кг	0
<u>Для умеренного климата</u>		
Плотность при температуре 15 °С	кг/м ³	820...860
Вязкость при температуре 40 °С	мм ² /с	2...4,5
Цетановое число, минимальное	–	49
Дизельный индекс, минимальный	–	46
при температуре до 250 °С	% по объему	65
при температуре до 350 °С	% по объему	85
при температуре до 370 °С	% по объему	95
* CFPP, максимальный	°С	+5...–20
<u>Для арктического климата</u>		
Плотность при температуре 15 °С	кг/м ³	800...845
Вязкость при температуре 40 °С	мм ² /с	1,2...4,0
Цетановое число, минимальное	–	45...47
Дизельный индекс, минимальный	–	43...46
при температуре до 180 °С	% по объему	10
при температуре до 340 °С	% по объему	95
* CFPP, максимальный	°С	–20...–44

* CFPP – предел фильтрации дизельного топлива.

Для безотказной работы современных дизельных двигателей применяется топливо с цетановым числом 45...50. Топливо с повышенным цетановым числом применяется при эксплуатации дизельных двигателей в зимних условиях, с пониженным цетановым числом – в летних условиях эксплуатации.

Важнейшим эксплуатационным показателем качества дизельного топлива является **цетановое число (CN)**, условный показатель самовос-

пламеняемости дизельного топлива. Цетановое число определяется по периоду задержки воспламенения на специальной моторной установке. Чем больше цетановое число, тем выше способность дизельного топлива к самовоспламенению. Топливо с цетановым числом большим 50 применимо для оптимальной эксплуатации современных дизельных двигателей (плавный безударный режим, нормированный состав отработавших газов). Высококачественное дизельное топливо содержит большое количество парафинов и имеет высокое цетановое число. Наличие в дизельном топливе в расщепленном виде ароматических соединений ухудшает его способность к самовоспламенению. Пригодность дизельного топлива для использования при низких температурах оценивается пределом его фильтрации (CFPP).

Предел фильтрации – механическая характеристика, характеризующая остановку движения дизельного топлива через фильтры.

Европейский стандарт EN 590 регламентирует показатель CFPP для шести (А, В, С, D, Е, F) классов дизельных топлив. В зависимости от климатической зоны и времени года выбирают приемлемый класс дизельного топлива.

Экологически безопасное дизельное топливо

Некоторые страны и регионы (Швеция, США и др.) для уменьшения вредных выбросов от сгорания дизельного топлива применяют штрафные санкции на владельцев автомобильного транспорта с целью побудить их создать условия для использования ими экологически безопасных топлив. Такие дизельные топлива обладают пониженным содержанием ароматических примесей, низкой температурой испарения, при полном отсутствии серы. Широкое их применение осложняется возникающим при этом повышенном износе основных узлов и повреждением синтетических элементов системы подачи топлива. Для предотвращения этих нежелательных процессов в дизельное топливо добавляют специальные присадки.

2.1.4. Альтернативные виды топлив

Продукты переработки угля. Переработкой угля путем газификации водяным паром получают синтезгаз ($H_2 + CO$), из которого с помощью каталитической переработки образуются углеводородные соединения. Они служат основным продуктом для получения бензина и дизельного топлива. Подобная технология получения жидкого топлива по Фишеру – Тропшу приобрела большое распространение в Южной Африке.

Сжиженный нефтяной газ – LPG. В его состав входят два основных компонента – бутан и пропан. Сжиженный нефтяной газ имеет ограниченное применение в качестве автомобильного топлива. LPG характеризуется высоким октановым числом.

Сжатый природный газ – CNG. Природный газ применяется в виде сжатого метана, который резко снижает вредные выбросы в отработавших газах автомобильного двигателя. Сжатый природный газ может использоваться как в дизельных, так и в карбюраторных двигателях при оборудовании автомобилей специальными газовыми приборами.

Спирты. Метанол, этанол и их побочные продукты (например, простые эфиры), представляющие основной вид альтернативного топлива для карбюраторных двигателей в настоящее время находят практическое применение. В Бразилии и США для получения метанола в качестве автомобильного топлива и добавок к нему используют дистиллят биомасс сахарного тростника и пшеницы.

Внимание, уделяемое CNG, LPG и спиртам, обусловлено не только возможностью потенциальной замены ими обычных жидких углеводородных топлив, но также и резким снижением содержания токсичных составляющих в отработавших газах при их использовании.

2.2. СМАЗОЧНЫЕ МАСЛА

Для лесных машин применяются следующие виды смазочных масел: моторные и трансмиссионные.

Основными функциями смазочных масел являются уменьшение износа деталей, снижение потерь энергии на трение, защита металлических поверхностей от коррозии, герметизация узлов трения, отвод тепла, промывка трущихся поверхностей, очистка их от продуктов износа.

В соответствии с назначением смазочные масла должны иметь хорошие смазочные свойства, достаточную вязкость при рабочей температуре и низкую температуру застывания; физическую и химическую стабильность, т. е. неизменность свойств в процессе транспортирования и хранения; защитные и противокоррозионные свойства. Масла не должны содержать абразивных механических примесей и воды, и не должны вызывать нагаров и осадков.

Все смазочные масла изготавливаются путем смешивания базового масла и присадок для формирования определенной смазки.

2.2.1. Характеристики смазочных масел

Базовое масло – масло, к которому добавляется одна или несколько присадок с целью получения готового продукта. Базовые масла имеют определенные характеристики, зависящие от используемой неочищенной нефти и способа переработки. Эти характеристики базового масла очень важны в определении качества готового продукта. К основным характеристикам базового масла относятся: вязкость, индекс вязкости, температура вспышки, температура застывания и другие.

а. Вязкость – мера текучести масла при определенных температурах, является важной характеристикой почти любой смазки. Если вязкость слишком высокая, масло не будет перемещаться должным образом. Это потребует для его движения дополнительной силы, вызывающей износ насосов, повышенный нагрев и трудный пуск двигателя.

Вязкость обычно определяется по системе Saybolt Viscosity. Берется время в секундах, необходимое чтобы перекачать 60 миллилитров масла через трубку малого диаметра при определенной температуре. Это выражается в Универсальных Секундах Сейболт (Saybolt Universal Seconds –SUS) при температуре 37,7 °С (100 °F) или 98,8 °С (210 °F), например, 200 SUS 37,7 °С или 45 SUS 98,8 °С.

В метрической системе вязкость выражается в *стоксах* (Ст): 1 Ст = 1 мм²/10⁻⁴ с = 100 мм²/с; 1сСт = 1 мм²/с при температуре минус 18 °С и 100 °С.

Различают динамическую вязкость μ (коэффициент внутреннего трения), кинематическую ν , удельную и условную вязкость.

Международные стандарты и ГОСТ рекомендуют для определения вязкости моторных и трансмиссионных масел систему Saybolt Viscosity, основным показателем которой является кинематическая вязкость:

$$\nu = \mu/\rho, \text{ мм}^2/\text{с},$$

где ν – кинематическая вязкость, мм²/с; μ – динамическая вязкость, Н·с/м²; ρ – плотность масла, кг/м³.

в. Индекс вязкости – безразмерная величина, характеризующая изменение вязкости масла в зависимости от температуры. При повышении температуры масла становятся менее вязкими, а при понижении температуры более вязкими.

Обычно индекс вязкости (V. I.) для масел находится в пределах 70...100, для загущенных масел 120...180.

с. Температура вспышки – это температура, при которой 250 мл паров масла «вспыхнут» в присутствии открытого пламени. Эта температура может быть в пределах от 132 до 327 °С. Температура вспышки характеризует летучесть фракций масла и является важным фактором в моторных маслах.

д. Температура застывания – самая низкая температура, при которой масло застывает. Это очень важно для моторных масел и других

смазочных материалов, используемых при низкой температуре. Температура застывания непосредственно связана с типом используемого сырья.

е. Другие характеристики. Существуют другие характеристики базового масла, такие, как плотность, цвет, содержание углерода и т. д. Они все включают физические, технические требования, которые учитываются при использовании определенного базового масла для получения определенной смазки.

Типы базового масла. Базовые масла можно подразделить в зависимости от типа сырья: **алкановое, нафтенное и смешанное.**

Алкановое сырье

Алкановое сырье – наиболее важное сырье в изготовлении масел, т. к. оно содержит некоторое количество воска, улучшающего смазочные свойства масла. Для обеспечения необходимой вязкости при низких температурах, такие масла подвергаются депарафинации. К преимуществам алкановых масел относятся: 1) высокий V. I., характеризующий большую устойчивость к изменению вязкости при температурном изменении; 2) высокая температура вспышки, характеризующая меньшую склонность масла к испарению при повышении температуры.

Нафтенное сырье

Нафтенное сырье – нафтенные углеводороды (цикланы), которые представляют собой циклические насыщенные углеводороды, в масляных фракциях увеличивающие вязкость, улучшающие маслянистость и вязкостно-температурные свойства. Температура застывания нафтенных масел достигает предела не выше минус 51 °С.

2.2.2. Моторные масла

Виды моторных масел

Согласно ГОСТ 17479.1-85, масла для двигателей разделены на 6 групп (А, Б, В, Г, Д, Е), которые в зависимости от области применения подразделяются на подгруппы: Б₁ и Б₂, В₁ и В₂ и т. д. (табл. 13).

Таблица 13

Подразделение масел по группам и применению

Группа масел	Подгруппа	Рекомендуемая область применения
А	–	Нефорсированные карбюраторные и дизельные двигатели
Б	Б ₁	Малофорсированные карбюраторные двигатели
	Б ₂	Малофорсированные дизельные двигатели
В	В ₁	Среднефорсированные карбюраторные двигатели
	В ₂	Среднефорсированные дизельные двигатели
Г	Г ₁	Высокофорсированные карбюраторные двигатели
	Г ₂	Высокофорсированные дизельные двигатели
Д	–	Высокофорсированные дизельные двигатели, работающие в тяжелых условиях
Е	–	Дизельные малооборотные двигатели, работающие на тяжелом топливе, с содержанием серы до 3,5 %

Масла группы А не содержат присадок или содержат только в небольшом количестве антиокислительную присадку или депрессатор, они предназначены для двигателей, работающих на малосернистом топливе.

Масла группы Б содержат 3..4 % алкилфенольных присадок и применяются для двигателей, работающих на топливе с содержанием серы 0,2...0,5 %.

Масла группы В имеют 4...7 % композиций присадок и применяются для двигателей, работающих на топливе с содержанием серы до 1 %.

Масла группы Г имеют 7...12 % композиций присадок и предназначены для двигателей, работающих на сернистом топливе (содержание серы до 1 %).

Масла группы Д используются для смазки дизельных двигателей с высокой степенью наддува, работающих на топливах с содержанием серы до 1,5 %. Содержание присадок в них может быть доведено до 18...20 %.

Масла группы Е предназначены для смазки цилиндров крупных малооборотных дизельных двигателей с наддувом, работающих на остаточных высокосернистых топливах, а также для смазки свободнопоршневых генераторов газа, содержание присадок достигает 25 % и более.

Присадки

Под присадками понимают специально разработанные химические вещества, применяемые для придания маслам новых свойств и улучшения их физико-химических характеристик (см. табл. 14). Присадки бывают вязкостные, антиокислительные и антикоррозионные, нейтрализующие, моющие, противоизносные, антипенные и понижающие температуру застывания масла и т. д.

Наиболее распространены многофункциональные присадки, т. е. такие, которые улучшают не одну, а сразу несколько характеристик масла.

Вязкостные присадки, повышая вязкость масла при высокой температуре, незначительно изменяют ее при низкой температуре, что имеет большое значение для легкого пуска двигателя при низкой температуре окружающей среды.

Антиокислительные присадки применяют для замедления процесса образования в масле кислых продуктов, образующихся в результате окисления масла под действием кислорода.

Ассортимент присадок к маслам

Марка присадки	ГОСТ	Назначение присадки
АЗНИИ-ЦИАТИМ-1	7189-54	Улучшает антикоррозионные, моющие свойства моторных масел, понижает температуру их застывания
ВНИИ НП-360	9899-78	Улучшает антиокислительные, антикоррозионные и моющие свойства моторных масел
ДФ-11	10644-77	Улучшает антиокислительные, антикоррозионные, моющие и противоизносные свойства моторных масел
ЛЗ-23К	11883-77	Улучшает противозадирные и противоизносные свойства моторных масел
МНИ-ИП-22К	9832-77	Улучшает антиокислительные, антикоррозионные и моющие свойства моторных масел

Антикоррозионные присадки предотвращают корродирование подшипников, залитых сплавами свинцовой или оловянной бронзой.

Нейтрализующие присадки предотвращают в основном коррозионное действие на детали двигателя кислот, образующихся в результате сгорания сернистых топлив. Нейтрализующее действие этих присадок обеспечивается их щелочностью.

Моющие присадки применяют для уменьшения образования лаковых отложений на тронковой части поршня и в районе поршневых колец.

Температурные присадки (депрессаторы) применяют для снижения температуры застывания масла, они препятствуют выделению кристаллов парафина при снижении температуры окружающей среды.

Противоизносные присадки применяют в условиях высоких температур и больших удельных давлений между трущимися поверхностями.

Антипенные присадки предотвращают вспенивание масла при перемешивании его с воздухом.

Антипиттинговая присадка применяется для предотвращения выкрашивания сопряженных поверхностей при трении качения.

Противоскачковые присадки (антискачковые) предотвращают скачкообразное движение при перемещении по направляющим узлов с различными парами трения, с так называемым «всплытием» столов на слое смазки

Противолепные присадки уменьшают стекание масла с поверхностей деталей узлов и механизмов.

Адгезионные присадки улучшают образование поверхностных масляных пленок в сопряженных парах.

Присадки, улучшающие индекс вязкости, – это синтетические загустители масла, используются для производства всесезонных масел. Говоря на профессиональном языке, можно сказать, что моторное масло подвергается легированию.

Импортные присадки

Наиболее известны присадки фирмы Liqui Moly, которые обладают высокими антиизносными свойствами, уменьшают трение в сопряженных деталях двигателя, сокращают расход масла и топлива, значительно сокращают выброс вредных веществ в атмосферу.

Фирма Liqui Moly предлагает как отдельные молибденовые присадки «Oil Additive MoS₂», «MoS₂ – Leichtlauf», так и готовые моторные масла с присадками.

Присадка «Средство для долговременной защиты двигателя Motor Protect» – это синтетическая присадка добавляется в моторное масло. Она предотвращает износ посредством взаимодействия высокоэффективных EP/AW – присадок (EP – Extrem Pressure – экстремальное давление; AW – Anti Wear – антиизносное) и разработанное в 1998 году Friction Reducer (фактор понижения трения). Одновременное действие присадок с новым типом Friction Reducer приводит к тому, что в двигателе не возникает больше смешанного трения.

Добавка этой присадки даже к особым синтетическим маслам с антифрикционными свойствами, дополнительно уменьшает износ деталей

двигателя на 35 % (см. рис. 1). На рис. 2 показано уменьшение износа различных видов металлов в двигателе при наличии присадки Motor Protect в моторном масле. В приложении 1 приведены марки импортных присадок.

Влияние присадки Motor Protect на износ

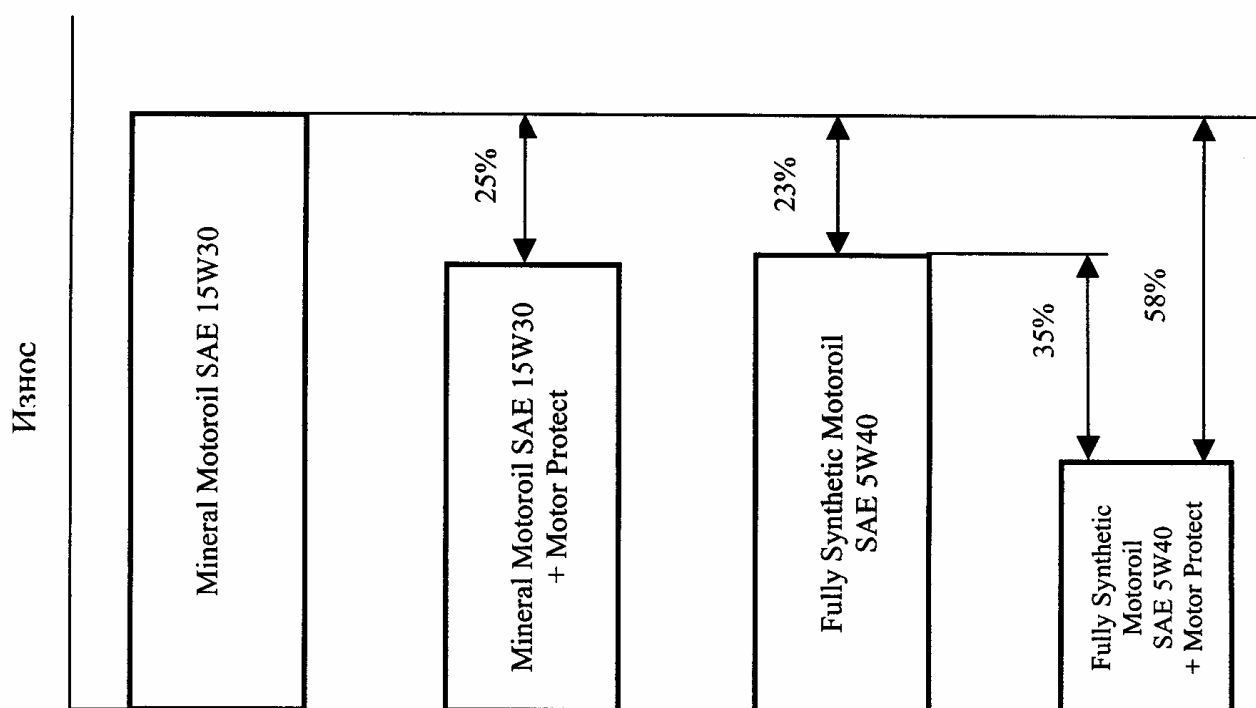
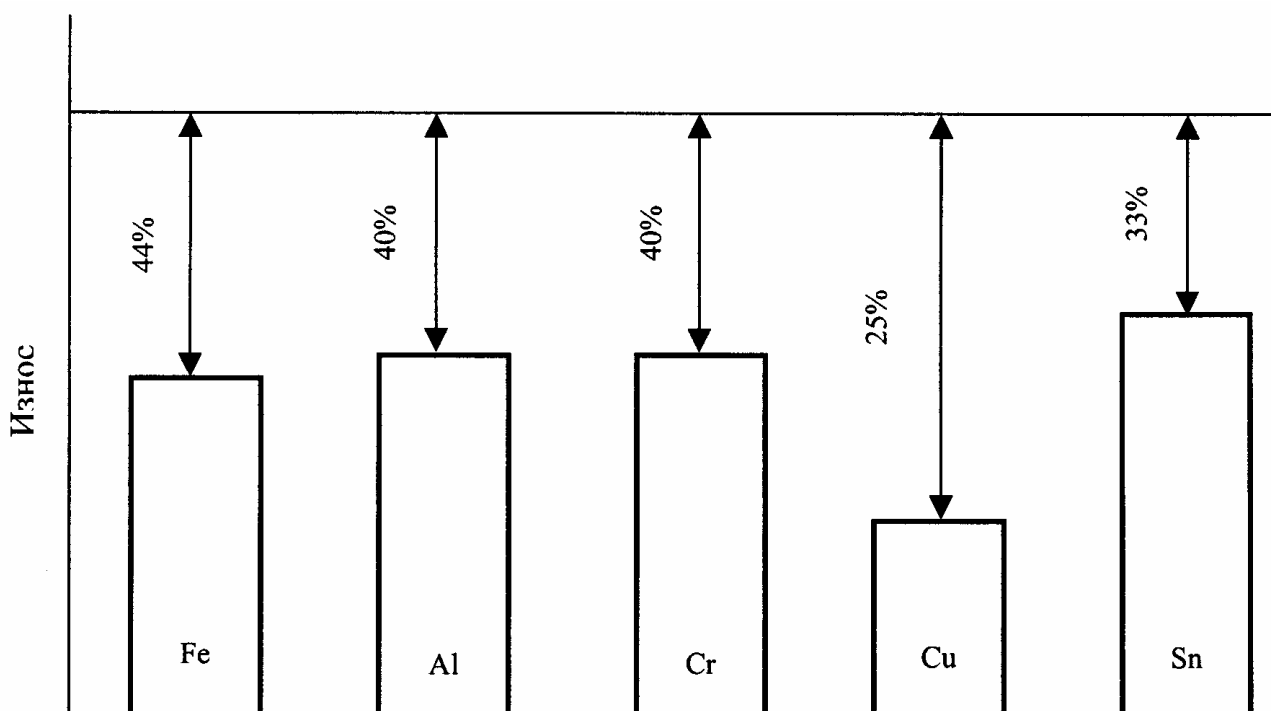


Рис. 1

Влияние на износ присадки Motor Protect в моторном масле



- Испытания проведены в полевых условиях при пробеге автомобиля 50 000 км.
- Анализ износа проведен согласно исследованию двигателя по AAS.

Рис. 2

В настоящее время отечественная промышленность выпускает более 50 марок и сортов масел. Лесозаготовительная промышленность получает моторные масла для карбюраторных и дизельных двигателей лесных машин по ГОСТ 17479.1-85 и ГОСТ 8581-78 (см. табл. 11).

Индексация масел приведена по ГОСТ 17479-72, где индекс 1 указывает на применение масла в карбюраторных двигателях, а индекс 2 – в дизельных.

Классификация моторных масел по вязкости

По вязкости моторные масла делятся на 20 классов: пять зимних (3, 4, 5, 6, 8), пять летних (10, 12, 14, 16, 20) и десять всесезонных ($3_3/8$, $4_3/6$, $4_3/8$, $4_3/10$, $5_3/10$, $5_3/12$, $5_3/14$, $6_3/10$, $6_3/14$, $6_3/16$).

Класс для летних и зимних масел обозначает их вязкость ($\text{мм}^2/\text{с}$) при $100\text{ }^\circ\text{C}$. Для всесезонных масел класс изображают дробью, в которой числитель обозначает класс вязкости масла при $-18\text{ }^\circ\text{C}$ (условные цифры 4, 5, 6), а в знаменателе – вязкость при $100\text{ }^\circ\text{C}$. Цифра 4 указывает на то, что вязкость не превышает $2600\text{ мм}^2/\text{с}$, цифра 6 – $10400\text{ мм}^2/\text{с}$. Индекс 3 при цифре указывает на присутствие в масле загущающей присадки. Индекс вязкости для незагущенных масел – не менее 90, для загущенных – не менее 115.

Всесезонные масла можно применять в любое время года, поскольку они обладают хорошей вязкостно-температурной характеристикой.

Масла без загущенных присадок с вязкостью $6\text{...}8\text{ мм}^2/\text{с}$ при температуре $100\text{ }^\circ\text{C}$ рекомендуется применять только зимой, ибо они имеют меньшую температуру застывания и большую текучесть по сравнению с маслами вязкостью $10\text{...}14\text{ мм}^2/\text{с}$, которые рекомендуется применять летом.

Маркировка моторных масел

Маркировка моторных масел состоит из трех групп знаков: первая – буква «М» означает моторное, вторая – число, характеризующее класс вязкости, третья – буква, регламентирующая уровень эксплуатационных свойств.

Расшифровка моторного масла производится следующим образом. Например, М-6₃/10В₂ означает: «М» – моторное масло; цифра 6 – класс вязкости (у масла этого класса вязкость при температуре $-18\text{ }^\circ\text{C}$ находится в пределах $2600\text{...}10400\text{ мм}^2/\text{с}$ (см. табл. 15); буква «з» – масло, загущенное вязкостной присадкой, предназначено для применения в зимнее время и как всесезонное; цифра 10 – вязкость (в $\text{мм}^2/\text{с}$) при $100\text{ }^\circ\text{C}$; буква «В» – масло предназначено для среднефорсированных

двигателей; индекс 2 при букве «В» – масло используется для дизельных двигателей. Для карбюраторных двигателей выпускаются масла четырех групп А, Б, В, Г.

Наиболее приемлемым маслом для двигателей ГАЗ-53, ЗИЛ-130, «Урал-375» и других является масло М-8В₁. При его отсутствии допускается длительная эксплуатация двигателей указанных автомобилей с использованием масла М-8Б₁.

В группу Г₁ входят три марки масел: М-10 Г₁ (летнее), М-8Г₁ (зимнее) и М-6₃/10Г₁ (всесезонное). Они специально разработаны для семейства автомобилей ВАЗ, а также для автомобилей ГАЗ, АЗЛК и др. К всесезонным маслам, кроме М-6₃/10Г₁, относятся также М-6₃/10В₁, М-4₃/6В₁ и т. д. Все они обладают хорошей вязкостно-температурной характеристикой и поэтому обеспечивают высокую готовность автомобилей к работе в зимних условиях.

Масла для дизельных двигателей лесных машин принадлежат к группам В и Г с номинальными вязкостями по 100 °С 8 мм²/с (зимние) и 11 мм²/с (летние). Масла М-8В₂ (зимнее) и М-10В₂ (летнее) рекомендуется применять для двигателей: СМД-14, А-01М, ЯМЗ-236, ЯМЗ-238, ЯМЗ-240 и других без наддува.

Масла группы Г, имеющие наивысшее щелочное число, предназначены для эксплуатации зимой (М-8Г₂, М-8Г_{2К}) и летом (М-10Г₂, М-10Г_{2К}) в высокофорсированных дизельных двигателях: ЯМЗ-238Н, ЯМЗ-240Н и т. д., а для модификаций КамАЗ и двигателей тракторов К-700, К-701 масла М-8Г_{2К} и М-10Г_{2К}.

Кроме предусмотренной ГОСТ 17479-72, маркировка масел может иметь дополнительные буквенные обозначения, указывающие на некоторые особенности масел, например, буква «К» говорит о том, что масло (М-8Г_{2К} и М-10Г_{2К}) предназначено для двигателей КамАЗ; буква «И» означает, что масло содержит импортную присадку (М-12Г_{2И}); буква «У» – что в масло добавлена композиция присадок (М-8Б_{2У}); буква «Ц» – что масло предназначено для циркуляционных систем смазки и т. д.

Марки моторных масел

Класс вязкости	Вязкость при 100 °С, мм ² /с	Вязкость при -18 °С, мм ² /с	Индекс вязкости, не менее	Группы моторных масел										
				А	Б		В		Г		Д	Е		
					Б ₁	Б ₂	В ₁	В ₂	Г ₁	Г ₂				
6	6 ± 0,5	-	90	-	М-6Б ₁	-	М-6В ₁	-	М-6Г ₁	-	-	-	-	-
8	8 ± 0,5	-	«-«	М-8А	М-8Б ₁	М-8Б ₂	М-8В ₁	М-8В ₂	М-8Г ₁	М-8Г ₂	М-8Д	-	-	-
10	10 ± 1,0	-	«-«	М-10А	М-10Б ₁	М-10Б ₂	М-10В ₁	М-10В ₂	М-10Г ₁	М-10Г ₂	М-10Д	-	-	-
12	12 ± 0,5	-	«-«	-	М-12Б ₁	М-12Б ₂	-	М-12В ₂	-	М-12Г ₂	М-12Д	М-12Е	-	-
14	14 ± 1,0	-	«-«	-	-	М-14Б ₂	-	М-14В ₂	-	М-14Г ₂	М-14Д	М-14Е	-	-
16	16 ± 1,0	-	«-«	-	-	М-16Б ₂	-	М-16В ₂	-	М-16Г ₂	М-16Д	М-16Е	-	-
20	20 ± 2,0	-	«-«	-	-	М-20Б ₂	-	М-20В ₂	-	М-20Г ₂	М-20Д	М-20Е	-	-
4 ₃ /6	6 ± 0,5	1300... 2600	125	-	М- 4 ₃ /6 Б ₁	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4 ₃ /8	8 ± 0,5	1300... 2600	«-«	-	М- 4 ₃ /8 Б ₁	М- 4 ₃ /6 Б ₂	М- 4 ₃ /8 В ₁	М- 4 ₃ /6 В ₂	-	-	-	-	-	-
4 ₃ /10	10 ± 0,5	1300... 2600	«-«	-	-	-	М- 4 ₃ /10 В ₁	М- 4 ₃ /10 В ₂	-	-	-	-	-	-
6 ₃ /10	10 ± 0,5	2600... 10400	«-«	-	-	-	М- 6 ₃ /10 В ₁	М- 6 ₃ /10 В ₂	М- 6 ₃ /10 Г ₁	М- 6 ₃ /10 Г ₂	-	-	-	-

Примечание: значение индекса вязкости 90 не распространяется на масла группы Е.

Синтетические моторные масла

Интенсификация разработок и расширение применения синтетических моторных масел, обладающих по ряду эксплуатационных свойств лучшими, чем нефтяные масла, показателями, в период все возрастающего дефицита нефти являются процессами вполне закономерными и перспективными.

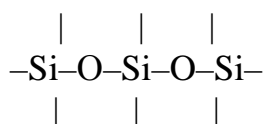
Способы получения

В настоящее время интерес представляют следующие наиболее исследованные синтетические масла: на основе диэфиров (сложные эфиры двухосновных карбоновых кислот), полиалкиленгликолевые, полисилоксановые, фторуглеродные и хлорфторуглеродные.

Из сложных эфиров, образующихся при взаимодействии двухосновных кислот с одноатомными спиртами или одноосновных кислот с многоатомными спиртами, наибольшее распространение для получения масел получили диэфиры. Основной способ их производства – каталитические процессы этерификации: получение диэфира путем взаимодействия себаценовой кислоты $C_8H_{16}(COOH)_2$ (вырабатывают из касторового масла) с изооктиловым спиртом $C_8H_{17}OH$.

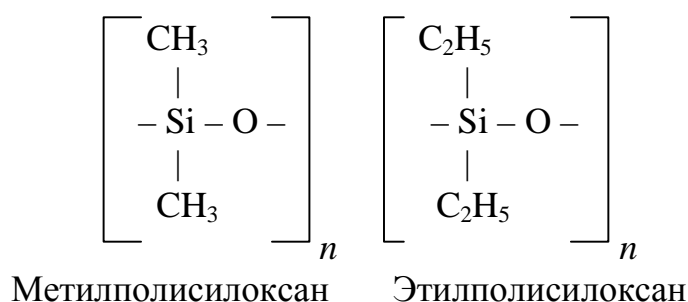
Полиалкиленгликоли, получаемые взаимодействием различных гликолей и других спиртов с окисью этилена, окисью пропилена или их смесями, по своей структуре – простые полиэфиры с длинными цепями. Молекула полигликоля может содержать одну или несколько свободных гидроксильных групп, замена которых на алкильную эфирную группу приводит к получению эфиров полигликолей. Различные радикалы, вводимые в молекулу полигликоля, влияют на свойства получаемых продуктов.

Полимерные кремнийорганические соединения (полисилоксаны, силиконы) находят все большее распространение в качестве специальных смазочных масел и жидкостей. В их основе – цепочка из чередующихся атомов кремния и кислорода:



Боковые цепи атомов кремния – это углеводородные и другие органические радикалы различного строения.

Практическое применение в качестве смазочных масел получили полимеры с метильными радикалами – метилполисилоксаны и этильными радикалами – этилполисилоксаны.



Фторуглеродные масла получают путем замены в углеводородах всех атомов водорода фтором, а хлорфторуглеводородные масла – путем замены атомов водорода частично хлором, а частично фтором.

Особенности синтетических масел в их применении

Использование синтетических продуктов при производстве моторных масел дает явные преимущества перед нефтяными маслами. В таблице 16 приведены основные показатели нефтяного и синтетических масел, что позволяет оценить их достоинства и недостатки.

Одно из основных преимуществ синтетических масел – это их значительно более высокий индекс вязкости, чем у нефтяных масел даже лучших сортов. Лучшая вязкостно-температурная характеристика некоторых синтетических масел в зоне отрицательных температур, а также более низкая температура потери подвижности обеспечивают более

легкий при их применении пуск двигателей и при более низких температурах.

Меньшая склонность синтетических масел к образованию низкотемпературных отложений способствует нормальной эксплуатации двигателей в районах Севера. В то же время, высокие показатели вязкости при рабочих температурах (вязкость синтетических масел при температурах 250–300 °С) в 3–5 раз выше равновязких им (при 100 °С) минеральных, что обеспечивает условия гидродинамической смазки до более высоких температур и термической стабильности, низкая испаряемость и малая склонность к образованию высокотемпературных отложений дают возможность успешно применять синтетические масла в высокофорсированных теплонапряженных двигателях и при эксплуатации лесных машин в условиях жаркого климата.

Таблица 16

Основные показатели нефтяного и синтетических масел

Показатели	Нефтяное масло	Синтетические масла			
		диэфир- ные	полиал- киленг- ликоле- вые	полиси- локсано- вые	фто- ругле- родные
Вязкость при 100 °С, мм ² /с	2,5	3,2	3,2	3,5	–
Индекс вязкости	70	140–150	135–180	270	500
Температура застывания, °С	–40...–73	–43...–63	–53...–63	–63...–100	–3...–23
Температура вспышки, °С	149	232	193	315	–
Температурный предел работоспособности, °С	220	220	260–300	250	400–500
Потери при испарении при 100 °С за 22 ч, %	8	0,1	0,1	0,1	0

Синтетические масла имеют в несколько раз больший срок службы, чем нефтяные, и обеспечивают хорошее состояние двигателя, так как характеризуются лучшими противокислительными, диспергирующими

свойствами и механической стабильностью, равными или лучшими (в зависимости от применяемой синтетической основы) противоизносными и противозадирными свойствами. Большой срок службы синтетических масел до замены и меньший расход на угар на 30–40 % сокращает расход масла. Характерно, что снижается и расход топлива (на 4–5 %), что обуславливается более оптимальными условиями трения при работе двигателя на синтетическом масле.

Для улучшения свойств в синтетические масла возможно введение композиции присадок. Их можно смешивать с минеральными маслами (на синтетическую основу приходится, как правило, 30–40 %). В этом случае свойства масел не нарушаются, обеспечивается повышение их качества, однако стоимость немного возрастает.

Масла, получаемые на основе диэфиров, имеют более высокие индексы вязкости и низкие температуры застывания, меньшую испаряемость и огнеопасность, чем нефтяные масла, и они превосходят их почти по всем важнейшим эксплуатационным свойствам. В то же время диэфирные масла более агрессивны по отношению к изделиям из маслостойкой резины, вызывают набухание и размягчение резиновых прокладок, шлангов и др.

Полиалкиленгликолевые масла, кроме лучших, чем у нефтяных, противоизносных свойств отличаются более пологой вязкостно-температурной характеристикой, более низкой температурой застывания, имеют высокий индекс вязкости, выдерживают высокие температуры до 300 °С, не корродируют металлы, не вызывают, в отличие от эфирных масел, набухания и размягчения натуральной и синтетической резины. Высокая стоимость таких масел пока ограничивает их широкое применение.

Полисилоксаны отличаются низкой температурой застывания, имеют пологую вязкостно-температурную кривую, термостабильны. К тому же они химически инертны, и масла на их основе не вызывают коррозию стали, чугуна, меди, латуни, бронзы, свинца и других металлов даже при нагревании до 150 °С. Основным недостатком полисилоксанов и масел на их основе – плохая смазывающая способность и противоизносные свойства. Введением присадок удастся несколько уменьшить этот недостаток. Полисилоксаны в качестве смазочных масел

весьма перспективны. Уже сейчас известно их применение в гидросистемах и гидроамортизаторах в качестве рабочих жидкостей, а также для изготовления пластичных смазок и приборных масел.

Фторуглеродные масла, напротив, обладают хорошими смазочными свойствами. Высокие термическая и химическая стабильность, инертность к кислотам и щелочам, минимальная коррозионная агрессивность – все это позволяет использовать их в узлах трения, работающих при высоких температурах в атмосфере химически активных веществ. Однако у фторуглеродных масел низкая температура кипения и высокая температура застывания при очень крутой вязкостно-температурной кривой. Эти недостатки исключают их практическое использование в настоящее время для двигателей лесных машин. Тем не менее, их перспективность обуславливает проведение интенсивных работ по устранению указанных недостатков. Хлорфторуглеводороды характеризуются более высокой температурой кипения, лучшими вязкостно-температурными свойствами и смазывающей способностью, но несколько худшими термической и химической стабильностью.

В среднем стоимость синтетических масел в 2–3 раза выше нефтяных. Тем не менее, они перспективны не только с эксплуатационной точки зрения, но и с экономической, так как обладают, как уже отмечалось, большим сроком службы в двигателях до замены, меньшим расходом на угар.

Импортные моторные масла

При эксплуатации лесных машин возможно использование импортных моторных масел Shell, ESSO, Castrol, Mobil, Texaco, Teboil, Climar и др.

Импортные моторные масла классифицируются по двум показателям: по качеству и вязкости. Кроме того, возможна условная классификация по методу производства моторного масла. Основными функциями моторного масла являются: смазка деталей двигателя путем формирования жидкостной пленки между сопряженными частями для предотвращения контакта металлических поверхностей, уменьшения трения, гер-

метизации цилиндра-поршневой группы; охлаждение деталей; предотвращение заедания и износа тяжело нагруженных деталей, где конструкция узла допускает наличие только очень тонкого слоя смазки; уменьшение коррозионного износа; уменьшение отложения шлама и лака; очистка от загрязняющих примесей.

Классификация моторных масел по качеству

Качественный уровень импортного моторного масла определяет классификационная система, разработанная Американским институтом нефти – API.

Буквы API на этикетке емкости моторного масла предшествуют символам класса качества. Их два: шкала S (сервис) – использование в карбюраторных двигателях; шкала C (коммерческие) – использование в дизельных двигателях. Ступени качественного уровня моторных масел обозначаются латинскими буквами. В системе API имеется 10 классов для карбюраторных двигателей (A, B, C, D, E, F, G, H, J, I) и 10 классов для дизельных двигателей (A, B, C, D, D-II, E, F, F-2, F-4, G-4), табл. 17.

Цифры обозначения классов D-II, F-2, F-4, G-4 дают информацию о применимости данного класса масел в 2- или 4-тактных дизельных двигателях.

Уровень эксплуатационных свойств моторного масла обозначают дополнительными буквами латинского алфавита: SA (CA) – масло без присадок; SB (CB) – масла с антиокислительными и противозадирными свойствами; SC (CC) – масла, обеспечивающие защиту от низко- и высокотемпературных отложений, изнашивания и коррозии; SD (CD) – масла с более высокими качествами по сравнению с группой SC (CC), SE (CE) – масла, превосходящие по качеству группу SD (CD); SF – масла, производимые с 1989 г., имеют по сравнению с группой SE более высокую стабильность, лучшие антиокислительные, смазывающие и другие свойства. С 1996 года выпускаются масла SG и SH – это масла высшего качества, превосходящие по своим показателям масла группы SF. С 1998 г. выпускаются масла группы SJ, а с 2001 г. масла группы SI – это масла высшего качества для современных двигателей.

Классификация API моторных масел по эксплуатационным свойствам

Группа масел		Область применения
Россия	API	
<i>Категория S (карбюраторные двигатели)</i>		
Б ₁	SA	Двигатели, работающие в легких условиях
А	SB	Двигатели, работающие при умеренных нагрузках
Б ₁	SC	Двигатели выпуска до 1964 г.
В ₁	SD	Двигатели выпуска до 1968 г.
Г ₁	SE	Двигатели выпуска до 1972 г.
	SF*	Двигатели выпуска до 1989 г.
	SG	Двигатели выпуска с 1989 г.
	SH	Двигатели выпуска с 1994 г.
	SJ	Двигатели выпуска с 1996 г.
	SI	Для современных двигателей выпуска с 2001 г.
<i>Категория C (дизельные двигатели)</i>		
Б ₂	CA	Двигатели, работающие при умеренных нагрузках
В ₂	CB	Двигатели без наддува, работающие при повышенных нагрузках
Г ₂	CC	Двигатели, работающие в тяжелых условиях
Д	CD	Двигатели с наддувом, работающие в тяжелых условиях на высококислотном топливе
	CD-II	Двухтактные двигатели с условиями CD
	CE	Двигатели выпуска с 1983 г., работающие при высоких нагрузках и малой частотой вращения коленчатого вала
	CF-2	Улучшенные характеристики CD-II для двухтактных двигателей
	CF-4	Двигатели выпуска с 1990 г.
	CG-4	Двигатели выпуска с 1994 г. Улучшены характеристики CF-4 и повышены требования к токсичности отработавших газов

* Начиная с этой группы и далее рекомендуется к применению во всех отечественных двигателях.

Примечание: В категории S отменены классы: SA, SB, SC, SE, SF. В категории C отменены классы: CA, CB, CC. Масла класса SG могут применяться вместо универсальных масел SE/CC; SF/CC.

На емкости моторного масла может быть указан индекс: SG-CE или SF-CD, разрешающий применение моторного масла в карбюраторных и дизельных двигателях.

В странах общего рынка ЕЭС качество моторного масла классифицировалось по индексации Комитета конструкторов автомобилей стран общего рынка – ССМС (см. табл. 18). Масла ССМСG4 и ССМСG5 соответствуют уровню API CD и CE для дизельных двигателей. Индекс ССМС PD2 разрешает использование этих масел в дизельных двигателях легковых автомобилей.

Таблица 18

Классификация моторных масел по ССМС

Класс масла	Рекомендуемая область применения
<i>Масла для карбюраторных двигателей</i>	
G1	Двигатели, работающие в обычных условиях
G2	Двигатели современных легковых автомобилей
G3	Двигатели современных и перспективных автомобилей, предъявляющие высокие требования к вязкостным и противоокислительным свойствам масла
G4	Двигатели современных и перспективных автомобилей для скоростных автострад
G5	Двигатели спортивных скоростных автомобилей
<i>Масла для дизельных двигателей</i>	
D1	Двигатели без наддува, работающие в обычных условиях
D2	Двигатели без наддува для тяжелых условий работы, с наддувом для умеренных условий работы
D3	Двигатели с наддувом для тяжелых условий работы
D4	Двигатели с высоким наддувом, работающие в тяжелых условиях
D5	Двигатели с высоким наддувом, работающие в особо тяжелых условиях
PD2	Двигатели с турбонаддувом для легковых автомобилей

Примечание к табл. 18:

1. С 1989 г. исключен класс G1; классы G2 и G3 заменены на классы G4 и G5.
2. Классы D2, D3 и PD1 заменены на D4, D5 и PD2.
3. Классы G1, G2, G3 соответствуют SF; G4 и G5 классу SG.
4. Класс D1 соответствует CC; D2 соответствует CD; D3 соответствует CE; D4 и D5 соответствуют CF4 и CG4.

С 1 января 1996 г. официальным преемником ССМС стала ассоциация ACEA (Association des Constructeurs European d'Automobiles). Классификация по ACEA внесла изменения в требования ССМС (табл. 19), по классификации ACEA-96 моторные масла для карбюраторных двигателей имеют обозначения: A1-96; A2-96; A3-96.

Для дизельных двигателей легковых автомобилей введены обозначения моторных масел: B1-96; B2-96; B3-96; для дизельных двигателей грузовых автомобилей: E1-96; E2-96; E3-96.

Таблица 19

Классификация моторных масел по ACEA

Категория	Характеристика	Применение
1	2	3
<i>«А» – бензиновые двигатели</i>		
A1-96	Предотвращает образование отложений на поршне и шлама. Повышает стойкость к высокотемпературному окислению, защищает от износа	Новый стандарт для моторных масел с малой вязкостью при $t = 150\text{ }^{\circ}\text{C}$
A2-96	То же, что A1-96, но с лучшей защитой подшипников	Стандартный класс для двигателей современных и перспективных автомобилей
A3-96	То же, что и A2-96, но с лучшей стойкостью к высокотемпературному окислению	Экстракласс, для двигателей скоростных автомобилей, предъявляющих особые требования к противоокислительным, вязкостным и противоизносным свойствам масла

1	2	3
<i>«В» – дизельные двигатели легковых автомобилей</i>		
В1-96	Предотвращение образований на поршне, диспергирование сажи (загущение масла), защита кулачков распределительного вала от износа	Новый стандарт для моторных масел с малой вязкостью при $t = 150\text{ }^{\circ}\text{C}$
В2-96	То же, что и В1-96, но с лучшей защитой подшипников	Стандартный класс для двигателей легковых автомобилей
В3-96	То же, что и В2-96, но с лучшей защитой кулачков распределительного вала от износа	Экстракласс, двигатели с турбонаддувом для легковых автомобилей
<i>«Е» – дизельные двигатели грузовых автомобилей</i>		
Е1-96	Предотвращение образования отложений на поршне, защита кулачков распределительного вала от износа	Стандартный класс, для двигателей с высоким наддувом, работающих в тяжелых условиях
Е2-96	Масло, по своим характеристикам превышающее Е1-96	Для двигателей, работающих в легких и тяжелых условиях
Е3-96	Масло, по своим характеристикам превышающее Е2-96	Экстракласс с отличной способностью диспергировать сажу

С 1 марта 1999 г. все новые масла должны соответствовать более современным требованиям ACEA-98. Классификация ACEA-98 подразделяет моторные масла на три категории: А, В и Е (табл. 20).

Таблица 20

Классификация моторных масел по ACEA-98 и API

ACEA-98	API	Характеристика	Применение
1	2	3	4
A1-98	SH/CF-2	С низким уровнем трения	Для бензиновых двигателей
A2-98	SH/SJ/CF-4	Общего назначения	

1	2	3	4
A3-98	SJ/CF-2	Долгорботающее, не содержит агрессивных компонентов	
B1-98	CF-4/SH	С низким уровнем трения	Для легких дизельных двигателей
B2-98	CF-4/SH	Общего назначения	Для легких дизельных двигателей с предкамерой
B3-98	CF-4/SJ	Долгорботающее	
B4-98	CF-4/SJ	Долгорботающее	Для легких дизельных двигателей всех типов
E1-98	CD	Общего назначения	Для тяжелых дизельных двигателей
E2-98	CF-4	- « -	Для тяжелых дизельных двигателей с наддувом
E3-98	CG-4	Увеличенного срока эксплуатации	
E4-98	CG-4	Долгорботающее, не содержит агрессивных компонентов	

Классификация моторного масла по вязкости

Вязкость импортного моторного масла определяется по классификации американского общества автомобильных инженеров – SAE.

Буквы SAE на этикетке емкости моторного масла означают, что следующие цифры характеризуют вязкость масла (табл. 21).

Классификация SAE подразделяет моторные масла на зимние: 6 классов (0W; 5W; 10W; 15W; 20W; 25W); летние: 5 классов (20, 30, 40, 50, 60) и всесезонные: 8 классов (5W20; 5W30; 5W40; 10W20; 10W30; 15W40; 20W30; 20W40).

Обозначение моторных масел по SAE

Летние	Зимние	Всесезонные
SAE 20	SAE0W	SAE15W30
SAE 30	SAE 5W	SAE 15W40
SAE 40	SAE10W	SAE20W40
SAE 50	SAE15W	SAE5W40
SAE 60	SAE20W	SAE5W30
	SAE25W	SAE10W30

Индексация моторных масел по SAE включает в себя цифровые показатели и буквенные обозначения, например: SAE5W40. Область применения этого моторного масла при низких температурах окружающего воздуха (5W) – до минус 30 °С, при высоких температурах (40) – до плюс 35 °С. В маркировке вязкости моторных масел после SAE следует зимний показатель (5W), а затем летний (40).

Между двумя обозначениями обычно ставят дефис или знак дроби, а иногда и вовсе ничего. Например: SAE 15W-40; SAE 10W/30; SAE 15W 50.

В таблице 22 приведена сравнительная вязкость импортных и отечественных масел.

Вязкость моторного масла по SAE и ГОСТ 17479.1-85

SAE	Индексы вязкости			
	20	30	40	50
Вязкость при 100 °С, мм ² /с	(6...8) ± 0,5	(10...12) ± 0,5	(14...16) ± 1	20 ± 2
Вязкость при 90 °С, сСт	5,7...9,6	9,6...12,9	12,9...16,8	16,8...22,7
Соответствующие по вязкости масла отечественного производства	M6...M8	M10...M12	M14...M16	M20

У отечественных моторных масел есть зарубежные аналоги, табл. 23.

Таблица 23

Зарубежные аналоги отечественным моторным маслам

Отечественные масла	Импортные масла
М-12Г ₁ (летнее)	SAE 30 API SE
М-8Г ₁ (зимнее)	SAE 20W API SE
М-6 ₃ /10Г ₁ (всесезонное)	SAE 15W30 API SE
М-5 ₃ /10Г ₁ (всесезонное)	SAE 10W30 API SF/CD
М-6 ₃ /12Г ₁ (всесезонное)	SAE 20W30 API SF

Фирма Liqui Moly разработала рекомендации по использованию моторных масел в зависимости от температуры окружающей среды, рис. 3.

Фирма Mitsubishi провела аналогичную работу, но отдельно для карбюраторных и дизельных двигателей, рис. 4.

В приложениях 2 и 3 дана классификация моторного масла по SAE и сравнение с вязкостью отечественных аналогов, в приложении 6 – температурные диапазоны по классу SAE.

Температурный диапазон использования импортных моторных масел

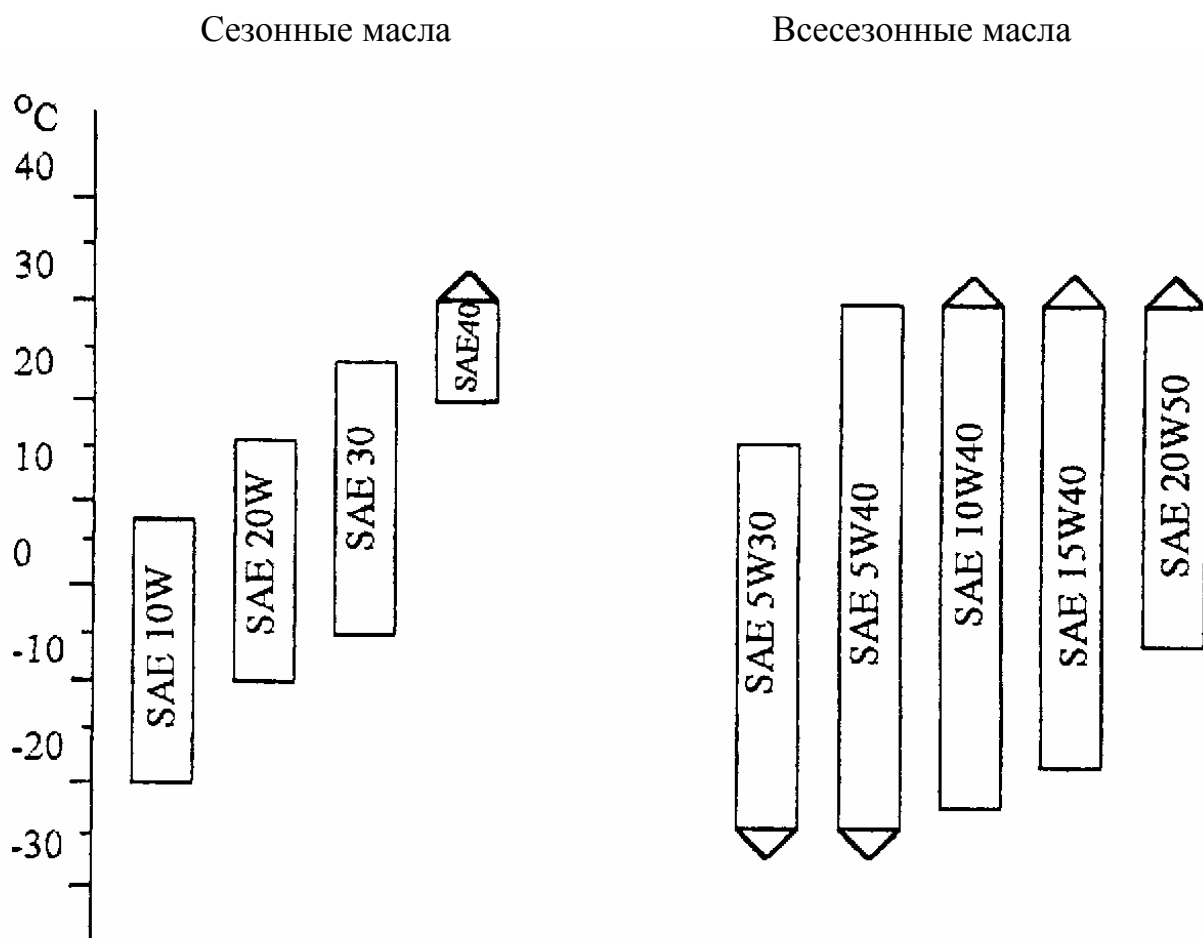


Рис. 3

Диаграмма зависимости моторного масла по SAE от температуры окружающего воздуха

Для карбюраторных двигателей

Для дизельных двигателей

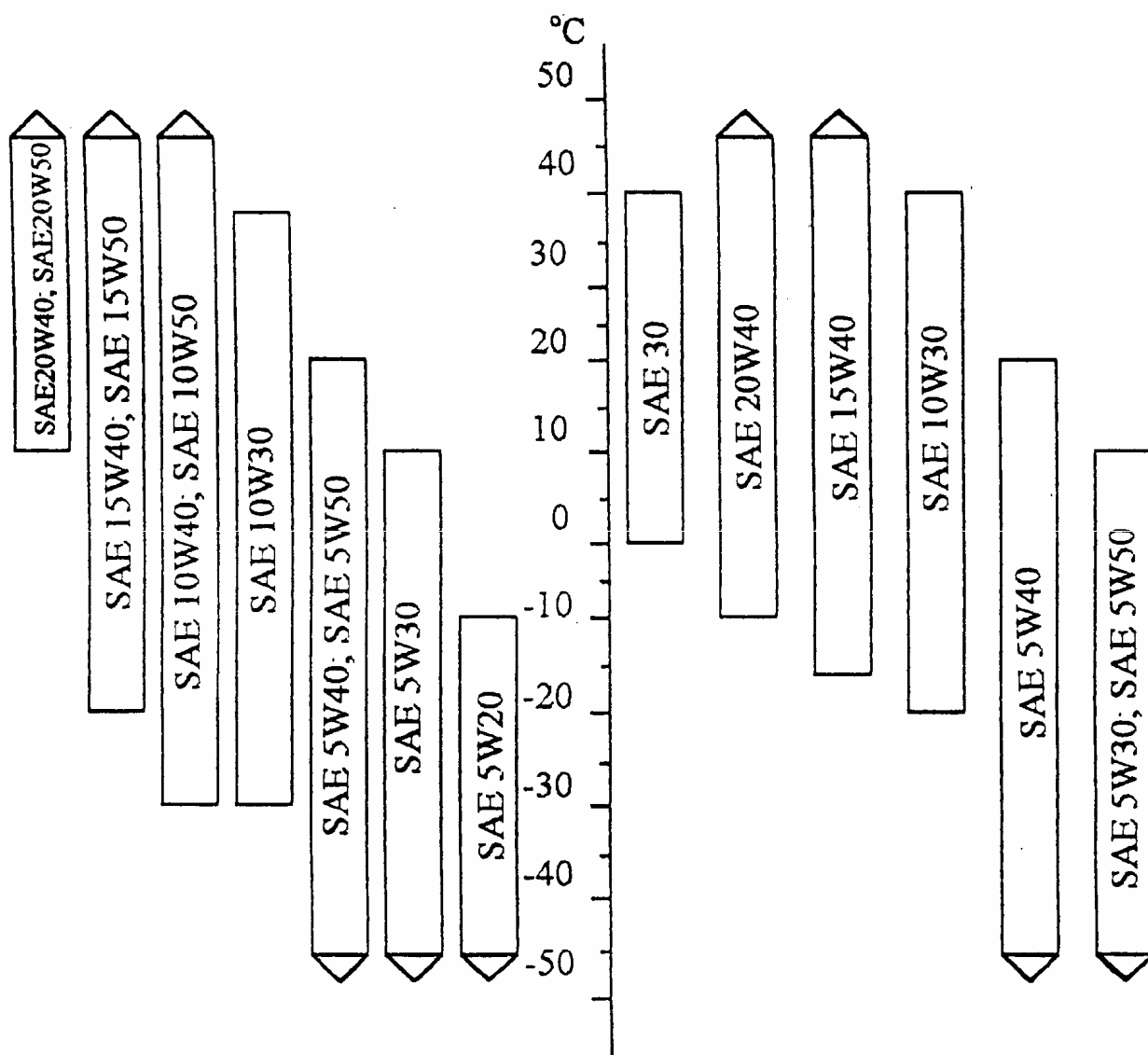


Рис. 4

Классификация моторного масла по методу производства

Моторные масла по методу производства выпускаются следующих типов: минеральные, полусинтетические и синтетические.

Минеральные моторные масла производятся из нефтепродуктов и имеют широкое распространение в промышленности. Однако они уже не удовлетворяют возросшим требованиям по качеству, срокам эксплуатации, антифрикционным свойствам.

Типовые значения вязкости для минеральных масел – это SAE 15W40 и SAE 20W50.

Полусинтетические моторные масла – это минеральные масла с добавкой синтетических компонентов. Эти компоненты улучшают условия пуска холодного двигателя, обладают хорошими моющими и противоизносными свойствами. Типовое значение вязкости для полусинтетических масел – SAE 10W40.

Синтетические моторные масла производятся на базе кремнийорганической жидкости с добавлением необходимых присадок. Синтетические моторные масла, по сравнению с минеральными, обладают улучшенными качествами; они пригодны для карбюраторных и дизельных двигателей, обеспечивают хорошую смазку при холодном пуске двигателя, обладают высокими противоизносными и моющими свойствами. Синтетические моторные масла отвечают требованиям стандартов качества API и ACEA и допускам автомобильных фирм. Типовые значения вязкости для синтетических масел – это SAE 0W40 и SAE 5W40. В приложении 4 приведены марки моторных масел: синтетических, полусинтетических и минеральных.

Допуск автомобильных фирм

Каждый член ACEA (фирмы-производители автомобилей – БМВ, ДАФ, Форд Европа, Дженерал Моторс Европа, МАН, Мерседес-Бенц, Пежо, Порше, Ренальт, Роллс-Ройс, Ровер, Сааб-Скания, Фольксваген, Вольво, Фиат и т. д.) помимо единых подходов к классификации масел выдвигает дополнительные требования.

Например, требования фирмы Mercedes-Benz к маслам для дизельных двигателей грузовых автомобилей изложены в нормативах 227.1 и 228.1. Фирмой Фольксваген разработаны стандарты VW 500.00 для масел с хорошими антифрикционными свойствами; VW 501.01 для масел карбюраторных и дизельных двигателей без турбонаддува; VW 505.00 для масел дизельных двигателей с турбонаддувом. Требования фирмы MAN к маслам дизельных двигателей грузовых автомобилей изложены в нормативах 271, а военных производителей США MIL – в нормативах L-46152B.

Дополнительные требования фирм-производителей автомобилей к моторным маслам, изложенные в нормативах и стандартах, соответствуют международным спецификациям API и ACEA по качеству и SAE по вязкости моторного масла.

В настоящее время самые высокие требования к моторным маслам предъявляют фирмы Мерседес-Бенц (включает более 10 нормативов) и Фольксваген. Если моторное масло соответствует дополнительным требованиям фирмы Мерседес-Бенц, это означает, что оно пригодно для использования в любых европейских двигателях данного класса.

2.2.3. Зарубежные и отечественные производители масел

Фирма «Gilmar»

Нефтеперерабатывающий завод «Gilmar» («Гилмар», США) был основан в 1883 г. Это одно из первых в мире нефтеперерабатывающих предприятий. Предприятие производит более 100 наименований нефтепродуктов.

Производство моторных масел на заводе «Гилмар» основано на самых современных мировых технологиях. Специально подобранный состав улучшающих присадок фирмы Shell-Additives позволяет получать моторные масла с высокими эксплуатационными качествами.

Моторное масло Aureus-CE/SG SAE 15W40 – универсальное, всесезонное, высококачественное, предназначено для современных дизельных и карбюраторных двигателей. Класс качества моторного масла

SF/CC, параметры вязкости SAE 15W 40, что соответствует отечественному маслу М-6₃/14Г.

Моторные масла производятся на базе глубоко рафинированных дистиллятов с противоизносными, антикоррозийными, антиокислительными, вязкостными присадками.

Моторное масло Patrius-SP/CC SAE 15W40 – универсальное, всесезонное, предназначено для карбюраторных и дизельных двигателей. Класс качества SF/CC, параметры вязкости по SAE 15W40, что соответствует отечественному маслу М-6₃/14Г.

Специальный состав присадок фирмы Shell придает моторному маслу высокие эксплуатационные качества: сохраняет постоянные смазочные свойства; обеспечивает надежную смазку в широком диапазоне температур; предохраняет от появления шлаков, осадков, нагаров; повышает противоизносные, противокоррозийные, антиокислительные свойства; обеспечивает легкий запуск двигателя.

Alanda-CB/SC SAE 15W40 – всесезонное универсальное синтетическое моторное масло Superoil Alanda – предназначено для смазки нефорсированных двигателей; обеспечивает большой пробег до очередной замены по сравнению с минеральными моторными маслами.

«Синтетика» – всесезонное синтетическое моторное масло, с показателями, превосходящими аналогичные у масла на нефтяной основе: лучшая вязкость, меньшая испаряемость, более широкий диапазон рабочих температур, лучшая сопротивляемость окислению. Синтетическое масло обеспечивает легкий запуск двигателя при низких температурах окружающего воздуха, снижает интенсивность износа деталей при больших нагрузках.

ОАО «Нефтяная компания ЛУКОЙЛ»

ОАО «ЛУКОЙЛ» создано на основе образованного в 1991 году нефтяного концерна, объединившего предприятия нефтегазодобычи в западносибирских городах Лангепас, Урай и Когалым. Первые буквы названия этих городов и дали имя компании.

ЛУКОЙЛ является одной из крупнейших в мире нефтяных компаний по запасам нефти и объемам ее добычи.

Компания владеет двумя крупными нефтеперерабатывающими заводами в России: ООО Лукойл-Пермнефтеоргсинтез и ООО Лукойл-Волгограднефтепереработка. На нефтеперерабатывающих заводах ЛУКОЙЛ производится более 35 % масел, вырабатываемых в России.

Завод ООО Лукойл-Пермнефтеоргсинтез

Нефтеперерабатывающий завод «Пермнефтеоргсинтез» производит моторные масла с группами вязкости по SAE и качества по API.

Ниже приведены сорта и качества моторных масел, выпускаемых заводом «Пермнефтеоргсинтез», табл. 24.

Масла серии «Лукойл-Супер» отвечают стандартным требованиям фирмы «Мерседес-Бенц»; масла серии «Лукойл-Люкс» и «Лукойл-Синтетик» одобрены к применению фирмами БМВ, Фольксваген, Порше.

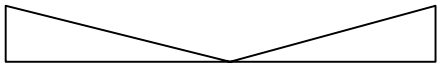

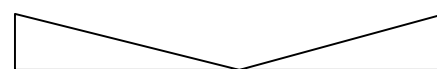
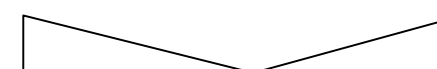

Акционерное общество «Oy Teboil Ab»

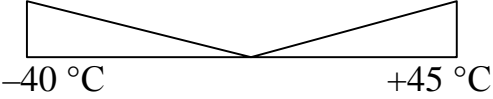
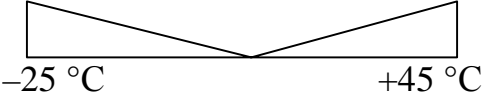
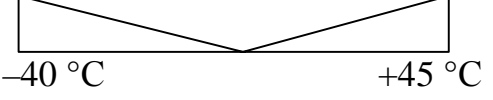
Акционерное общество «Oy Teboil Ab», Финляндия, создано в 1934 г. и является дочерним предприятием российской государственной нефтяной компании «Нафта Москва».

«Oy Teboil Ab» является одним из главных поставщиков нефтепродуктов в Финляндии. В 1998 г. доля «Oy Teboil Ab» на рынке Финляндии составила около 23 %. Фирма имеет более 300 станций обслуживания, сеть складов для нефтепродуктов объемом около 800 000 м³, собственные бензовозы, два танкера, а также завод по производству масел, мощностью до 100 000 тонн в год.

Завод пущен в июне 1992 г. в г. Хамина и является одним из самых современных в Западной Европе. Производственные процессы полностью автоматизированы, широко используется компьютерная техника.

Моторные масла завода Пермнефтеоргсинтез

Наименование и индексация по качеству	Индексация по вязкости		Температурный интервал
	SAE	ГОСТ 17479.1-98	
1	2	3	4
Лукойл-Стандарт API SF/CC (универсальное, всесезонное). Допуск: ОАО «АвтоВАЗ»	Полусинтетическое		5W SAE 30  -40 °C +30 °C
	5W30 5W40	М-3 ₃ /12Г М-3 ₃ /14Г	
	Минеральное		10W SAE 40  -25 °C +45 °C
	10W40 15W30	М-5 ₃ /14Г М-6 ₃ /12Г	
Лукойл-Супер API CF-4/SG (универсальное, все- сезонное) Допуск: «Мерседес- Бенц» 227.1; 228.1.	Полусинтетическое		5W SAE 40  -40 °C +45 °C
	5W30 5W40	М-3 ₃ /12Г М-3 ₃ /14Г(Д)	
	Минеральное		10W SAE 30  -25 °C +30 °C
	10W30 10W40	М-5 ₃ /12Г М-6 ₃ /14Г	
	15W30 15W40	М-6 ₃ /12Г М-6 ₃ /14Г	15W SAE 40  -20 °C +45 °C

1	2	3	4
Лукойл-Люкс API SJ, SH/CF+ Energy Conserving API SJ, SH/CF (универсальное, всесезонное) Допуск: «Мерседес- Бенц» 229.1; 229.3	Полусинтетическое		5W SAE 40 
	5W30 5W40		
	Минеральное		10W SAE 40 
	10W40 15W40		
Лукойл-Синтетик API SJ, SH/CF+ Energy Conserving (универсальное, всесезонное) Допуск: «Мерседес- Бенц» 229.1; 229.3. БМВ; Фольксваген 502.00; 505.00.	Синтетическое		5W SAE 40 
	5W40	М-3 ₃ /14Г(Д)	

В 1993 г. около четверти поставлявшихся на рынок Финляндии масел было произведено «Oy Teboil Ab». Кроме того, в Россию было поставлено около 20 тыс. тонн масел, в том числе судовые, дизельные, моторные, трансмиссионные масла, которые использовались как на технике, произведенной в России, так и на импортной технике (приложения 7, 8, 9).

Расположение завода (менее 40 км от финско-русской границы) и налаженные транспортные связи позволяют «Oy Teboil Ab» обеспечить поставку масел в Россию и другие страны СНГ в кратчайшие сроки с момента поступления заказа.

Наличие зарубежных аналогов у отечественных масел не означает, что взаимозаменяемые отечественные и зарубежные масла можно смешивать при доливке или полной заправке картера двигателя. Они имеют разные компоненты присадок, могут различаться масляной базой, а потому при смешивании моторных масел возможны нежелательные химические реакции и порча масла.

В приложении 10 приведены зарубежные фирмы и отечественные предприятия-изготовители масел по зарубежной классификации.

2.2.4. Трансмиссионные масла

Трансмиссионные масла используют в коробках передач, ведущих мостах, бортовых передачах, раздаточных коробках, механизмах рулевого управления лесных машин для снижения износа, уменьшения затрат на преодоление трения, отвода тепла и предохранения от коррозии трущихся поверхностей сопряженных деталей. Они также компенсируют действие ударных нагрузок, уменьшают шум и вибрацию, уплотняют зазоры в различных соединениях.

Трансмиссионные масла работают в условиях высоких удельных нагрузок (до 2000 МПа, в гипоидных передачах более 2500 МПа). Скорость скольжения (2,5...3 м/с) и рабочая температура (80...100 °С) сравнительно невысоки. Однако в местах контакта зубчатых зацеплений температура вырастает до 250 °С и более. Высокие удельные нагрузки приводят к тому, что появляется граничное трение, вызывающее ускоренный износ шестерен.

К трансмиссионным маслам предъявляются следующие требования. Они должны иметь: необходимое противоизносное и противозадирное свойства; хорошую вязкостно-температурную характеристику и низкую температуру застывания; возможно меньше менять свои свойства в зависимости от температуры и времени; не содержать абразивных механических примесей и воды, а также коррозионно-активных соединений; не разрушать резиновые уплотнения.

Для улучшения наиболее важных противозадириных и противоизносных свойств в них вводят специальные присадки. При высокой температуре активные элементы присадок на поверхностях трения образуют пленки, обладающие большей, чем основной металл, пластичностью и износостойкостью.

Классификация трансмиссионных масел

Все выпускаемые трансмиссионные масла подразделяются на следующие группы: 1 – без присадок, работающие при умеренных нагрузках в невысоких рабочих температурах масла, предназначены для коро-

бок передач, задних мостов; 2 – с противозадирными присадками ЭФО, ДФ-11 для спирально-конических передач с большими удельными нагрузками, где основная функция масла – предотвращение «заедания» рабочих поверхностей зубьев; 3 – с высокоэффективными противозадирными присадками, для гипоидных передач грузовых автомобилей, где вследствие высокой скорости относительного скольжения профилей зубьев в сочетании с высокими давлениями создаются крайне неблагоприятные условия трения; 4 – для гидромеханических (автоматических и гидрообъемных) передач автомобилей, 5 – универсальные, обеспечивающие работу всех типов зубчатых передач и других трущихся деталей агрегатов трансмиссии.

В соответствии с ГОСТ 17479.2-85 введено новое обозначение трансмиссионных масел: ТМ-1, ТМ-2, ТМ-3, ТМ-4, ТМ-5.

Группа ТМ-1 объединяет масла для прямозубых цилиндрических, спирально-конических и червячных передач, работающих при контактных напряжениях до 1000 МПа и температуре масла в картере 90 °С. Маслом этой группы является трансмиссионное масло ТС-14,5.

Группа ТМ-2 – масла, аналогичные маслам группы ТМ-1, но применяемые в передачах с контактными напряжениями до 2000 МПа и температуре масла в картере до 120 °С. К этой группе относится масло ТСп-10, масло содержит присадки ЭФО – 5 % и АЗНИИ-ЦИАТИМ-1 – 1 %.

Группа ТМ-3 – масла для вышеуказанных передач, но работающих при контактных напряжениях свыше 2000 МПа и температуре масла в картере свыше 120 °С. Маслами этой группы являются ТС-10-ОТП; ТАп-15В; ТСп-15К. Масло ТС-10-ОТП является зимним для средней климатической зоны и всесезонным для северных районов.

Группа ТМ-4 – масла для гипоидных передач, работающих либо при высоких скоростях и малых нагрузках, либо при низких скоростях и малых нагрузках, когда температура масла в объеме не превышает 135 °С. Сюда относятся масла ТСз-9гип и ТСп-14гип. Масло ТСз-9гип предназначено для смазывания цилиндрических, спирально-конических и гипоидных передач грузовых автомобилей в условиях Крайнего Севера и Востока страны при температурах воздуха до –50...–55 °С.

Масло ТСп-14гип предназначается для ведущих мостов грузовых автомобилей ГАЗ и ЗИЛ и применяется всесезонно в умеренной и жаркой климатических зонах.

Группа ТМ-5 – масла для гипоидных передач, работающих в таких же условиях, что и масла группы ТМ-4, а также при высоких скоростях и ударных нагрузках, когда температура масла в объеме свыше 135 °С. К этой группе относятся масла: ТМ-5-12РК и ТАД-17и.

Классификация масел по ГОСТ 17479.2-85 приведена в таблице 25. Значения отдельных букв в обозначении трансмиссионных масел следующие: Т – масло трансмиссионное, А – автомобильное, Д – долгоработающее, С – масло, полученное из сернистой нефти, П – масло содержит присадку, К – масло для автомобилей КамАЗ, гип – масло для гипоидных передач, З – масло загущенное, и – масло, содержащее импортную присадку.

Таблица 25

**Классификация трансмиссионных масел по ГОСТ 17479.2-85
и соответствие им масел по ГОСТ 23652-79**

ГОСТ 17479.2-85	ТМ-1	ТМ-2	ТМ-3	ТМ-4	ТМ-5
ГОСТ 23652-79	ТС-14,5	ТСп-10 ТЭп-15 ТСз-9	ТС-10-ОТП ТАп-15В ТСп-15К ТАп-15В	ТСз-9гип ТСп-14гип	ТМ-5-12РК ТАД-17и

Классификация трансмиссионных масел по вязкости

В соответствии с российской классификацией, трансмиссионные масла делятся на четыре класса вязкости: 9, 12, 18, 34 (см. табл. 26).

Классы вязкости трансмиссионных масел

Класс вязкости по ГОСТ/SAE J306	Вязкость при 100 °С, мм ² /с	Температура, °С, не выше достижения динамической вязкости не более 150 Па·с	Применение по климатическим условиям
9/80	6,00–10,99	–45	Арктическое
12/85	11,00–13,99	–35	Северное
18/90	14,00–24,99	–18	Зимнее
34/140-250	25,0–41,00	–	Летнее

Маркировка трансмиссионных масел

Маркировка трансмиссионных масел представляет собой сочетание трех групп знаков. Первая состоит из букв «ТМ» (трансмиссионное масло); вторая группа – из цифр, характеризующих область применения; третья из цифр, характеризующих класс вязкости, табл. 27. Допускаются некоторые уточняющие обозначения, например: ТМ-3-18к (трансмиссионное масло, третьей группы, восемнадцатого класса вязкости, для трансмиссий автомобилей КамАЗ); ТМ-5-9з (трансмиссионное масло, пятой группы, девятого класса вязкости, загущенное).

Кроме того, применяется старая маркировка по ГОСТ 23652-79, табл. 25.

В соответствии с ГОСТ 23652-79, лесная промышленность получает широкий ассортимент трансмиссионных масел, предназначенных для применения в различных климатических зонах страны (летние, зимние, северные, арктические, всепогодные):

ТЭп-15 – изготавливается на основе экстрактов остаточного и дистиллятного масел с противоизносной и депрессорной присадками и применяются для смазывания цилиндрических, конических и спирально-конических передач (всепогодное);

Маркировка трансмиссионных масел

ГОСТ 17479.2-85	ТМ-3-9	ТМ-3-9з	ТМ-3-18к	ТМ-3-18	ТМ-4-9з	ТМ-4-18	ТМ-4-34	ТМ-5-18
ГОСТ 23652-79	ТСл-10	ТСзп-8	ТСл-15к	ТАп-15в	ТСз-9гип	ТСП-14гип	ТСгип	ТАД-17и
Применение по сезону	зимнее, северное	арктическое	всесезонное	всесезонное	арктическое	всесезонное	летнее	всесезонное
Температура застывания	-40	-50	-25	-20	-50	-25	-20	-25

ТАп-15В – изготавливается из смеси экстрактов остаточных масел фенольной очистки и дистиллятных масел или фильтрата обезмасливания парафина; содержит противозадирную и депрессорную присадки и применяется для смазывания тяжело нагруженных цилиндрических, конических и спирально-конических передач большегрузных автомобилей (всесезонное);

ТАД-17п – универсальное масло, изготавливается из смеси остаточного и дистиллятного масел, содержит многофункциональную серофосфоросодержащую, депрессорную и антипенную присадки, применяется для смазывания цилиндрических, конических, червячных, спирально-конических и гипоидных передач автомобилей ВАЗ (всесезонное);

ТСП-10 – изготавливается путем смешения деасфальтизата с маловязким низкозастывающим дистиллятным компонентом; содержит противозадирную, депрессорную и антипенную присадки; применяется для смазывания тяжело нагруженных цилиндрических, конических и спирально-конических передач (зимнее);

ТСП-14гип – изготавливается из смеси остаточного и дистиллятного компонентов сернистых нефтей, содержит противозадирную, антиокислительную, депрессорную и антипенную присадки, применяется для гипоидных передач грузовых автомобилей (всесезонное);

ТС-14,5 – вырабатывается из дистиллятного и остаточного масел фенольной очистки сернистых нефтей, содержит противоизносную, депрессорную и антипенную присадки; применяется для смазывания цилиндрических, конических и червячных передач (всесезонное);

ТСП-14 – вырабатывается из смеси дистиллятного и остаточного масел, содержит противозадирную присадку ОТП или ЛЗ-23к и депрессатор. Масло рекомендуется для трансмиссии лесных машин, работающих при низких температурах окружающего воздуха (зимнее);

ТСП-15к – изготавливается из смеси дистиллятного и остаточного масел сернистых нефтей, содержит противозадирную, противоизносную, депрессорную и антипенную присадки. Применяется в агрегатах трансмиссии автомобилей КамАЗ. Может заменять масла ТСП-14, ТСП-10, ТАп-15В (всесезонное).

Масла ТЭп-15, ТАп-15В, ТСП-15к, ТСП-14,5, ТСП-14гип, ТАД-17и являются всесезонными.

Масло ТСП-10 – зимнее, применяется при температуре минус 45 °С в средней климатической зоне. Может быть всесезонным для северных районов.

Показатели трансмиссионных масел приведены в таблице 28.

В настоящее время производятся следующие трансмиссионные масла: ТСП-14,5; ТЭп-15; ТСП-10; ТСП-14; ТСП-15к; ТАп-15В; ТСП-14гип; ТАД-17и; ТСз-9гип; ТСП-15гип и т. д. Для трансмиссий автомобилей применяют трансмиссионные масла ТСП-14 и ТАп-15В. Масла ТАп-15В и ТЭп-15 можно применять также для трансмиссий тракторов. Трансмиссионные масла ТАп-15В и ТСП-14 в районах с умеренным климатом используются всесезонно. В условиях низких температур (ниже –20 °С) для трансмиссий грузовых автомобилей и тракторов рекомендуется масло ТСП-10, содержащее противозадирные присадки, температура застывания которого –40 °С. Для автомобилей с гипоидными передачами необходимо применять масло арктическое ТСз-9гип (ТУ 38101386-73) с температурой застывания –50 °С.

Для трансмиссий автомобилей КамАЗ рекомендуется масло ТСП-15к, содержащее комплекс эффективных присадок, температура застывания масла –25 °С. В гидроусилители рулевого управления автомобилей ЗИЛ, КАЗ, КамАЗ рекомендуется заливать масло для гидросистем марки Р или А (ТУ 38101179-71). Для коробок передач тракторов К-700, К-703, Т-150К, ЛТ-157 применяют масла, рекомендованные для двигателей этих машин, или масло ТЭп-15. В случае отсутствия нужной марки трансмиссионного масла производят подбор заменителей (см. табл. 28).

Импортные трансмиссионные масла

Импортные трансмиссионные масла классифицируются по двум показателям: по качеству и вязкости.

Показатели и применение трансмиссионных масел

Наименование показателей	Масла общего назначения				Универсальное	Для гипоидных передач		Для ГМКП марки	Для РУ	
	ТАП-15В		ТСП-15к			ТАД-17и	ТСз-9гип			ОСТ-38
	ТЭп-15	ТСП-10	ТАп-15В	ТСП-15к						
Вязкость кинематическая, мм ² /с: при 100 °С при 50 °С	15 130..140	10 55...65	14...16 130...140	15 95...105	17,5 110...120	14 95...105	9 35...40	7,8 23...30	3,8 12...14	
Индекс вязкости, не менее	80	90	80	90	100	90	120	-	-	
Температура застывания, °С, не выше	-18	-40	-20	-25	-25	-30	-20	-40	-45	
Эксплуатация при температуре, °С, не ниже	-25	-45	-25	-30	-30	-50	-50	-30	-40	
Дублирующая марка масла	ТСП-14	ТМ-12В	ТСП-15к ТСП-14	ТАп-15В ТСП-14	ТМ5-12В	ТАД-17и ТМ-12В	ТМ-12В	Р	А	
Применение для машин	ТДТ-55А ТТ-4М ЛТ-157	(КП, ЗМ) ТДТ-55А ТТ-4М ЗИЛ КАЗ	ТДТ-55А ТТ-4М ЗИЛ КАЗ МАЗ-509А КраЗ	КамаЗ УРАЛ МАЗ	ВАЗ	ГАЗ КАВЗ ПАЗ	ГАЗ КАЗ ПАЗ	ЗИЛ КАЗ	КамаЗ МАЗ	

Классификация трансмиссионных масел по качеству

Качественный уровень импортного трансмиссионного масла определяет классификационная система, разработанная Американским институтом нефти – API. Классификация API делит все трансмиссионные масла на шесть групп: GL-1; GL-2; GL-3; GL-4; GL-5 и GL-6.

Для легковых автомобилей используют масла GL-4 и GL-5. Масла группы GL-4 используют для обычных коробок передач (с ручным переключением передач) и редукторов со спирально-коническими или гипоидными парами при умеренных условиях эксплуатации. Масла группы GL-5 подходят для жестких условий эксплуатации в редукторах с гипоидным зацеплением. В таблице 29 приведена классификация трансмиссионных масел по ГОСТ и системе API.

Таблица 29

Классификация трансмиссионных масел по системе API, ГОСТ 17479.2-85 и соответствие им масел по ГОСТ 23652-7

API	GL-1	GL-2	GL-3	GL-4	GL-5	GL-6
ГОСТ 17479.2-85	TM-1	TM-2	TM-3	TM-4	TM-5	–
ГОСТ 23652-79	ТС-14,5	ТСп-10 ТЭп-15 ТСз-9	ТАп-15В ТСп-15К	ТСз-9гип ТСп-14гип	ТАД-17и ТМ-5-12РК	–

Примечание: Т – трансмиссионное; А – автомобильное; Д – долгорботающее; С – масло, полученное из сернистых нефтей; П – присадка; З – загущенное; И – импортная присадка; К – масло для автомобилей КамАЗ; ГИП – масло для гипоидных передач, Р – масло для рулевого механизма; GL – general lubrication – универсальная смазка.

Группа масел GL-1 – объединяет масла для прямозубых цилиндрических, спирально-конических и червячных передач, работающих при контактных напряжениях до 1000 МПа и температуре масла в картере 90 °С.

Группа масел GL-2 – масла аналогичные маслам группы GL-1, но применяемые в передачах с контактными напряжениями до 2000 МПа и температуре масла в картере до 120 °С.

Группа масел GL-3 – масла для вышеуказанных передач, но работающих при контактных напряжениях свыше 2000 МПа и температуре масла в картере двигателя свыше 120 °С.

Группа масел GL-4 – масла, предназначенные для смазывания спирально-конических и гипоидных передач, работающих при умеренных условиях эксплуатации.

Группа масел GL-5 – масла для гипоидных передач, работающих при высоких скоростях и ударных нагрузках, когда температура масла в картере превышает 135 °С.

Группа масел GL-6 – масла высшего качества для трансмиссий современных автомобилей.

Классификация трансмиссионных масел по вязкости

Вязкость импортного трансмиссионного масла определяется по классификации Американского общества автомобильных инженеров – SAE.

Классификация SAE делит все трансмиссионные масла по вязкости на семь классов. Первые четыре класса – зимние масла (класс вязкости: 70, 75, 80, 85); остальные три класса – летние масла (90, 140, 250); для всесезонных масел принята двойная нумерация: 75W90; 80W90; 80W140; 85W90.

Буквы SAE на этикетке емкости трансмиссионного масла означают, что последующие цифры характеризуют вязкость масла, а наличие буквы W – принадлежность его к зимнему или всесезонному сорту. Например: трансмиссионное масло SHELL SPIRAXEP SAE80W90 API SERVICE GL-5, означает: API SERVICE GL-5 – масло высшего качества для карбюраторных двигателей; SAE80W90 – масло всесезонное, работающее в интервале температур окружающего воздуха от минус 30 °С до плюс 50 °С; SHELL SPIRAXEP – фирма производитель трансмиссионного масла.

В приложениях 5, 6 приведены марки трансмиссионных масел и температурные диапазоны по классу SAE.

2.3. ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ

Пластичные смазки – это густые мажеобразные продукты, в состав которых входит основа (масло), загуститель (мыла, твердые углеводороды), стабилизатор для сохранения однородности смазки и наполнитель (например, графит). В зависимости от условий работы они проявляют свойства как твердых, так и жидких веществ: под действием небольших усилий удерживаются на наклонных поверхностях, а при больших нагрузках обладают текучестью. Поэтому пластичные смазки используются в узлах трения, к которым невозможно непрерывно подводить масло; в трудно герметизируемых элементах при больших удельных нагрузках и малых скоростях.

Они должны обеспечить нормальную работу узлов трения, предотвращать коррозию металлических поверхностей, осуществлять герметизацию в широком температурном диапазоне: от минус 50 °С до плюс 100 °С и выше.

Пластичные смазки должны: не выделять токсичных элементов при длительном хранении и работе в контакте с неконструкционными материалами, топливами, другими смазочными материалами и специальными жидкостями; в минимальной степени воздействовать на полимеры, эластомеры, дерево, лакокрасочные материалы; обладать однородностью состава, физико-химических и эксплуатационных характеристик; иметь удовлетворительные органолептические параметры и гладкую маслянистую текстуру.

2.3.1. Классификация пластичных смазок

Пластичные смазки классифицируются по следующим признакам: составу (типу загустителя и дисперсионной среды), консистенции и назначению (области применения).

Классификация по составу

По типу загустителя пластичные смазки делятся на четыре группы:

- 1) *мыльные*: на чистых мылах – *литиевые, натриевые, цинковые* и др.; на смешанных мылах – *кальциево-натриевые, литиево-кальциевые* и т. д.;
- 2) *неорганические* – *силикогелевые, графитные* и т. д.;
- 3) *органические* – *сажевые, полимерные, пигментные*;
- 4) *углеводородные*.

Классификация по типу дисперсионной среды

По типу дисперсионной среды пластичные смазки делятся на две группы:

- 1) на нефтяных маслах;
- 2) на синтетических маслах.

Классификация по консистенции

По консистенции пластичные смазки делятся на три группы:

- 1) полужидкие;
- 2) пластичные;
- 3) твердые.

По ГОСТ 5346 пластичные смазки по консистенции делятся на 9 классов: 000, 00, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6. Критерий – величина пенетрации перемешанной смазки, табл. 30.

Классификация пластичных смазок по консистенции

Класс	Диапазон пенетрации*	Консистенция
000	445–475	Очень мягкая
00	400–430	Очень мягкая
0	355–385	Мягкая
1	310–340	Мягкая
2	265–295	Мягкая
3	220–250	Вазелинообразная
4	175–205	Твердая
5	130–160	Твердая
6	85–115	Очень твердая, мылообразная

***Пенетрация** – показатель глубины внедрения стандартного конуса под действием собственного веса (1,5 Н) за 5 с при $t = 25$ °С.

Классификация по назначению

По назначению пластичные смазки делятся на четыре группы:

- 1) антифрикционные;
- 2) уплотнительные;
- 3) консервационные;
- 4) канатные.

Характеристики пластичных смазок приведены в таблице 31.

Из пластичных смазок наиболее распространены *солидолы*, марки которых различаются содержанием загустителей и, следовательно, температурным диапазоном работоспособности. Жировые (ГОСТ 1033-79) и синтетические (ГОСТ 4366-77) взаимозаменяемы, поскольку имеют примерно одинаковые эксплуатационные свойства. Солидолы используются для смазывания большинства узлов трения шасси и ходовой части лесных машин.

Основные показатели пластичных смазок

Показатели	Синтетические солидолы ГОСТ 4366-76		Жировые солидолы ГОСТ 1033-73		Смазка ПВК ГОСТ 19537-74	Смазка ЯНЗ-2 ГОСТ 9432-60	Смазка 1-13 ГОСТ 1631-61	ЦИАТИМ-201 ГОСТ 6267-74	Литол-24 ГОСТ 21150-75	Карданная смазка АМ ГОСТ 5730-51
	Пресс-солидол	Солидол С	Пресс-солидол УС-1	Солидол УС-2						
Температура каплепадения, °С, не ниже	80	90	75	75	60	150	120	175	185	115
Предел прочности при 50 °С, Н/см ² , не менее	0,01	0,02	0,01	0,02	–	0,018	0,02	0,025	0,045 при 20°С	–
Содержание свободной щелочи (в пересчете на едкий натрий), %, не более	0,2	0,2	0,1	0,2	–	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
Пределы рабочих температур, °С	–20...50	–20...70	–40...45	–30...50	50	–30..100	0...110	–60...90	–40...130	–10...100

Смазка УСсА подобна солидолам, но для повышения антифрикционных свойств в нее вводят 10 % графита, ее используют для смазки рессор, подвески ходовой части и т. д.

Смазка ЯНЗ-2 (ГОСТ 9432-60) применяется в ступицах колес автомобилей (при температурах до 90... 100 °С); ее получают на натриево-кальциевом мыле синтетической жирной кислоты. Вводимый в смазку сульфат натрия снижает ее склонность к термоупрочнению. Эта смазка стабильна при хранении.

Смазка 1-13 (ОСТ 3801145-80) на жировой основе получается загущением масла натриево-кальциевым мылом, применяется для подшипников качения, ступиц колес, карданных сочленений и других высоконагруженных узлов. Она готовится на основе индустриальных масел и их смеси с трансформаторным и веретенным маслом и загущается 20 % натриевого и 4 % кальциевого мыла или касторового масла.

ЦИАТИМ-201 (ГОСТ 6267-74) является низкотемпературной смазкой и получается загущением маловязкого масла МВП литиевым мылом стеариновой кислоты. Применима во всех узлах трения, но не рекомендуется при больших нагрузках. Работоспособна в лесных машинах при их эксплуатации на севере.

Более широко в лесозаготовительной промышленности начали применять *Литол-24* (ГОСТ 21150-75). Эта смазка водостойкая, имеет высокую температуру плавления, что позволяет применять ее при температурах 110...130 °С. Литол-24 сохраняет свою работоспособность при температуре до минус 40 °С. Литол-24 можно заправлять в узлы трения при температурах до минус 30 °С. Смазка имеет хорошие консервационные свойства и широко применяется как единая смазка узлов трения автомобилей и лесозаготовительных машин. Литол-24 может заменить многие пластичные смазки: солидолы С, УС-1, УС-2, смазки 1-13, ЯНЗ-2, карданную АМ и др.; срок службы его увеличен в 2...3 раза, и его применение вместо других смазок дает большой экономический эффект.

Смазка N 158 (ТУ 38-101-320-77) изготавливается на калиевом и литиевом мылах с добавлением антиокислительной присадки – фталоцианина меди. Основой является авиационное масло МС-20. Применяется для смазки узлов трения автотракторного электрооборудования.

Смазка карданная АМ (ГОСТ 5730-51) изготавливается загущением масла натриевым мылом натуральных жиров с добавлением сосновой канифоли для упрочнения масляной пленки на трущихся поверхностях. Применяется для смазывания карданных сочленений в передних ведущих мостах автомобилей, шарниров полуосей передних ведущих мостов.

Пластичные смазки могут длительно работать без заметного снижения работоспособности. Замена их в узлах машин производится вследствие засорения или обводнения.

2.3.2. Импортные пластичные смазки

Для классификации импортных пластичных смазок используют следующие квалификационные признаки: состав (тип загустителя и дисперсионной среды), консистенцию, назначение (область применения).

По типу **загустителя** пластичные смазки делят на четыре группы:

1) мыльные: на чистых мылах – литиевые, натриевые, кальциевые, цинковые; на смешанных мылах – кальциево-натриевые, литиево-кальциевые; 2) неорганические – силикогелевые, бентонитовые, графитные; 3) органические – сажевые, полимерные, пигментные; 4) углеводородные.

По типу **дисперсионной** среды – на две группы: 1) на нефтяных маслах; 2) на синтетических маслах.

По **консистенции** – на три группы: 1) полужидкие; 2) пластичные; 3) твердые.

По **назначению** – на четыре группы: 1) антифрикционные; 2) консервационные; 3) канатные; 4) уплотнительные.

Классификация пластичных смазок по NLGI

Классификация пластичных смазок по NLGI (Национальный институт смазочных материалов – США) насчитывает 9 классов: 000; 00; 0; 1; 2; 3; 4; 5; 6 (табл. 32).

Таблица 32

Классификация NLGI пластичных смазок

Класс	000	00	0	1	2	3	4	5	6
Диапазон пенетрации	445– –475	400– –430	355– –385	310– –340	265– –395	220– –250	175– –205	130– –160	85– –115
Оценка консистенции	очень мягкая	очень мягкая	Мягкая	мягкая	вазелинообразная	почти твердая	твердая	твердая	очень твердая

Классы пластических смазок 000, 00 по консистенции относятся к очень мягким; 0, 1 – к мягким; 2 – к вазелинообразным; 3 – к почти твердым; 4 и 5 – к твердым; 6 – к очень твердым, мылообразным.

Каждый класс пластичной смазки характеризуется величиной **пенетрации**. Метод определения величины пенетрации изложен в международном стандарте ISO 2137.

В стандарте ISO 2137 дано определение **пенетрации** – это показатель глубины внедрения в смазку стандартного конуса под действием собственного веса (1,5 Н) за 5 с при температуре плюс 25 °С.

Крупнейшими производителями пластичных смазок являются фирмы: Мобил Ойл, Тексако, Экссон – США; Шел, Кастрол, Бритиш Петролеум – Великобритания; Клубар Любрикейшн – Германия.

В таблице 33 приведены марки пластичных смазок производимыми фирмами: Teboil, Esso, Mobil, Shell.

Марки пластичных смазок

Фирмы-производители смазок			
Teboil	Esso	Mobil	Shell
Universal EP	Beacon EP 2	Mobilgrease MP	RelinaxA
Universal EPS			Alvania Grease G 3
Universal M	Multi-purpose Grease Moli	Mobilgrease Special	RetinaxAM
Universal M-1			
Universal CLS	Unirex Lotemp EP Grease	Mobilplex 45	Grease Centra W
Universal CLS-1		Mobilplex 47	Grease 1353 LIX 2
Solid 2			
Multi-purpose Grease	Multi-purpose Grease	Mobilux EP 2	Alvania EP Grease 2
Multi-purpose Extra			
Syntec Grease	Unirex S 2	Mobiltemp SHC 100	Grease Syntix 100
Gear Grease MDS	EOL 232	Mobiltac 81	Kuggfett
0-Grease			
Bentone Grease		Mobiltemp 1	
Cup Grease 4			
DKW Grease	Fibrax 370 EP		Soezial Gernebeiett
AR Grease			
FM Grease		Mobil FM2 Grease	

В таблице 34 приведены температурные диапазоны трансмиссионных смазок по классификации NLGI.

Основные показатели качества пластичных смазок фирм Shell, Mobil, Техасо регламентируются стандартами Mil-G-1024 D, SW; Mil-G-18709A; Mil-G-25013 D, E; Mil-G-81322 C. Основные регламентируемые показатели качества следующие: температура каплепадения, предел прочности при сдвиге, вязкость, пенетрация, механическая и коллоидная стабильность; испаряемость, смываемость водой, противозадирные свойства, термоупрочнение. Марки пластичных смазок с основными показателями качества приведены в приложении 7.

**Температурные диапазоны трансмиссионных пластичных смазок
по классификации NLGI**

Минимальная температура окружающей среды, °С	Трансмиссионные пластичные смазки	Максимальная рабочая температура в узле, °С
-30	NLGI-2	+110
-35	NLGI-2 Extra	+110
-30	EP NLGI-2	+110
-30	M NLGI-2	+110
-30	GLS NLGI-00	+110
-35	MDS NLGI-0	+300
-40	GR NLGI-0	+25

2.4. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ЖИДКОСТИ

Для лесных машин применяются следующие виды специальных технических жидкостей: рабочие жидкости для гидравлических приводов лесных машин; амортизационные, тормозные, пусковые, охлаждающие жидкости и электролиты.

2.4.1. Рабочие жидкости

Рабочие жидкости для гидравлических приводов (ГОСТ 17479.3-85) применяют в гидроприводах лесозаготовительных машин для передачи энергии насоса к гидродвигателю. Кроме того, они обеспечивают смазывание трущихся поверхностей и защищают детали гидропривода от коррозии. Рабочие жидкости должны обладать хорошими смазывающими и антикоррозийными свойствами, высокой противопенной стойкостью, требуемой температурой застывания, небольшим изменением вязкости при изменении температуры, не должны содержать механиче-

ских примесей, водорастворимых кислот и щелочей, разрушающих уплотнения.

Для лесных машин в качестве рабочей жидкости применяют гидравлическое масло ВМГЗ (ТУ 38101479-74) в зимнее время и МГ-30 (ТУ 3810150-79) в летнее время, в качестве их заменителей рекомендуется использовать масло АУ (веретенное, ГОСТ 1642-75) и И-30А (индустриальное, ГОСТ 20799-75) соответственно.

Основными рабочими жидкостями для гидроприводов валочно-пакетирующих и валочно-трелевочных машин ЛП-19, ЛП-17, ВТМ-4, ВМ-4А являются гидравлические масла МГ-30 и ВМГЗ. Для гидроприводов трелевочных тракторов ТДТ-55А, ТТ-4М, ЛП-18А, ЛТ-89, сучкорезных машин ЛП-30Б, ЛП-33 в качестве основной рабочей жидкости рекомендуется применять летом масло М-10В₂ и зимой М-8В₂. В зимних условиях эксплуатации в качестве заменителей моторных масел разрешается применять индустриальное масло И-12А или веретенное АУ. Для тракторов с гидроманипуляторами (ТБ-1М, ЛП-18А, ЛТ-89) разрешается применять в качестве заменителей основных жидкостей летом гидравлическое масло МГ-30, зимой ВМГЗ.

В гидравлических приводах лесных погрузчиков П-2А, ПЛ-3, ПЛ-1Б, ЛТ-65, ЛТ-73 основными рабочими жидкостями являются моторные масла, применяемые для двигателей. В качестве заменителей допускается использовать зимой масло АМГ-10 или веретенное АУ, летом МГ-30 или И-30А. Сроки замены гидравлических масел устанавливаются инструкциями заводов-изготовителей машин.

2.4.2. Амортизационные жидкости

Амортизационные жидкости применяют для гидравлических амортизаторов лесных машин. Они должны обладать хорошими смазывающими и антикоррозионными свойствами, быть легко подвижными при всех эксплуатационных температурах (обладать хорошей вязкостно-температурной характеристикой и низкой температурой застывания).

Для заполнения амортизаторов лесных машин служит маловязкое веретенное масло АУ (ГОСТ 1642-75) и его заменитель: смесь 50 %

трансформаторного ТК (ГОСТ 982-80) и 50 % турбинного Т_П-22 (ГОСТ 9972-74) масел. Недостатком этих жидкостей является высокая вязкость при низких температурах, влекущая жесткую работу амортизаторов и даже их поломку.

Наибольшее применение в амортизаторах находит жидкость АЖ-12Т (ГОСТ 23008-78). Она работоспособна при давлении до 12 МПа и температуре от –50 °С до +140 °С. Обычно ее используют с уплотнительными деталями из маслостойкой резины. Амортизационная жидкость АЖ-12Т представляет собой загущенное трансформаторное масло и используется в амортизаторах автомобилей высшего класса, она содержит противоизносные и антиокислительные присадки, обладает хорошей термической и механической стабильностью.

Перспективной является жидкость марки АЖ-170, которая работоспособна в интервале температур от –60 °С до 130 °С и лишена недостатков жидкости АЖ-12Т.

Для всесезонной работы гидравлических амортизаторов автомобилей предназначена жидкость МПГ-10 (ОСТ 38154), являющаяся смесью трансформаторного масла ТК и полиэтилсилоксановой жидкости с добавлением животного жира, антиокислительной и противопенной присадок.

2.4.3. Индустриальные масла

Индустриальные масла предназначены для смазывания узлов трения машин и механизмов промышленного оборудования, кроме того, индустриальные масла могут быть использованы как рабочая жидкость в гидросистемах лесных машин.

Классификация индустриальных масел

Индустриальные масла в соответствии с ГОСТ 17479.4 делят на группы, подгруппы и классы по назначению, эксплуатационным свойствам и вязкости.

Классификация по назначению

По назначению промышленные масла делятся на четыре группы: Л, Г, Н, Т.

Масла группы Л – для легконагруженных узлов трения: шпинделей, подшипников и т. д. Масла этой группы могут быть без присадок (И-5А, И-8А, И-12А) и с противоизносной, противоокислительной, антикоррозионной присадками (ИГП-2, ИГП-4). Масло И-12А может использоваться в гидросистемах лесных машин.

Масла группы Г – для гидравлических систем металлорежущих станков и лесных машин (И-30А), они выпускаются без присадок (И-20А) и с присадками (ИГП-30, ИГП-38).

Масла группы Н – для направляющих скольжения металлорежущих станков и станочных гидроприводов, они выпускаются с противоскачковой, противозадирной, адгезионной и противопенной присадками (ИНС_П-40).

Масла группы Т – для тяжелонагруженных узлов трения: зубчатых, червячных и винтовых передач (И-460А, ИТП-200, ИТП-300).

Классификация по эксплуатационным свойствам

По эксплуатационным свойствам промышленные масла делятся на пять подгрупп: А (масла без присадок), В (масла с противоокислительными и антикоррозионными присадками), С (масла с присадками подгруппы В и противоизносной присадкой), Д (масла с противоокислительной, антикоррозионной, противоизносной и противозадирной присадками), Е (масла типа Д с противоскачковыми присадками).

Классификация по вязкости

По вязкости промышленные масла делятся на 18 классов: 2, 3, 5, 7, 10, 15, 22, 32, 46, 68, 100, 150, 220, 320, 460, 680, 1000, 1500.

Маркировка промышленных масел

Промышленные масла маркируются в соответствии с ГОСТ 17479.4 группой знаков: первый знак буква «И» – означает промышленное; второй знак (прописная буква) принадлежность к группе по назначению; третий знак (прописная буква) принадлежность к подгруппе по эксплуатационным свойствам; четвертый знак (цифра) принадлежность к классу вязкости. Совокупность трех буквенных знаков называется серией. Например: И-Г-А-46 (И-30А по ГОСТ 20799) – масло промышленное для гидросистем, без присадок, сорок шестого класса вязкости.

В таблице 35 приведена маркировка промышленных масел, используемых в лесной промышленности.

Таблица 34

Маркировка промышленных масел

ГОСТ 17479.4-85	И-Л-А-7	И-Л-А-10	И-Л-А-22	И-Г-А-46
ГОСТ 20799-79	И-5А	И-8А	И-12А	И-30А
Кинематическая вязкость при 40 °С, мм ² /с	6–8	9–11	19–25	41–51
Класс вязкости	7	10	22	46

2.4.4. Тормозные жидкости

Тормозные жидкости используют в гидравлических приводах тормозных систем машин. Надежность работы привода в значительной степени зависит от вязкости применяемой жидкости, температуры ее застывания, однородности и смазочной способности.

Получили распространение тормозные жидкости ГТЖ-22М (ТУ 601814-73), БСК (ТУ 6101533-75), «Нева» (ТУ 6011163-78), «Томь» (ТУ 6-012620-77) и «Роса» (ТУ 605221569-84); они содержат антиокислительные, антикоррозионные и противоизносные присадки и красители.

Жидкость «Роса» обладает высокими эксплуатационными качествами, содержит в себе все вышеуказанные компоненты присадок, обладает более высокой температурой кипения (260 °С), практически не изменяет своих свойств при взаимодействии с резинотехническими изделиями.

Жидкость ГТЖ-22М состоит из 65 % диэтилгликоля, 32 % этилкарбитоля и 3 % этилцеллозольва с добавлением антикоррозийных присадок. Жидкость может использоваться всесезонно, окрашивается в зеленый или защитно-зеленый цвет, хорошо растворима в воде, токсична (пищевой яд).

Жидкость «Нева» является композицией из 51...59 % этилкарбитоля, 31...34 % диолов, 5 % эфиров карбитола и 13,5 % смеси гликолей. В состав «Невы» входит загуститель и антикоррозионные присадки. Жидкость окрашена в желтый цвет, токсична, огнеопасна и растворяется в горячей воде. Жидкости ГТЖ-22М и «Нева» взаиморастворимы.

Жидкость «Томь» представляет собой смесь гликолей и эфиров борной кислоты. Эксплуатационные свойства этой жидкости обеспечивают надежную работу тормозных приводов машин.

Жидкости ГТЖ-22М и «Нева» могут быть использованы всесезонно, а жидкость БСК – только летом, т. к. жидкости токсичны, при обращении с ними следует соблюдать меры предосторожности. Сливать жидкости в канализационную сеть запрещается.

Отработанные жидкости БСК и «Нева» сжигаются, а ГТЖ-22М разбавляют 10–15-кратным объемом воды, сливают в глубокую яму и засыпают землей.

2.4.5. Охлаждающие жидкости

Для систем охлаждения двигателей лесных машин применяют пресную воду и антифризы.

Охлаждающие жидкости (антифризы) предназначены для применения в системе охлаждения двигателей. Выпускаются низкотемпературные жидкости (антифризы) следующих марок: 40 и 65 (ГОСТ 159-52) и тосолы – Тосол А, Тосол А-40, Тосол А-65 и Лена-40 (ТУ 602751-73), их

получают разбавлением технического этиленгликоля водой. В тосолы введены антикоррозионные, антивспенивающие присадки. В настоящее время в качестве охлаждающей жидкости для лесозаготовительных и лесотранспортных машин рекомендуется концентрированная незамерзающая жидкость Тосол А, разбавленная мягкой и чистой водой в требуемой пропорции (см. табл. 36) в зависимости от температуры окружающего воздуха. Температуру замерзания смеси жидкости Тосол А с водой можно определить в условиях гаража лесозаготовительного предприятия по ее плотности, замеренной денсиметром.

Таблица 36

Свойства охлаждающей жидкости

Температура окружающего воздуха, °С	Наименование жидкости	Состав смеси Тосола А и воды, %		Плотность смеси при температуре 20 °С, г/см ³
		Тосол А	Вода	
До -40	Тосол А-40	56	44	1,077...1,085
До -65	Тосол А-65	65	35	1,085...1,095

К особенностям использования этиленгликолевых антифризов относятся: высокая токсичность этиленгликоля (пищевой яд), требующая мер предосторожности; большой коэффициент теплового расширения, предопределяющий необходимость заполнения системы охлаждения двигателей на 5...8 % меньше номинальной емкости заправки; способность антикоррозионных присадок антифриза вступать во взаимодействие с солями накипи, что требует предварительной очистки системы охлаждения от накипи и шлама.

В антифризы вводится краситель, придающий концентрату Тосолу А и Тосолу А-40 голубой цвет, а Тосолу-65 – красный. В настоящее время отечественная промышленность производит антифризы соответствующие международным нормам ASTM – American Society of Testin-gand Mamerials.

Плотность антифриза контролируется специальным прибором – денсиметром.

2.4.6. Пусковые жидкости

Пусковые жидкости применяют для облегчения запуска двигателей при низких температурах (зимой). Они должны хорошо испаряться при низкой температуре, быстро воспламеняться от искры или самовоспламеняться от сжатия, иметь высокие антикоррозионные и противоизносные свойства, низкую температуру застывания, быть стабильными при длительном хранении. Промышленность выпускает два вида жидкостей: «Холод Д-40» и «Арктика» (табл. 37).

Таблица 37

Состав пусковых жидкостей, %

Компонент	«Холод Д-40»	«Арктика»
Диэтиловый эфир	58...62	54...56
Газовый бензин	13...17	43...58
Изопропилнитрит	13...17	2...4
Масло турбинное	9...11	1,5...2,5

Пусковая жидкость «Холод Д-40» предназначена для дизельных, а «Арктика» – для карбюраторных двигателей.

Применение пусковых жидкостей «Холод Д-40» и «Арктика» обеспечивает надежный пуск двигателей при температуре $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Для обеспечения холодного пуска дизельного двигателя при возможно низкой температуре окружающего воздуха содержание масла в пусковой жидкости не должно превышать 10...11 % массы.

Содержание масла в пусковых жидкостях для карбюраторных двигателей должно быть не более 2...4 %, это определяется недопустимостью попадания масла на электроды свечей, которые при большем количестве масла становятся неработоспособными.

Для введения пусковых жидкостей в двигатель выпускаются разработанные в НАМИ две модели пусковых приспособлений 5ПП-40 и 6ПП-40. Они легко монтируются на двигатель.

2.4.7. Электролит

Электролит – это раствор, проводящий ток, состоящий из химически чистой серной кислоты (H_2SO_4) и дистиллированной воды (H_2O), в определенной пропорции.

Дистиллированную воду для разбавления серной кислотой получают перегонкой в дистилляторе, конденсаторная часть которого должна быть выполнена из стекла, алюминия или быть эмалированной. Из этих же материалов или полихлорвиниловой пластмассы должны быть изготовлены емкости, в которых готовят электролит.

При приготовлении электролита серную кислоту тонкой струей льют в дистиллированную воду. Лить воду в кислоту нельзя, так как из-за сильного разогрева смеси возможен выброс кислоты и ее попадание на кожу и одежду работающего.

Основным качественным показателем электролита является его плотность (кг/м^3 ; г/см^3).

Плотность электролита определяют *денсиметром* (ареометром) при температуре окружающей среды $15\text{ }^\circ\text{C}$.

По плотности электролита определяют уровень заряженности аккумуляторной батареи: при плотности электролита 1,28; 1,24; 1,2 г/см^3 степень заряженности аккумулятора соответственно 100 %, 50 %, 25 %.

Если плотность электролита меньше нормативной (1,27...1,28 г/см^3) следует долить концентрированный электролит плотностью 1,4 г/см^3 , а если больше – дистиллированную воду.

Предварительно необходимо с помощью груши отобрать часть электролита.

2.4.8. Консервационные материалы

Консервационные материалы предназначены для антикоррозионной защиты (консервации) деталей, узлов и механизмов лесных машин и оборудования.

Они подразделяются на пластичные и жидкие: защитное действие *пластичных* консервационных смазок основано на изолировании по-

верхностей деталей от окружающей среды; *жидких* – на воздействии антикоррозионных присадок (ингибиторы коррозии) на поверхность металла деталей, при этом на поверхности образуется адсорбционная пленка, которая препятствует проникновению агрессивных веществ и влаги к металлу.

Консервационные смазочные материалы характеризуются следующими основными свойствами: защитной способностью; вязкостно-температурными параметрами; физической стабильностью; коррозионной агрессивностью; токсичностью; пожаровзрывоопасностью.

Порядок применения консервационных материалов регламентируется ГОСТ 9.014.

Классификация по защитным свойствам

Российская классификация консервационных материалов предусматривает четыре группы:

1. *Рабочие смазочные материалы (Р)* предназначены для эксплуатации двигателей лесных машин и оборудования, они не способны длительное время защищать их от коррозии.
2. *Консервационные смазочные материалы (К)* предназначены для наружной и внутренней консервации узлов и агрегатов лесных машин и оборудования на время хранения или транспортирования.
3. *Консервационные-рабочие смазочные материалы (КР)* отличаются от консервационных тем, что их можно однократно использовать при введении лесных машин в эксплуатацию.
4. *Рабочие-консервационные смазочные материалы (РК)* предназначены для хранения, транспортирования, периодической и постоянной эксплуатации лесных машин и оборудования.

Пластичные консервационные смазки выпускают следующих марок:

ПВК – ПУШЕЧНАЯ (ГОСТ 19537) – высоковязкая масса, получаемая загущением нефтяных масел смесью парафина и церезина.

Смазку нагревают до 85...100 °С, наносят кистью, окунанием или распылением. Срок защитного действия на открытых площадках хранения 3 года, в закрытом помещении 5 лет.

АМС-1, АМС-3 (ГОСТ 2712) – готовят загущением высоковязкого масла алюминиевым мылом, олеиновой и стеариновой кислотами. Срок защитного действия 6 месяцев на открытом воздухе и 1 год в закрытом помещении.

ПЕТРОЛАТУМ (ОСТ 3801117) выпускается трех марок: ПК, ПС и ПС_с. Они различаются по способу очистки и исходному сырью. ПК – сернокислотной очистки; ПС – селективной и ПС_с – селективной очистки из сернистого сырья. Петролатумы применяют для консервации грубо обработанных металлических поверхностей лесных машин при хранении их до 1 года.

К консервационным материалам относятся также синтетические и жировые солидолы.

2.4.9. Пленкообразующие ингибированные нефтяные составы (ПИНС)

Пленкообразующие ингибированные нефтяные составы образуют на поверхности деталей, узлов и механизмов защитную пленку, которая надежно защищает металл от коррозии. ПИНС способны защищать металл на длительные сроки при толщине пленки 20...200 мкм, их наносят на металлические поверхности кистью, пульверизатором или окунанием детали без специального подогрева. Температурный диапазон применения от минус 40 до плюс 70 °С.

Российский ассортимент ингибиторов коррозии для ПИНС разработан на основе сульфированных или нитрированных масел с добавлением быстродействующих и водовытесняющих компонентов типа полигликолевых эфиров и алкилфенолов.

В качестве основных загустителей используют битумно-каучуковые, битумно-полимерно-восковые и мыльно-восковые композиции. Широко применяются составы НГ-216Б, НГ-222, МОПЛ-2, МОПЛ-3 и другие.

По области применения ПИНС подразделяют на пять групп: Д-1; Д-2; МЛ-1; МЛ-2; «3».

К продуктам группы Д-1 относятся составы НГ-216А, НГ-222А, МОПЛ-3; группы Д-2 – НГ-216Б, НГ-222Б; группы МЛ-1 – «Мовиль»; группы МЛ-2 – «Мольвин-МЛ», ИГМ-МЛ; группы «3» – НГ-216В, НГ-224 и Аквамин.

Для консервации деталей узлов и механизмов лесных машин используются ПИНС групп Д-1; Д-2; «3».

К жидким консервационным материалам относятся следующие.

К-17 – представляет собой вязкую маслянистую жидкость темно-коричневого цвета; обладает способностью эмульгировать влагу на поверхности металла и сохранять при этом свою первоначальную защитную способность. Применяется для консервации двигателей, внутренних полостей и картеров лесных машин; консервация наружных поверхностей узлов и деталей возможна при хранении лесных машин в закрытом помещении или под навесом. Срок защитного действия смазки 5 лет. Смазка наносится кистью или распылителем.

НГ-203 (ГОСТ 12328), НГ-204 и НГ-204У (ГОСТ 18974) – применяются для защиты наружных и внутренних поверхностей узлов и механизмов лесных машин.

Смазка НГ-203 выпускается трех марок: А, Б, В.

Первая – А – рекомендуется для защиты от коррозии наружных поверхностей, другие – Б и В – внутренних поверхностей. НГ-204 и НГ-204У рекомендуются для консервации наружных поверхностей, смазки наносятся кистью или распылителем. Смазку НГ-203 (А, Б, В) перед нанесением нагревают до 50...80 °С. Срок защитного действия: НГ-204У – 1 год под навесом, до 2-х месяцев на открытом воздухе; НГ-203 – до 5 лет в условиях, исключающих прямое попадание атмосферных осадков.

НГ-216 (ТУ 38101427-76) – защитное пленочное покрытие изготавливается на основе продуктов переработки нефти, загустителей, мало-растворимого ингибитора коррозии и растворителей. Выпускается трех марок: А, Б, В.

А – предназначено для защиты от коррозии наружных поверхностей узлов и агрегатов лесных машин, хранящихся на открытых площадках;

Б – для защиты от коррозии поверхностей узлов и агрегатов, в том

числе и подкузовной части лесных машин, хранящихся под навесом;

В – для защиты от коррозии поверхностей узлов агрегатов машин, хранящихся в закрытых помещениях.

Покрытие наносится кистью или распылителем, срок защитного действия 1 год.

К перспективным средствам консервации относятся защитные составы на основе микрокристаллических восков:

ПЭВ-74 (ТУ 38101103) – микровосковой состав представляет собой суспензию желтоватого цвета, применяется в качестве профилактического защитного состава лакокрасочного покрытия легковых автомобилей во время хранения от коррозии. Наносится кистью или распылителем. Срок защитного действия 1 год.

ЗВД-13 (ТУ 38101716) – защитная водно-восковая дисперсия представляет собой смесь церезина и воды с добавкой поверхностно-активных веществ и ингибиторов коррозии для повышения защитных свойств восковой пленки. Предназначена для защиты от коррозии металла, лакокрасочных покрытий, изделий из пластмасс и резинотекстильных материалов от старения в условиях открытой атмосферы в течение 12 месяцев. Наносится кистью или распылителем. После периода хранения расконсервации не требуется.

ЛБХ – восковая эмульсия, полученная путем смешивания воска и воды. В эмульсию входят парафины, церезины, поверхностно-активные вещества и ингибиторы коррозии. Защищает поверхности из любого материала (металл, дерево, резина, пластмасса, кожа) от атмосферного воздействия на срок до 1 года. Наносится кистью или распылителем.

ПСС-6 – микровосковой состав, представляет собой раствор технического вазелина и церезина в уайт-спирите; применяется в качестве профилактического защитного состава для лакокрасочного покрытия при хранении техники на открытых площадках сроком до 6 месяцев и под навесом до 1 года. Наносится кистью или распылителем.

ЛСП – легко снимающееся полимерное покрытие, представляет собой раствор присадки – ингибитора коррозии АКОР-1 (6...8 % по массе) в хлорвиниловой эмали ХВ-114 (ТУ 6-10-747). По внешнему виду жидкость темно-коричневого цвета, применяется для консервации стальных деталей, в том числе имеющих неорганические покрытия.

ИС-1 (ТУ 6-10-663) – снимающееся полимерное покрытие, по внешнему виду напоминает густую консистентную смазку. Применяется для консервации стальных поверхностей (в том числе с металлическими, неметаллическими неорганическими покрытиями, а также изделий из цветного металла, кроме меди и ее сплавов). Состав разбавляют уайт-спиритом до рабочей вязкости и наносят на поверхность кистью при температуре выше плюс 15 °С. Срок защитного действия до 2-х лет в закрытом помещении или под навесом.

ЛСЦ-15 (ТУ 38-20124) – мягкая мазь вишневого или желтого цвета, обладает прекрасными консервационными свойствами, готовится загущением смеси нефтяных масел, литиевым мылом 12-оксистеариновой кислоты; в нее входит 17 % окиси цинка. Водостойка даже в кипящей воде и достаточно морозостойкая: сохраняет свои свойства при минус 40 °С; достаточно надежно защищает металл от коррозии. Может применяться в качестве несменяемой смазки в узлах трения автомобилей ВАЗ. Срок защитного действия до 1 года в закрытом помещении или под навесом.

2.5. ИМПОРТНЫЕ СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ЖИДКОСТИ

2.5.1. Рабочие жидкости

Рабочие жидкости по стандартам ASTM и международной классификации ISO носят название *гидравлические масла*.

Классификация гидравлических масел

Гидравлические масла классифицируются по классам вязкости, плотности (кг/м^3) и кинематической вязкости ($\text{мм}^2/\text{с}$) при плюс 100 °С, плюс 40 °С, минус 30 °С, минус 20 °С. Вязкость зарубежного гидравлического масла определяется по международной классификации ISO,

а отдельные физико-химические свойства – по стандартам ASTM – 97, 445, 4052, табл. 38.

Классификация ISO делит гидравлические масла на девять классов: 15 arctic; 22 polar; 32 deck; 15; 22, 32S; 46; 68; 100. Первые три класса: 15 arctic; 22 polar; 32 deck – арктические; гидравлическое масло 32S – всесезонное; масла: 15; 22 – зимние и масла: 46; 68; 100 – летние.

В летнее время в качестве заменителей гидравлических масел 46, 68, 100 можно использовать индустриальные масла Vitrea 46, 68; Carnea 46, 68 фирмы «Shell»; Energol CS 46, 68 фирмы «British Petroleum» (BP); Nuray 45, 68 фирмы «Esso».

В зимних условиях эксплуатации в качестве заменителей гидравлических масел 15, 22 можно использовать индустриальные масла: Vitrea 22 фирмы «Shell»; Velocite 6 фирмы «Mobil»; Energol CS 22 фирмы «British Petroleum» (BP); Nuray 22 фирмы «Esso».

В таблице 39 приведена температура застывания гидравлических масел по классификации ISO и индексу вязкости ASTM 2270.

Группа масел по классификации ISO: 15 arctic; 22 polar; 32 deck и по индексу вязкости стандарта ASTM 2270: 370, 290 относятся к арктическим, температура застывания их не выше минус 57 °С.

В приложении 8 приведены марки гидравлических масел с подробной характеристикой.

2.5.2. Индустриальные масла

Индустриальные масла предназначены для смазывания узлов трения машин и механизмов промышленного оборудования. Основное назначение и общее требование к индустриальным маслам – длительное и надежное предохранение трущихся поверхностей от износа, снижение потерь энергии на трении.

Базовые масла получают из смеси сернистых нефтей, подвергая их селективной очистке различной глубины. К ним добавляют от 2 до 7 % композиций присадок разного функционального действия: противоокислительных, противоизносных, депрессорных, противопенных.

Таблица 38

Классификация гидравлических масел

ISO	Класс вязкости	15	22	32S	46	68	100
ГОСТ		АУ	И-12А	–	МГ-30	И-30А	–
ASTMD 4052	Плотность при 20 °С, кг/м ³	880	885	890	890	890	890
ASTMD 445	Кинематическая вязкость, мм ² /с,						
	при 100 °С	3,6	4,7	7,0	10,0	12,3	15,5
	при 40 °С	15	22	31	46	68	100
	при –30 °С	1800	2500	3800	–	–	–
	при –20 °С	–	–	–	2200	4800	–
ASTMD 97	Температура застывания, °С	–54	–48	–54	–48	–42	–36

Таблица 39

Температура застывания гидравлических масел по классификации ISO

Минимальная температура застывания, °С	Классификация вязкости по ISO	Индекс вязкости по ASTM D 2270
–54	15	125
–48	22	140
–54	32 S	195
–48	46	215
–42	68	180
–36	100	160
–57	15 arctic	370
–57	22 polar	370
–57	32 deck	290

Классификация промышленных масел

Зарубежные промышленные масла классифицируются по международной классификации ISO. Согласно этой классификации, промышленные масла делят на группы, подгруппы и классы по назначению, эксплуатационным свойствам и вязкости.

Классификация по назначению

По **назначению** промышленные масла делят на четыре группы: F, H, G, C.

Масла группы F используются для легконагруженных узлов трения: шпинделей, подшипников, зубчатых передач.

Масла группы H используются для гидравлических систем металлорежущих станков и других механизмов.

Масла группы G используются для направляющих скольжения прецизионных металлорежущих станков.

Масла группы C используются для тяжелонагруженных узлов трения: зубчатых, червячных и винтовых передач металлорежущих станков, молотов, прессов.

Промышленные масла выпускаются без присадок и с присадками. Масла группы F выпускаются с противоизносными, противоокислительными и антикоррозийными присадками; масла группы H с противоскачковыми, противозадирными, адгезионными и противолепными присадками; масла группы G с противоскачковыми, антифрикционными, противоизносными, противозадирными, противоокислительными, депрессорными и противолепными присадками; масла группы C с антифрикционными, противоизносными, противозадирными, противоокислительными и антикоррозийными присадками.

Классификация по эксплуатационным свойствам

Классификация промышленных масел по эксплуатационным свойствам производится по Международной классификации ISO, в соответствии с которой различают 5 подгрупп: А, В, С, D, Е, табл. 40.

Подгруппа А – масла без присадок для машин и механизмов промышленного оборудования, условия работы которых не предъявляют особых требований к противоокислительным и антикоррозийным свойствам.

Подгруппа В – масла с противоокислительными и антикоррозийными присадками.

Подгруппа С – масла с противоокислительными, антикоррозийными и противоизносными присадками для машин и механизмов промышленного оборудования, где используются антифрикционные сплавы цветных металлов.

Подгруппа D – масла с противоокислительными, противоизносными, противозадирными и антикоррозийными присадками.

Подгруппа Е – масла типа подгруппы D с противоскачковыми присадками.

Таблица 40

Соответствие отечественных промышленных масел по назначению зарубежным

ISO Standard	F	H	G	C
ГОСТ 17479.4	Л	Г	Н	Т
Подгруппы	A, B, C, D	A, B, C, D, E	A, B, C, D, E	A, B, C, D, E

Классификация по вязкости

Классификация промышленных масел по вязкости производится по Международному стандарту ISO VG, который предусматривает 18 классов: 2, 3, 5, 7, 10, 15, 22, 32, 46, 68, 100, 150, 220, 320, 460, 680, 1000, 1500.

Оценка физико-химических свойств для промышленных масел производится по стандартам ASTM D 92, 97, 445, 2270, 4052, к ним относятся: плотность при плюс 20 °С, кг/м³; кинематическая вязкость, мм²/с, при 100 °С, 40 °С; индекс вязкости, температура застывания, °С, и температура вспышки (в открытом тигеле), °С. В приложении 9 приведены марки промышленных масел с характеристиками их свойств.

2.5.3. Тормозные жидкости

В соответствии с техническими условиями, эти жидкости обеспечивают устойчивую и надежную работу тормозных систем. Технические требования к тормозным жидкостям определяются нормативными документами (стандарты SAE J1703, FMVSS116, ISO 4925). Основные свойства тормозных жидкостей, соответствующие требованиям министерства транспорта США (DOT) приведены в таблице 41.

Таблица 41

Характеристики тормозных жидкостей

Стандарты	FMVSS116			SAE J1703
	DOT 3	DOT 4	DOT 5	Winter
Тип				
Минимальная температура кипения, °С	205	230	260	205
Минимальная влажностная температура кипения, °С	140	155	180	140
Вязкость при температуре минус 40 °С, мм ² /с	1500	1800	900	1800

Большинство тормозных жидкостей основано на различных соединениях гликолей (двухатомных спиртов). Эти соединения используются для получения тормозных жидкостей типа DOT3, однако, их повышенные гигроскопические свойства являются причиной относительно быстрой абсорбции влаги, сопровождающейся снижением температуры кипения тормозной жидкости.

Если свободные ОН-группы (гидроксилы) частично связаны сложными эфирами с борной кислотой, то образуются высококачественные тормозные жидкости типа DOT4, DOT4+, Super DOT4+. Эти тормозные жидкости при взаимодействии с влагой полностью ее нейтрализуют.

Поскольку снижение температуры кипения тормозной жидкости DOT4 за время ее эксплуатации происходит значительно медленнее по сравнению с тормозной жидкостью DOT3, срок ее службы увеличивается.

Тормозные жидкости на основе минеральных масел (ISO 7308).

Преимуществом этих тормозных жидкостей является отсутствие у них гигроскопичности, поэтому температура кипения не снижается.

Для обеспечения как можно меньшей зависимости вязкости от температуры в тормозную жидкость добавляют специальные присадки.

Не рекомендуется в тормозные системы, в которых в качестве тормозной жидкости применяются гликоли, добавлять тормозную жидкость, созданную на основе минеральных масел (или наоборот), во избежание разрушения резино-технических изделий.

Силиконовые тормозные жидкости (SAE J1705).

Силиконовые тормозные жидкости, так же как минеральные масла, не абсорбируют влагу. В этом их преимущество. Недостатками силиконовых тормозных жидкостей являются более высокая сжимаемость и худшие смазывающие свойства, что ограничивает их применение.

Общим недостатком выше рассмотренных тормозных жидкостей (силиконовых и на основе минеральных масел) является накопление в тормозной системе воды, которая при низких температурах замерзает, и создаются ледяные пробки, при температурах свыше 100 °С выпаривается с образованием пузырьков, препятствующих нормальной работе системы.

2.5.4. Охлаждающие жидкости

Охлаждающие жидкости предназначены для отбора части теплоты, выделяемой двигателем при сгорании топлива, которая не преобразуется в механическую энергию.

Охлаждающая жидкость переносит поглощенное в рубашке цилиндров двигателя тепло в теплообменник (радиатор), где происходит рассеивание тепловой энергии. Циркулирующая в системе охлаждения жидкость подвергается экстремальным тепловым нагрузкам. Кроме того, эта жидкость не должна вызывать коррозию металлических элементов системы.

Благодаря высокой удельной теплоемкости и соответствующему теплопоглощению *вода* является отличной охлаждающей жидкостью, хотя имеет определенные недостатки: обладает корродирующими свойствами; имеет высокую температуру замерзания (0 °С).

Поэтому за рубежом, как и в России, используются антифризы.

Антифризы – это водные растворы спиртов, гликолей глицерина и некоторых неорганических солей, не замерзающих при низких температурах.

При добавлении в воду растворимых в ней этиленгликолей, она не замерзает при низких температурах, свободно циркулирует в системе охлаждения двигателя, при этом температура кипения ее повышается, табл. 42.

Таблица 42

**Характеристика водно-этиленгликолевой охлаждающей жидкости
(стандарты ISO, ASTM, DIN, SNV)**

Содержание гликоля, % по объему	Температура образования льдинок, °С	Температура кипения, °С
10	–4	101
20	–9	102
30	–17	104
40	–26	106
50	–39	108

Изготовители автомобилей в инструкциях по эксплуатации рекомендуют разнообразные антифризы, не замерзающие при низких температурах.

2.5.5. Консервационные масла и смазки (компаунды)

Ассортимент продуктов, используемых для защиты от коррозии механизмов и машин очень широк. Он включает консервационные масла для предупреждения коррозионных поражений деталей цилиндропоршневой группы двигателей, шестерен, подшипников, валов и других деталей в период длительного хранения и смазки (компаунды).

Консервационные смазочные материалы применяют для антикоррозионной защиты металлоизделий на период их хранения и транспортирования.

Консервационные смазочные материалы характеризуются следующими основными свойствами: защитной способностью; вязкостно-температурными параметрами; физической стабильностью; коррозионной агрессивностью; токсичностью; пожаровзрывоопасностью.

Защитная способность оценивается методами, регламентированными европейской классификацией ACEA и стандартами ASTM STR 509A; MIL-L-2104E.

Вязкостно-температурные свойства определяются вязкостью при положительных (20, 50 и 100 °С) и отрицательных температурах, а также температурой застывания (стандарты ASTM D 92, ASTM D 445).

Физическая стабильность характеризуется такими косвенными показателями, как испаряемость (стандарты ASTM D 2595, ANSI Z11290, IP183) и степень чистоты.

Коррозионная агрессивность оценивается показателем коррозионного воздействия на металлы (стандарт ASTM STR 509A, MIL-L-2104E).

По **токсичности** консервационные материалы должны относиться не менее чем к 4-му классу.

Пожаровзрывоопасность косвенно характеризуется температурой вспышки в открытом тигле (стандарт ASTM-D 92), которая не должна быть ниже плюс 110 °С.

Консервационные смазки (компаунды)

Консервационные смазки (компаунды) представляют собой пластичные смазки, в состав которых входят ингибиторы коррозии и в ряде случаев – противоизносные и противоокислительные присадки.

Различают две группы перспективных консервационных смазок, различающихся по рабочим характеристикам и составу.

К *первой группе* относятся вырабатываемые на базе минеральных масел смазки: **Energrease L2** фирмы «British Petroleum Oil International Ltd», **Braycote 610** фирмы «Bray Oil Co» и **Mobilgrease MP** фирмы «Mobil Oil Corp», соответствующие спецификации MIL-G-10924D; ко *второй группе* – смазки **Aero Shell Grease 22с** фирмы «Shell International Petroleum Co., Ltd», **Mobilgrease 28** фирмы «Mobil Oil Corp» и **Nycogrease 22** фирмы «NYCO SA», вырабатываемые на базе синтетических масел (обычно сложных эфиров) по спецификации MIL-G-81322D.

Консервационные смазки первой группы используют в узлах трения автотракторной техники, второй группы – в основном в узлах трения авиационной техники.

Наиболее широко применяемые защитные компаунды можно разделить на четыре группы:

Castrolaero Compound 8726 фирмы «Castrol Ltd.», Nycoprotect 11798 фирмы «Nycos SA», Tectyl 435 фирмы «Ashland Petroleum Co.» предназначены для консервации машин, хранящихся на открытых площадках и под навесом.

Braycote 265 фирмы «Bray Oil Co.», Roysco 265R фирмы «Royal Lubricants Co.» предназначены для консервации лесных машин и оборудования, хранящихся в неотопливаемых помещениях.

Aero Shell Compound 05 фирмы «Shell International Petroleum Co., Ltd.», Tectyl 437 фирмы «Ashland Petroleum Co» предназначены для защиты от коррозии подшипников качения.

Braycote 287 фирмы «Bray Oil Co.» используются для консервации машин и оборудования, хранящихся на открытых площадках и под навесом.

Защитные компаунды группы 4 обладают более высоким уровнем

защитных свойств, чем компаунды остальных групп. Они удовлетворяют требованиям спецификации MIL-C-18487(OS), остальные (1, 2, 3 группы) – MIL-C-11796B.

Среди всех консервационных смазочных материалов защитные компаунды наиболее эффективны, однако область их применения сужена из-за большого удельного расхода (1,5...2 кг/м²).

Консервационные масла

Среди консервационных можно выделить восемь групп масел, показатели которых приведены в приложении 11.

Масла группы 1 вырабатываются на минеральной основе, соответствуют требованиям спецификации США VV-L-8000 и имеют вязкость не менее 11 мм²/с при +38 °С и не более 60000 мм²/с при минус 54 °С.

Масла группы 2 вырабатываются на синтетической основе, соответствуют спецификации MIL-L-6085B и имеют вязкость не менее 8 мм²/с при +38 °С и не более 12000 мм²/с при минус 54 °С.

Масла группы 3 – общего назначения средней вязкости, вырабатываются на минеральной основе в соответствии с требованиями спецификации MIL-L-3150C.

Они включают масло Вrayсо 347 фирмы «Bray Oil Co.», их можно использовать для эксплуатации различных трансмиссий и дифференциалов, работоспособных на трансмиссионных маслах класса вязкости SAE 30.

Масла групп 1–3 нельзя использовать для временной антикоррозионной защиты двигателей.

Масла групп 4, 5, 6 предназначены для защиты от коррозии внутренних поверхностей двигателей лесных машин, они отвечают требованиям спецификаций MIL-L-21260C, MIL-C-6529C, MIL-C-8188C.

К группе 4 относятся масла классов вязкости SAE10W, SAE30, SAE50, они обеспечивают наряду с временной антикоррозионной защитой эксплуатацию лесных машин.

Масла групп 5 и 6 отвечают требованиям спецификации MIL-C-

6529С. Они предназначены для временной антикоррозионной защиты и эксплуатации авиационных двигателей.

Масла группы 7 предназначены для временной антикоррозионной защиты гидравлических систем, соответствуют спецификации MIL-H-6083E. Их основой служат минеральные масла с присадками: противозносными, противоокислительными, антикоррозионными, депрессорными. Температурный диапазон их применения в качестве рабочих жидкостей находится в пределах от минус 54 до 135 °С.

Масла группы 8 служат для временной антикоррозионной защиты трансмиссий, задних мостов, коробок передач; отвечают требованиям спецификации MIL-P-46002B. Вязкость масел этой группы не менее 12 мм²/с при +38 °С и не менее 95...125 мм²/с при +95 °С; их нельзя использовать как рабочие жидкости.

Общим недостатком консервационных масел всех групп является их непригодность для защиты от коррозии высоконагруженных узлов трения. Для этих целей применяют консервационные смазки (компаунды).

Применение ПИНС

Пленкообразующие ингибированные нефтяные составы получают на базе индивидуальных легколетучих растворителей (уайт-спирита, ксилола, трихлорэтилена, эфиров и т. д.) или их смесей. Они содержат пленкообразующие (канифоль, кремнийорганический лак) и пластифицирующие (ланолин, производные окисленного парафина и др.) компоненты, а также антикоррозионные присадки и красители. ПИНС применяются для защиты как наружных, так и внутренних окрашенных и неокрашенных поверхностей машин и механизмов, они образуют на металле защитные пленки, которые можно, по необходимости, удалить нефтяными растворителями.

Различают ПИНС семи групп: 1–5 группы отвечают требованиям спецификации MIL-C-16173D; 6 и 7 группы – спецификации MIL-C-81309D.

После испарения растворителя ПИНС групп 1...4 образуют на кон-

сервационных поверхностях твердые защитные пленки, ПИНС остальных групп – мягкие пленки. В зависимости от состава они могут образовывать прозрачные, полупрозрачные и непрозрачные защитные пленки толщиной 5...50 мкм.

ПИНС группы 7 образуют ультратонкую пленку толщиной 5...6 мкм используются в основном для защиты от коррозии авиационного оборудования.

Высокая водовытесняющая способность ПИНС групп 3, 5...7 позволяет при необходимости консервировать увлажненные поверхности без дополнительной осушки.

К основным недостаткам ПИНС следует отнести повышенную пожароопасность при консервации металлоизделий в помещении и сравнительно невысокую защитную способность в жестких и особо жестких условиях хранения лесных машин и оборудования.

2.6. ХИММОТОЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ АВТОМОБИЛЕЙ И ТРАКТОРОВ

Современный энциклопедический словарь дает следующее определение *химмотологии* – это наука, изучающая свойства, качество и рациональное применение топливных и смазочных материалов.

Задачами химмотологии являются: оптимизация качества топливно-смазочных материалов (ТСМ), обеспечение наиболее полного соответствия эксплуатационных свойств ТСМ требованиям современной техники; повышение эффективности применения их при эксплуатации машин; разработка методов и средств контроля качества ТСМ.

Зарубежные фирмы-производители автомобилей и тракторов уделяют большое внимание уточнению ассортимента топливно-смазочных материалов в процессе проведения заводских и других видов испытаний, определяют сроки смены их и технических жидкостей и на основании проведенных мероприятий составляют химмотологические карты, табл. 43.

Наличие химмотологических карт на каждую марку автомобилей и

тракторов повышает их надежность и позволяет эксплуатировать их с максимальной эффективностью.

Таблица 43

Химмотологическая карта автомобиля ГАЗ 2410 и трактора Т-150

АВТОМОБИЛЯ ГАЗ 2410							
Топливо	Смазочные масла					Жидкость	
	Двигатель	КП	Агрегаты трансмиссии	РМ	ГС	ГПТиС	Амортизационная
Regular ASTMD 439-83	SAE 15W-30 API SE Техасо	API GL-5 S Shell, Spirax ND90	API GL-5 S Shell, Spi- rax ND90	API GL-5 S Mobil, Mo- bilube ND90	–	«Томь» «Нева»	АЖТ-12У
ТРАКТОРА Т-150							
2D ASTM- 975-81 (летом) 1D ASTM- 975-1 (зимой)	SAE 20W API CC BP, En- ergol	APICC Shell, Protella SAE 20W20	APICC Shell, Protella SAE 20W20	APICC Shell, Protella SAE 20W20	APICC Shell, Protella SAE 20W20	–	–

Примечание: КП – коробка передач; РМ – рулевой механизм; ГС – гидросистема; ГПТиС – гидропривод тормозов и сцепления.

3. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ТОПЛИВНО-СМАЗОЧНЫХ

МАТЕРИАЛОВ

3.1. ВИДЫ КОНТРОЛЯ. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ТСМ

Топливо-смазочные материалы (ТСМ) можно использовать по назначению только в том случае, если показатели их качества отвечают требованиям нормативно-технических документов (НТД). Для оценки соответствия ТСМ этим требованиям используют два вида контроля: *каждой партии* и *периодический*. Показатели качества, подлежащие проверке при каждом виде контроля, устанавливают НТД.

Документом, удостоверяющим качество ТСМ, поставляемых нефтебазой потребителю, является *паспорт качества*. В нем приводятся численные значения всех показателей качества ТСМ, установленных НТД. При отсутствии паспорта на ТСМ и в случае сомнения в качестве его даже при наличии паспорта производят контрольный анализ по перечню показателей, подлежащих проверке в каждой партии ТСМ. Если качество ТСМ имеет отступления от требований НТД хотя бы по одному показателю, необходимо потребовать его замены.

Периодическая проверка производится для контроля качества ТСМ, хранящихся на складе. Вначале проверяется по перечню показателей, подлежащих проверке в каждой партии. При обнаружении отклонения численных значений хотя бы одного показателя качества ТСМ от установленных НТД производится их проверка по всем показателям. По результатам такой проверки принимают меры по восстановлению показателей качества ТСМ. Если восстановить их невозможно, то выявляют возможность их использования для других целей.

Для контроля качества ТСМ используют оборудование изготавливаемых для этих целей лабораторий РЛ и ПЛ-2М. Первая из них переносная. Ее оборудование позволяет проверять плотность, наличие механических примесей, воды, смолистых отложений и некоторые другие показатели качества. Лаборатория ПЛ-2М передвижная, имеющиеся в ней оборудование, приборы и реактивы обеспечивают проверку качества ТСМ по всем показателям.

Для контроля качества ТСМ на складах может быть использована

экспресс-лаборатория ЭЛАН. Ее оборудование, посуда и реактивы размещены в гнездах и на полках специального футляра-шкафчика размером 560×360×220 мм.

Стандарты, которыми регламентированы методы определения показателей качества, перечислены в стандартах технических условий на ТСМ. Для отдельных показателей качества методы определения устанавливаются в этих же стандартах. Так, в ГОСТ 23652 указывается, что кинематическая вязкость трансмиссионного масла определяется по ГОСТ 33-82, механические примеси – по ГОСТ 6370-83, вода – по ГОСТ 2477-65, а термоокислительная стабильность – по методу, регламентированному ГОСТ 23652.

Работники, обслуживающие склады ТСМ, должны уметь квалифицированно отбирать пробы ТСМ и определять показатели их качества по перечню показателей, подлежащих проверке в каждой партии. Показатели качества с использованием оборудования лаборатории ПЛ-2М должны определять специалисты, хорошо знающие свойства ТСМ, правила их применения, умеющие квалифицированно использовать оборудование.

Пробы ТСМ отбирают в соответствии с требованиями ГОСТ 2517. Объем пробы устанавливают стандартами и техническими условиями на отдельные виды ТСМ. Так, ГОСТ 23652 определяет, что для контрольной пробы следует брать 2 л трансмиссионного масла каждой марки.

Для отбора проб в лабораториях РЛ и ПЛ-2М имеются специальные пробоотборники. Пробы отбирают в чистую посуду и наклеивают этикетку с указанием марки ТСМ и даты отбора пробы. Указанная посуда имеется в названных выше лабораториях.

Объем пробы позволяет определить показатели качества каждой марки ТСМ. Методы определения показателей регламентированы государственными стандартами. Так, ГОСТ 3900 устанавливает порядок определения плотности (массу единицы объема) ТСМ. Ее измерение производится нефтенсиметром (ареометром). При измерении его держат за верхнюю часть, осторожно опуская в сосуд с ТСМ, плотность которого требуется определить. После того как прекратится колебание нефтенсиметра, по шкале отсчитывают значение плотности ТСМ. Учиты-

вая то, что плотность ТСМ зависит от их температуры, ее нормируют при 20 °С. Если плотность измерялась при других температурах, то необходимо внести поправку по формуле:

$$\rho^{20} = \rho^t + a (t - 20),$$

где ρ^t – показания нефтенсиметра при температуре определения; t – температура испытуемого топлива или масла, °С; a – температурная поправка на 1 °С.

Температуру испытуемого топлива определяют по термометру нефтенсиметра. Температурную поправку a берут из таблиц, специально для этого разработанных, см. приложение 12. Если плотность измеряли при температуре меньшей 20 °С, то поправку отнимают, а при большей – прибавляют.

3.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА БЕНЗИНОВ

3.2.1. Оценка бензинов по внешним признакам

Как известно, любые топлива для двигателей, в том числе и бензины, не должны содержать и фактически не содержат механических примесей и воды при отгрузке с завода. Однако в них могут попасть примеси и вода при транспортировании, хранении, заправке и т. д. Поэтому топлива для двигателей должны периодически проверяться на наличие в них примесей и воды, что может осуществляться либо простейшими методами (качественно), либо с помощью специальных приборов.

Качественная оценка наличия механических примесей в бензине состоит из осмотра его пробы в стеклянном цилиндре диаметром 40–55 мм, при этом во всей массе бензина невооруженным глазом не должно обнаруживаться ни взвешенных, ни осевших на дно твердых частиц.

Растворимость воды в нефтепродуктах в обычных условиях составляет тысячные доли процента. Такое содержание ее в бензине (и в ди-

зельном топливе) совершенно безвредно и не вызывает потерю прозрачности. Избыточное же количество воды будет собираться отдельным слоем на дне бака, резервуара и т. д. или находиться после сильного перемешивания (например, во время движения машины) во взвешенном состоянии (эмульгированном). На этом основано качественное обнаружение воды в бензинах и в других прозрачных нефтепродуктах, для чего используются также стеклянные цилиндры диаметром 40–55 мм. Очевидно безводные бензины (как и дизельные топлива) не могут образовать водного слоя на дне цилиндра и должны быть совершенно прозрачными. Те же бензины, в которых содержание воды больше того количества, которое способно растворяться, имеют характерную «муть» и со временем выделяют воду, собирающуюся на дне цилиндра.

Все бензины, содержащие в своем составе этиловую жидкость, имеют оранжевый, синий, голубой или зеленый цвета. Бензины, полученные непосредственно из нефти при ее разгонке или двухступенчатым каталитическим крекингом, бесцветны и не приобретают никакой окраски в течение длительного срока после их изготовления. Неэтилированные бензины термического крекинга также бесцветны и не приобретают никакой окраски в течение длительного срока после их изготовления, но по мере хранения они начинают окрашиваться непрерывно образующимися смолами сначала в светло-желтый, переходящий, затем в желтый и темно-желтый цвета.

Бензины в отличие от керосинов, дизельных топлив и других более тяжелых нефтепродуктов имеют специфический запах, причем резко и неприятно пахнут бензины термического крекинга.

По сравнению с другими нефтепродуктами бензины имеют наиболее легкий фракционный состав. Поэтому их легко отличить от керосина, дизельных топлив и тем более от масел. С этой целью каплю испытуемого продукта наносят на фильтровальную бумагу и наблюдают характер происходящего затем испарения. Авиационные и зимние автомобильные бензины полностью испаряются за одну минуту, не оставляя никакого следа. Летние автомобильные бензины испаряются медленнее: через одну минуту на бумаге от них может остаться полностью высохшее пятно. Заметного испарения керосинов и дизельных топлив, не говоря уже о маслах, за это время обнаружить не удастся (след от нане-

сенной капли в течение нескольких минут останется практически неизменным).

3.2.2. Анализ на содержание водорастворимых кислот и щелочей

Минеральные кислоты и другие водорастворимые соединения кислого характера вызывают коррозию черных и цветных металлов. Поэтому они совершенно недопустимы в топливах и других эксплуатационных материалах. Щелочи активно корродируют цветные металлы, в силу чего содержание их в топливах также не допускается.

Содержание водорастворимых кислот и щелочей в бензине определяют простейшим качественным анализом. При таком анализе определенный объем испытуемого продукта взбалтывают с таким же объемом дистиллированной воды и полученную после отстаивания водную вытяжку испытывают индикаторами.

При выполнении анализа на содержание водорастворимых кислот и щелочей в бензине необходимо:

1) с помощью мерного цилиндра на 50 мл, имеющегося на рабочем месте, отмерить примерно 10 мл (с точностью до 1 мл) испытуемого образца и перелить эту порцию топлива в делительную воронку;

2) специальным мерным цилиндром, отмерить дистиллированную воду в объеме 10 мл (с той же точностью – до 1 мл) и перелить ее в ту же делительную воронку;

3) взять делительную воронку в руки, закрыть ее притертой стеклянной пробкой и взбалтыванием (не слишком энергичным) в течение 30–40 с перемешивать топливо и воду. После этого закрепить делительную воронку в штативе и выждать, пока не закончится расслаивание образовавшейся эмульсии;

4) выделившийся в результате расслаивания нижний слой, называемый водной вытяжкой, поместить (разделив примерно пополам) в две пробирки;

5) в одну из пробирок прибавить две капли спиртового раствора метилоранжа, а в другую – три капли спиртового раствора фенолфталеина

и содержимое в обеих пробирках хорошо взболтать. Сопоставляя получившиеся цвета индикаторов с данными таблицы, выносится заключение о наличии или отсутствии в испытуемом образце водорастворимых кислот или щелочей.

Бензин считается выдержавшим испытание, если водная вытяжка окажется нейтральной. В противном случае опыт надо повторить в чистой посуде, либо в той же посуде, тщательно ее промыв и ополоснув дистиллированной водой.

3.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

3.3.1. Оценка дизельных топлив по внешним признакам

Оценку дизельных топлив по внешним признакам следует выполнять теми же методами, которые рассмотрены применительно к бензинам. Дополнительно к тому, что там изложено, необходимо указать на некоторые характерные особенности, относящиеся к цвету и запаху дизельных топлив.

Все дизельные топлива имеют окраску, что связано с наличием в них растворенных смол. В зависимости от природы и количества смол цвет топлив, определяемый в стеклянных цилиндрах диаметром 40–55 мм, изменяется от желтого до светло-коричневого. Чем меньше интенсивность окраски топлива (или, как говорят, чем светлее оно), тем меньше в нем смолистых веществ и тем выше его качество.

В большинстве случаев запах у дизельных топлив не резкий. По своему характеру он является типичным для многих нефтепродуктов (за исключением бензинов и керосинов). Зимние и особенно арктические сорта дизельных топлив мало отличаются по фракционному составу от керосинов, поэтому по запаху они в известной мере могут быть схожи с керосинами.

3.3.2. Определение вязкости

Вязкость подавляющего большинства нефтепродуктов (топлив, жидких смазочных материалов, спецжидкостей) принято выражать в единицах кинематической вязкости, которая определяется с помощью капиллярных вискозиметров.

Для определения кинематической вязкости используются вискозиметры различных типов. Наибольшее распространение получили *вискозиметр типа ВПЖ-2* (рис. 5) и *вискозиметр Пинкевича* (рис. 6).

Вискозиметр типа ВПЖ-2

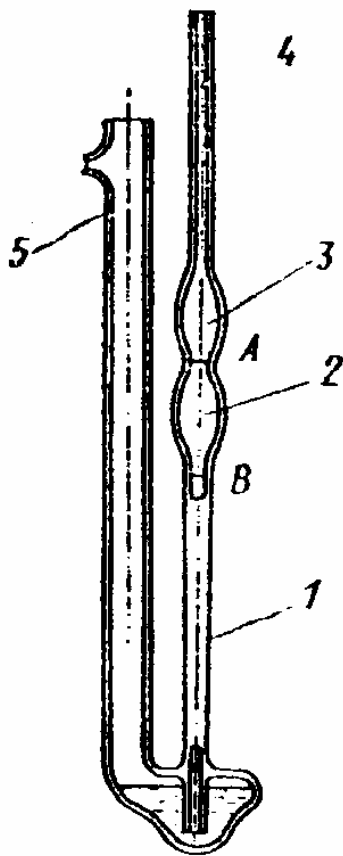


Рис. 5

Заполнение жидкостью вискозиметра Пинкевича

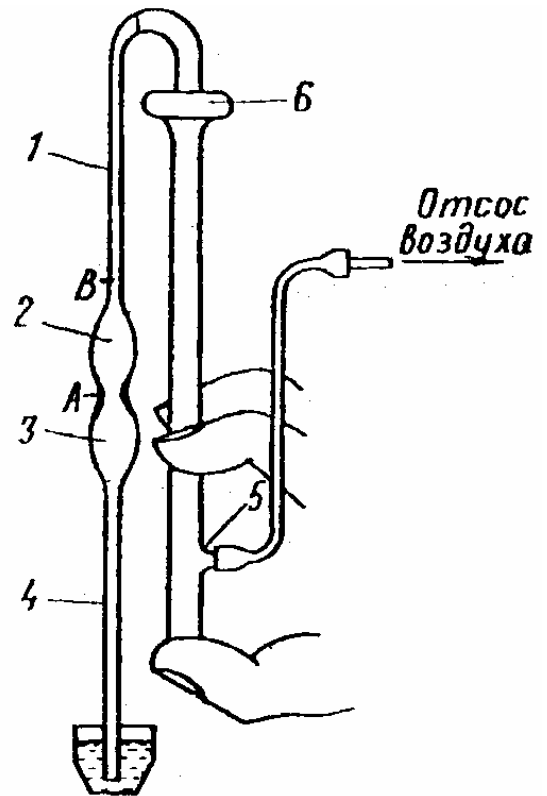


Рис. 6

При определении кинематической вязкости жидкостей необходимо следующее:

1) Заполнить почти до краев имеющейся на рабочем месте фарфоровый тигель испытуемой жидкостью (в данном случае дизельным топливом).

2) Надеть резиновую трубку на полый отросток **5** (рис. 6) вискозиметра Пинкевича и последний перевернуть, направив открытыми концами вниз, как показано на рисунке. Затем зажать нижнюю часть широкого колена между средним и указательным пальцами правой руки так, чтобы большим пальцем можно было закрыть с торца широкое колено и взять в рот свободный конец резиновой трубки. После этого взять в левую руку тигель с топливом и опустить в него (до дна) узкое колено **4** вискозиметра.

3) Создавая ртом разрежение, осторожно заполнить топливом через колено **4** шарики **3** и **2**. Когда уровень топлива достигнет метки В, следует выпустить резиновую трубку изо рта и быстро перевернуть вискозиметр, направив открытые концы его колен вверх.

4) Снять резиновую трубку с отростка **5** и тем же концом надеть ее на колено **4**, предварительно обтерев его тканью или фильтровальной бумагой. Затем вертикально погрузить вискозиметр в термостат и закрепить в зажиме штатива верхнюю часть широко колена так, чтобы шарик **3** оказался полностью в термостатной жидкости.

Использующиеся в работе вискозиметры представляют собой очень хрупкие и дорогие приборы. В связи с этим при работе с ними надо проявить максимум осторожности и, в частности держать и закреплять их следует только за одно колено. Наиболее часто поломка вискозиметров происходит при надевании и снятии резиновой трубки, поэтому при этой операции нужно держать их именно за то колено, на которое надевается или с которого снимается резиновая трубка.

Кроме того, необходимо иметь в виду, что любой из вискозиметров становится неработоспособным, если во внутреннюю полость его попадает вода или даже ее пары. По этой причине при заполнении вискозиметра и при определении вязкости не следует допускать попадания в него воды, слюны и нагнетания воздуха из легких.

5) Испытание следует начинать после выдержки вискозиметра в термостате не менее 15 мин при температуре +20 °С, которую нужно

поддерживать в течение всего опыта с точностью до $\pm 0,3$ °С. Не вынимая вискозиметра из термостата, медленно насосать в шарик **2** несколько выше метки **A** топливо, перетекшее в процессе выдерживания в термостате в расширение **6**. Как при заполнении, так и при испытании в испытуемой жидкости не должно образовываться разрывов и пузырьков воздуха.

Подняв топливо выше метки **A**, выпустить резиновую трубку изо рта и наблюдать за происходящим после этого перетеканием топлива через капилляр **1** в расширение **6**. В тот момент, когда уровень топлива достигнет метки **A**, надо пустить секундомер, а после опорожнения шарика **2**, т. е. в момент прохождения уровнем метки **B**, его остановить.

Записав отмеченное по секундомеру время с точностью до 0,1 с, последовательно проводят на этой же порции топлива описанный опыт еще столько раз, чтобы получить пять отсчетов времени истечения, максимальная разница между которыми не превышала бы 1 % от абсолютного значения одного из них.

б) Вычислить кинематическую вязкость по формуле:

$$\gamma_{20} = C\tau_{\text{ср}},$$

где C – постоянная вискозиметра, $\text{мм}^2/\text{с}^2$ (выписывается из паспорта на данный экземпляр вискозиметра); $\tau_{\text{ср}}$ – среднее арифметическое из учитываемых пяти отсчетов времени, с.

Вычисленное значение γ_{20} округлить с точностью до третьего знака (т. е. в окончательном результате должно быть отражено три последовательных, десятичных порядка при условии, что $0,01 \leq \gamma_i \leq 9,99$ $\text{мм}^2/\text{с}$; если же $\gamma_i \geq 10$ $\text{мм}^2/\text{с}$, то в ответе следует справа от трех оставляемых цифр приписать необходимое количество нулей). Примеры округления: $6,3168 \approx 6,32$; $47,629 \approx 47,6$; $189,19 \approx 189$; $249430 \approx 249000$.

Вязкость моторных, трансмиссионных и гидравлических масел определяется аналогично.

3.3.3. Определение температуры застывания

Прибор для определения температуры застывания нефтепродуктов

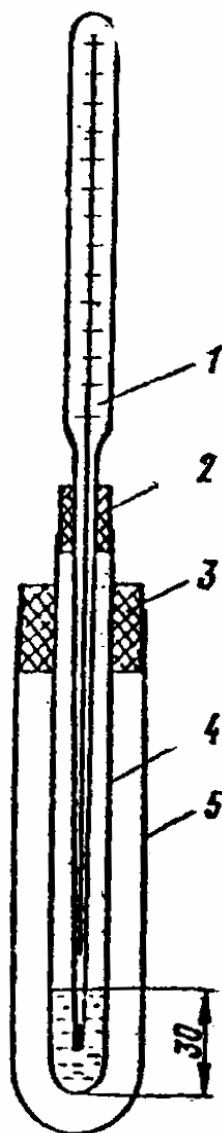


Рис. 7

Одним из показателей низкотемпературных свойств дизельного топлива является температура застывания, т. е. наивысшая температура, при которой топливо (или другой нефтепродукт) в стандартном приборе (рис. 7), наклоненном под углом 45° , в течение одной минуты не обнаруживает подвижности.

При определении температуры застывания необходимо следующее:

1) В пробирку 4 (рис. 7) с внутренним диаметром 20 ± 1 мм налить испытуемое топливо, предварительно проверенное на отсутствие воды. Уровень топлива после погружения в него термометра 1 должен совпадать с меткой, нанесенной на наружной поверхности пробирки и отстоящей от дна последней на 30 мм. Термометр 1 центрируется и крепится в пробирке 4 с помощью пробки 2, причем его ртутный или спиртовой резервуар должен занимать центральное место в объеме налитого топлива. Чтобы в слоях, примыкающих к стенкам пробирки, исключить переохлаждение испытуемого нефтепродукта, вокруг нее, по возможности соосно с ней, укрепляется на пробке 3 еще стеклянная муфта 5.

2) Собранный прибор надо вертикально погрузить в ванну с охлаждающей смесью (спирт-сырец, охлаждаемый твердой углекислотой),

температура которой согласно стандарту должна поддерживаться ниже ожидаемой температуры застывания на 5 °С.

3) По мере понижения температуры необходимо периодически вынимать прибор из ванны и, отклонив его на 45 °С от вертикали, наблюдать за положением уровня топлива в приборе.

Если в наклонном приборе наступит смещение уровня за срок меньше 1 мин, то следует продолжить охлаждение. В дальнейшем, повторяя указанный способ контроля, остановиться на той температуре, при которой впервые после многократных проверок с наклоном прибора на 45° не будет обнаруживаться за 1 мин смещения уровня топлива в пробирке. Найденную таким способом наивысшую температуру, соответствующую потере текучести нефтепродуктом, считают температурой застывания.

4) В некоторых случаях нет необходимости определять истинную температуру застывания, а достаточно лишь убедиться в соответствии нефтепродукта по этому показателю нормам ГОСТа.

При такой постановке задачи прибор с образцом охлаждается до температуры, установленной стандартом. Если при этой температуре уровень испытуемого продукта при наклоне прибора на 45° за 1 мин не смещается, то значит данный продукт соответствует по температуре застывания стандарту.

Температура застывания моторных, трансмиссионных и гидравлических масел определяется аналогично.

3.3.4. Установление марки дизельного топлива и решение вопроса о его применении

При установлении марки необходимо принимать во внимание не только абсолютные значения цетановых чисел, температур застывания, но и оговорки «не менее», «не выше», которыми сопровождаются некоторые показатели в ГОСТах на дизельные топлива. Каждая оговорка дает предельное значение показателя, ограничивая отклонение его только в одном и притом нежелательном направлении, тогда как изменение в другую сторону обычно является благоприятным. Например, чем ниже

температура застывания топлива, тем лучше его низкотемпературные свойства, поэтому здесь ставится оговорка «не выше». В тех случаях, когда и слишком низкое и чрезмерно высокое значение показателя отрицательно сказывается на качестве продукта, в ГОСТах вместо оговорок вводятся для такого рода показателей возможные пределы колебания.

При установлении марки дизельного топлива, как и в случае бензинов, сопоставляются в первую очередь важнейшие данные анализа: цетановые числа, температура застывания, значения вязкости и т. д. Выбор нужно остановить на той из марок, к показателям которой наиболее близко подходят имеющиеся результаты для испытываемого топлива.

Вопрос о применении дизельных топлив по сравнению с бензинами решается значительно проще. Это связано с тем, что любое отечественное дизельное топливо пригодно для всех отечественных автотракторных дизельных двигателей. При этом надлежит руководствоваться правилом: самая низкая температура наружного воздуха, при которой может применяться любое дизельное топливо, должна быть выше его температуры застывания на 10 – максимум 15 °С.

Следует иметь в виду, что на указанное правило необходимо опираться при установлении нижнего температурного предела применения всех без исключения дизельных топлив, в том числе и стандартных. Ответ надо округлять до значения, оканчивающегося цифрами 5 или нулем и удовлетворяющего условию, чтобы разница между минимальной температурой применения и фактической (а не стандартной) температурой застывания получалась не меньше 10 и не больше 15 °С.

3.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ПЛАСТИЧНОЙ СМАЗКИ

Оценка пластичной смазки по внешним признакам. Однородность пластичной смазки оценивается внешним осмотром, не должно быть расслоения основы и загустителя. Не должны обнаруживаться невооруженным глазом капли масла (основы), комки загустителя, посторонние твердые включения.

Определение температуры каплепадения. Для определения температуры каплепадения пластичных смазок служит специальный прибор [16, с. 24, рис. 6]. Температура, при которой в процессе нагревания пластичной смазки в приборе падает первая капля испытываемой пластичной смазки, называется *температурой каплепадения*.

Определение числа пенетрации. Для определения числа пенетрации пластичных смазок используется стандартный пенетrometer [16, с. 25, рис. 7].

На пенетрометре определяется среднее значение пенетрации, и по его значению определяют консистенцию пластичной смазки (ГОСТ 21150 и стандарт NLGI, международный стандарт ISO 2137).

Полученные значения температуры каплепадения и числа пенетрации сравниваются нормативными ГОСТ 21150 и делается вывод о качестве пластичной смазки.

3.5. ВОССТАНОВЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ТОПЛИВНО-СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Восстановлению подлежат показатели качества ТСМ, численные значения которых ниже установленных НТД норм. Чаще всего качество ТСМ ухудшается из-за повышенного содержания в них механических примесей и воды. Восстановление качества таких ТСМ осуществляется путем отстаивания и фильтрации.

Отстаивание применяют для удаления механических примесей и воды из топлива. Более быстро они оседают на дно резервуара в бензине. В дизельном топливе процесс осаждения идет медленнее, так как оно имеет большую вязкость. Для удаления из дизельного топлива механических примесей и воды путем его отстоя при температуре 20 °С требуется 4–5 суток. Осадок примесей и воды сливают из резервуаров через краны.

Удалить механические примеси из дизельного топлива можно и фильтрацией. Целесообразнее фильтровать топливо при заправке его в баки машин с помощью топливораздаточных колонок, топливозаправщиков или топливомаслозаправщиков, имеющих топливные фильтры.

Для удаления механических примесей и воды из рабочих и технических жидкостей используют центробежный сепаратор ПСМ1-3000. Производительность сепаратора 3000 л/ч. Потребляемая сепаратором мощность 5,5 кВт, а подогревателем – 36 кВт, частота вращения ротора сепаратора 6000 мин⁻¹, масса сепаратора 1 т. Содержание загрязнений после двух циклов сепарации 0,005 % при начальном содержании механических примесей в жидкости до 0,06 %.

Сепаратор ПСМ1-3000 может быть использован для очистки от механических примесей и воды масел, имеющих кинематическую вязкость при 50 °С до 68 мм²/с.

Масло можно очищать от абразивных механических примесей, нагревая его до 70–80 °С и отстаивая. Более высокая температура нагрева нежелательна, так как начинает испаряться вода, масло вспучивается, и процесс отстаивания нарушается. Продолжительность отстаивания нагретого масла до указанных температур 2–5 суток. Чем меньше его вязкость, тем быстрее осаждаются абразивные частицы.

В условиях складов предприятий могут быть улучшены и другие показатели качества ТСМ, такие, как плотность, содержание смол и кислотность у всех видов топлива, октановое число бензина, цетановое число и коксуемость дизельного топлива, зольность и щелочное число моторных масел. Обязательным условием улучшения показателей является наличие на складе соответствующих сортов ТСМ хорошего качества. Восстановление качества ТСМ с ухудшенными показателями производится путем их смешивания с ТСМ, имеющими лучшие показатели. Особенно эффективно улучшение показателей качества с помощью ТСМ, у которых соответствующий показатель значительно лучше, чем предусмотрено стандартом, т. е. имеется «запас качества».

Потребное количество соответствующего сорта ТСМ с улучшенными показателями качества для восстановления ТСМ с низкими показателями качества определяют по формуле:

$$Q_y = \frac{\delta - \delta_n}{\delta_y - \delta} Q_n,$$

где Q_y – масса ТСМ, имеющего запас качества, кг; Q_n – масса подлежащего восстановлению, кг; δ – значение показателя ТСМ, установленное

стандартом; δ_y – значение показателя ТСМ, имеющего запас качества; δ_n – значение показателя ТСМ, подлежащего восстановлению.

Для восстановления качества ТСМ необходимо тщательно их перемешать, для чего смесь ТСМ перекачивают из одного бака в другой не менее трех раз. После этого восстановленный ТСМ отстаивают, отбирают пробу и проводят ее анализ с целью выявления численного значения улучшаемого показателя. Восстановленный ТСМ следует использовать сразу же.

Не восстанавливаются путем смешения такие показатели, как температура вспышки и застывания. Они остаются такими же, как ТСМ, подлежащего восстановлению.

3.6. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ИМПОРТНЫХ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Смазочные импортные материалы можно использовать по назначению или взамен отечественных только в том случае, если показатели их качества отвечают требованиям определенных стандартов и спецификаций.

Взаимозаменяемость смазочных материалов, производимых в разных странах и предназначенных для разной техники, устанавливают путем комплексной оценки их функциональных свойств на лабораторных приборах и установках, стендах с модельными и натуральными узлами трения, полноразмерных двигателях, в реальных машинах и механизмах в условиях эксплуатации. Показатели качества, подлежащие проверке при каждом виде контроля, устанавливают НТД стран производителей.

3.6.1. Смазочные масла

Первым этапом оценки уровня качества смазочных масел является определение их физико-химических свойств: смазывающих, моющих, противоокислительных, защитных и антикоррозионных.

Смазывающие свойства характеризуют способность смазочного масла снижать трение, предотвращать заедание, задир и таким образом

уменьшать износ трущихся поверхностей. Поэтому для получения полной картины о пригодности масла к эксплуатации необходимо определить показатели: антифрикционные, противоизносные и противозадирные свойства.

Для оценки смазывающих свойств используют лабораторные, стендовые и моторные методы. Параметры стендов, двигателей, испытательных установок, приборов и режимов работы на них регламентированы стандартами и спецификациями: ASTM D 2783 и D 2672, FTMS 791A (Method 6503-1) – США; IP 239 и 300 – Великобритания.

Моющие свойства характеризуют способность смазочного масла к образованию низкотемпературных и высокотемпературных отложений (собственно моющих свойств).

За рубежом склонность к образованию низкотемпературных отложений (черного лака) определяется по методу Sequence VE(D) – ASTM ST315HP3, для чего используется карбюраторный двигатель «Форд Рейнджер».

Оценка загрязненности поршня высокотемпературными отложениями и шламом производится по методу MBOM364.

Критериями оценки склонности смазочного масла к образованию высокотемпературных отложений является количество и качество нагаро- и лакоотложений на поршнях.

Противоокислительные свойства (термическая или термоокислительная стабильность) являются важнейшей характеристикой смазочных масел. Эти свойства характеризуют способность масел противостоять окислению в условиях эксплуатации.

За рубежом противоокислительные свойства масел оцениваются по стандартам и спецификациям: ASTM D 943-76, FTMS 2504, ASTM D 2893-72, MIL-L-2105B – США; IP 48/69, IP 306/75 – Великобритания; DIN 5186 – Германия. Для испытаний используются двигатели: GM «Бьюик», «МЭК» EM-285.

Критерием оценки противоокислительных свойств смазочного масла является: увеличение вязкости и кислотного числа масла, накопление нерастворимых продуктов коррозии в масле.

Защитными и антикоррозийными свойствами смазочного масла является его способность противостоять атмосферной и химической

коррозии.

Для оценки антикоррозионных свойств служит одноцилиндровая установка CRC-L-38, двигатель Лабекко, метод ASTM STR509A; испытание предусмотрено американской классификацией API и европейской классификацией ACEA, критерий оценки – потеря массы вкладышей. При испытании масел SE, SF, SG не более 40 мг; масел CC, CD, CE не более 50 мг.

3.6.2. Пластичные смазки

В стандартах и технических условиях зарубежных фирм предусматривается контроль показателей, характеризующих неизменность качества и состава смазок при эксплуатации и хранении. При оценке качества наиболее важны следующие показатели: реологические (объемно-механические) свойства; устойчивость к внешним (физическим) воздействиям; коллоидная стабильность; химическая стабильность (стабильность против окисления, противоокислительная стабильность).

Поскольку смазки проявляют одновременно свойства твердых тел и жидкостей, в комплекс показателей, характеризующих реологические свойства, включены: предел прочности при сдвиге, вязкость, механическая прочность (тиксотропные свойства), пенетрация, температура каплепадения.

Предел прочности при сдвиге – это минимальное напряжение сдвига, вызывающее разрушение структурного каркаса смазки и начало ее течения. Характеризует способность смазки сопротивляться сбросу с движущихся деталей, вытеканию и выдавливанию из негерметизированных узлов трения, сползанию с вертикальных и наклонных поверхностей. Определяют этот показатель по стандарту DIN 51805.

Вязкость характеризует текучесть смазки после разрушения структурного каркаса и зависит от скорости деформации. По вязкости оценивают прокачиваемость смазок по мазепроводам, возможность их заправки в узлы трения механизмов.

Для измерения вязкости используют: капиллярный вискозиметр постоянного расхода SOD, выпускаемый фирмой «Станхоуп-Сета». Изме-

рение производится по стандартам: ASTM D 1092; ANSIZ 11.72 и FTMS 306 (США); NFT 60-139 (Франция).

Механическая стабильность характеризует способность смазки сохранять объемно-механические свойства после интенсивного деформирования и в процессе последующего «отдыха». Обычно оценивается по изменению предела прочности, вязкости, пенетрации в результате разрушения смазки. За рубежом для оценки механической стабильности применяют две стандартные методики: американский метод FTMS 313 и британские спецификации DTD 806B, DTD 5527.

Пенетрация (число пенетрации) – показатель глубины внедрения в смазку стандартного конуса под действием собственного веса (1,5 Н) за 5 с при 25 °С.

За рубежом пенетрация смазок является общепринятым критерием оценки их консистенции, служит основой классификации NLGI, включена в общую классификацию смазок по международному стандарту ISO. Для определения числа пенетрации используются: пенетрометр Ричардсона по унифицированному методу ASTM D 217-IP50; DIN 51804 B1.1; микропенетрометр Хоттена и Киблера по методам ASTM D 1403, DIN № 51804 B1.2.

Температура каплепадения – условный критерий начала плавления: минимальная температура падения первой капли смазки нагреваемой в капсуле термометра Уббеллоде, стандарты ASTM D 566, IP 132, NFT 60-102, DIN 51801 B1.1, ISO 2176.

Термическая стабильность (термоупрочнение) характеризует устойчивость смазок к температурному воздействию.

Влагоупрочнение характеризует изменение прочности смазок при поглощении паров воды.

Смываемость водой определяют по количеству (%) смазки, смытой потоком воды со скоростью 1,5 м/с с твердой поверхности при 40 °С в течение 6 ч. Смазку считают не смываемой при значениях смываемости до 2 %.

Испаряемость масляной основы характеризует стабильность состава смазок при хранении и эксплуатации. С потерей масла в результате испарения повышаются концентрация загустителя, вязкость; ухудшаются их низкотемпературные свойства, наблюдается полное «высы-

хание смазки». Методы испытания для оценки испаряемости изложены в спецификациях ASTM D 972, ASTM D 2595, ANSIZ 11.93, IP 183, IS:1448P:68.

Коллоидная стабильность – показатель, характеризующий способность смазки удерживать в ячейках структурного каркаса масляную основу при хранении и эксплуатации.

Методы оценки коллоидной стабильности смазок проводятся по спецификациям: ASTM D 1742, IP 121, DIN 51817.

Химическая стабильность – показатель, характеризующий склонность смазок к окислению в узлах трения машин и механизмов, при консервации и хранении изделий.

Испытания на химическую стабильность смазок проводятся в соответствии со спецификациями: ASTM D 942, IP 142, DIN 51808.

4. БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА, ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

4.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Основными экологическими свойствами ТСМ являются: токсичность (ядовитость), взрыво- и пожароопасность. Поэтому при обращении с ТСМ соблюдение правил безопасности труда, пожарной безопасности и по охране окружающей среды от загрязнения ими имеет исключительно важное значение. Персональную ответственность за состояние охраны труда, пожарной безопасности и охраны окружающей среды, от загрязнения на объектах, связанных с доставкой, хранением и применением ТСМ несут руководители предприятий. Они обязаны:

- назначить лиц, ответственных за обеспечение безопасных условий труда, пожарной безопасности, охраны окружающей среды, проведение инструктажа и организацию добровольных пожарных дружин;

- выделять необходимые средства на обеспечение безопасных условий труда, выполнение противопожарных мероприятий, укомплектование объектов средствами пожаротушения;

- осуществлять контроль за соблюдением установленных правил охраны труда и окружающей среды.

К работам по приему, хранению и отпуску ТСМ на складах и пунктах заправки допускаются лица, прошедшие специальную подготовку и получившие инструктаж по правилам проведения работ, безопасности труда, противопожарным мероприятиям и правилам охраны среды.

Для поступающих на работу должен проводиться вводный инструктаж, содержащий информацию об основных свойствах топливно-смазочных материалов, безопасных методах работы, противопожарных мероприятиях, мерах по охране окружающей среды и способах оказания медицинской помощи пострадавшим. Повторный инструктаж проводится в сроки, установленные на лесозаготовительном предприятии, но не реже 1 раза в 6 мес., а для работающих с этилированным бензином – 1 раза в квартал. Кроме того, лица, работающие с этилированным бензином, не реже 1 раза в 6 мес. должны проходить медицинский осмотр.

4.2. БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА

Все сорта топлива, масел и рабочих жидкостей, используемые для лесных машин, токсичны. Поэтому при обращении с ними следует соблюдать меры предосторожности, чтобы избежать отравления. Отравляющее действие ТСМ проявляется при попадании в организм человека через дыхательные пути, покровы кожи, органы пищеварения и через слизистые оболочки глаз.

Концентрация паров бензина в воздухе до 0,3 % вызывает головокружение, а 0,35...0,45 мг/л может вызвать смертельное отравление. Предельная концентрация паров нефтепродуктов в воздухе производственных помещений и на рабочих местах не должна превышать пределов: ацетона – 0,3 мг/л; бензина, керосина, масла – 0,3 мг/л; тетраэтилсвинца – 0,00001 мг/л.

При открытии крышки люка резервуара, цистерны или другой тары, в которых содержится топливо, следует находиться с подветренной стороны, чтобы избежать вдыхания паров топлива. Уровень его в резервуарах замерять только специальными измерительными приборами, не опуская при этом голову в люк.

Запрещается засасывать ртом бензин и дизельное топливо из шланга с целью создания сифона для их перелива, так как они могут попасть в желудок и вызвать отравление человека, а их пары – ожоги легких.

При разливе топлива необходимо его собрать в отдельную тару, место разлива протереть сухой тряпкой, а при разливе на открытой площадке засыпать песком с последующим его удалением.

Заправлять машины этилированным бензином необходимо только закрытым способом, не допуская попадания его на открытые участки тела и одежду. При случайном попадании этилированного бензина на кожу необходимо слегка обтереть пораженное место ватой, смоченной в керосине, после чего обмыть это место водой с мылом.

Категорически запрещается засасывать этилированный бензин ртом через шланг. В случае проникновения бензина в желудок следует немедленно обратиться к врачу, а в качестве временной меры вызвать рвоту и промыть желудок содовым раствором. Места, загрязненные этилированным бензином, необходимо обезвредить 3 %-м раствором хлорамина или хлорной извести (1 часть хлорной извести на 3–5 частей теп-

лой воды). Металлические детали машин, загрязненные этилированным бензином, промывают керосином или щелочным раствором.

Этилированный бензин должен использоваться только как топливо для карбюраторных двигателей. Категорически воспрещается применять его для бытовых целей, мойки деталей, чистки одежды и в качестве растворителя. Хранить и перевозить этилированный бензин следует в специальной таре, на которой должна быть надпись несмываемой краской «Этилированный бензин – ядовит».

Перед промывкой деталей керосином или дизельным топливом руками их следует смазать вазелином.

Внутренний осмотр, ремонт и зачистку резервуаров разрешается выполнять специально подготовленной бригаде численностью не менее трех человек. Перед допуском к работе члены бригады должны пройти медосмотр и инструктаж.

Недопустимо пользоваться неисправным заправочно-смазочным оборудованием для выдачи ТСМ и смазки машин.

4.3. ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Территория склада, на которой размещен наземный резервуарный парк, должна быть ограждена забором высотой не менее 2,1 м. На свободных местах складов и пунктов заправки допускается посадка деревьев лиственных пород, кустарников и разбивка газонов, но не ближе 5 м от резервуаров.

Каждый резервуар склада должен быть надежно защищен от прямых ударов молнии и разрядов статического электричества с помощью молниеотводов и заземляющих устройств, за исправностью которых должен осуществляться постоянный надзор.

Все металлические трубопроводы, резервуары и другое оборудование, размещенное на территории складов и пунктов заправки, заземляются по правилам грозозащиты и защиты от статического электричества. Омическое сопротивление заземляющих устройств проверяется не реже 1 раза в год при сухой почве, сопротивление заземляющего устройства не более 1000 Ом.

Приемо-раздаточные площадки складов должны иметь твердые покрытия, сборный аварийный колодец, прямки-ловушки или бензомаслоуловители.

Склады топливно-смазочных материалов, стационарные и передвижные пункты и посты заправки должны быть обеспечены средствами пожаротушения и пожарным инвентарем в соответствии с действующими нормами: огнетушители ОП-3 и ОП-5, бочки с водой, ящики с песком, лопаты, багры, ведра. На видных местах складов и пунктов заправки должны быть закреплены плакаты и надписи по пожарной безопасности при обращении с ТСМ: «Огнеопасно», «Не курить».

При сливно-наливных операциях на складе необходимо следить за тем, чтобы транспортные средства были надежно закреплены и заземлены, скорость заполнения должна быть не более 1 м/с.

Сливать и наливать топливно-смазочные материалы во время грозы не разрешается. В зоне приема и отпуска топливно-смазочных материалов во время сливных операций устанавливается строгий противопожарный режим.

Топливо в автоцистерну и топливомаслозаправщик следует наливать при не работающем двигателе. Во время налива водитель должен находиться на автоцистерне и следить за ее наполнением. При неработающем двигателе разрешается сливать топливо закрытым способом в подземные резервуары, склады и пункты заправки. Заправка самоходных машин должна осуществляться в присутствии машинистов при работающем двигателе на малых оборотах. Расстояние между заправляемой машиной и стоящей рядом должно быть не менее 3 м, а между последующими машинами не менее 1 м.

На территории складов, пунктов заправки и в помещении, где возможно скопление газов, курение и применение открытого огня запрещается. Курить можно только в специально отведенных для этого местах, снабженных надписями и табличками.

Резервуары и трубопроводы следует ежегодно подвергать гидравлическим испытаниям на прочность и плотность соединений в соответствии с действующими правилами.

Необходимо постоянно следить за исправностью электропроводки смазочно-заправочного оборудования, используемого на складах, пере-

движных и стационарных пунктах заправки машин, не допуская замыкания проводов на «массу» и между собой.

Сварочные работы при ремонте оборудования складов должны выполняться в специально отведенных для этого местах. В зонах приема-отпуска и резервуарного парка сварочные работы проводят только после согласования с пожарной охраной, на основании письменного разрешения главного инженера, выдаваемого перед началом работ.

Сварку, резку и пайку резервуаров, цистерн или баков из-под ТСМ допускается производить только после предварительной их промывки и последующей продувки паром или инертным газом.

В помещениях, где хранятся и используются ТСМ, запрещается применять открытый огонь. В них должно использоваться искусственное освещение во взрывоопасном исполнении.

Во время технического обслуживания, ремонта и использования смазочно-заправочного оборудования запрещается:

- открывать пробки бочек с бензином, ударяя по ним металлическими предметами;
- пользоваться открытым огнем и курить в месте заправки машин и при проверке уровня топлива в баках;
- разводить огонь вблизи мест заправки машин;
- подходить к открытому огню в одежде, пропитанной нефтепродуктами.

При воспламенении нефтепродуктов пламя следует гасить огнетушителем, забрасывать песком, землей, покрывать брезентом или войлоком. Категорически запрещается заливать пламя водой.

4.4. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Токсичность ТСМ отрицательно влияет и на окружающую среду. Так, при попадании их на землю полностью уничтожается растительность. С поверхности земли ТСМ смываются дождями в водоемы, покрывая их поверхность пленкой, распространяясь в воде в виде эмульсионных частиц по всей ее толщине и отлагаясь вместе с илом на дно. Все это препятствует естественной аэрации воды, вызывает дефицит кислорода в ней, изменяет ее состав и нарушает экологические процес-

сы водоема. Наличие ТСМ в водоемах токсично действует на рыб, приводит к уничтожению нерестилищ и нагульных угодий.

В целях недопущения загрязнения окружающей среды топливом, маслами, рабочими и другими техническими жидкостями и отработанными нефтепродуктами при эксплуатации машин необходимо соблюдать изложенные ниже требования:

- обеспечивать герметичность емкостей и трубопроводов, в которых содержатся ТСМ. Цистерны, бочки и другая тара, используемые для их хранения и перевозки, не должны иметь подтеканий. Недопустимы утечки ТСМ из баков, картеров, топливо- и маслопроводов машин. Герметичность указанного оборудования, смазочных систем и систем питания должна тщательно проверяться при ежесменном техническом обслуживании машин и оборудования. Все замеченные малейшие подтекания указанных нефтепродуктов должны быть немедленно устранены;

- не допускать разлив и потери ТСМ при заправке ими машин, замене масел, рабочих жидкостей и смазке в период технического обслуживания. Заправлять машины ТСМ следует только закрытым способом, используя для этого исправное смазочно-заправочное оборудование;

- запрещается слив отработанных нефтепродуктов на землю, в водоемы и канализационную сеть;

- все нефтепродукты, сливаемые из машин, в виде отстоя топлива, отработанного масла, используемых на технологические нужды керосина, бензина, дизельного топлива, растворителей и других продуктов следует собирать и сдавать на базу нефтеснабжающих организаций, а те из них, которые базы не принимают – уничтожать методами, согласованными с Госсанинспекцией.

Пролитые на землю нефтепродукты засыпают песком и удаляют с территории; места загрязненные этилированным бензином обезвреживаются 3 %-м водным раствором хлорамина или хлорной извести (одна часть хлорной извести на три-пять частей теплой воды).

Соблюдение требований по охране окружающей среды от загрязнений ее нефтепродуктами позволит экономить ТСМ за счет устранения утечек, уменьшения потерь при заправке машин и использования отработанных нефтепродуктов.

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗОВАВШИХСЯ ТЕРМИНОВ

Адгезия	– сцепление поверхностей разнородных тел (прилипание).
Антипиттинговые свойства	– свойство смазывающего масла предотвращать выкрашивание сопряженных поверхностей при трении качения.
Базовое масло	– масло, к которому добавляется одна или несколько присадок для получения готового продукта.
Всесезонное масло	– моторное или трансмиссионное масло, используемое круглогодично, в широком диапазоне температур.
Вязкость	– внутреннее трение; мера сопротивляемости жидкости течению.
Вискозиметр	– прибор для измерения вязкости (внутреннего трения) топлива, масла и т. д.
Гидравлическая жидкость	– техническая жидкость для гидроприводов и гидропередач.
Депрессорная присадка	– присадка для снижения температуры застывания масел.
Детергент	– присадка, добавляемая в топливо и масла для повышения моющих свойств нефтепродуктов.
Дисперант	– присадка, способствующая поддержанию твердых загрязнений в моторном масле в состоянии коллоидной суспензии, предотвращает образование шламов и лаков.
Динамическая вязкость	– сила сопротивления движению двух слоев жидкости площадью 1 см^2 , находящихся на расстоянии 1 см друг от друга, со скоростью 1 см/с .
Загущающая присадка	– присадка к смазочным маслам, которая снижает скорость изменения вязкости масла с изменением температуры.
Зола	– металлосодержащие отложения в камере сгорания и на деталях двигателя, образующиеся в процессе его работы при высоких температурах.
Индекс вязкости (VI)	– величина, характеризующая изменение вязкости масла в зависимости от температуры.
Индекс образования паровой пробки (VLI)	– новый показатель объединяет параметры давления насыщенных паров в гПа и относительного объема испаряемого топлива при температуре $70 \text{ }^\circ\text{C}$. показатель VLI дает более полную информацию о влиянии топлива на пуск и работу прогретого двигателя.
Кинематическая вязкость	– мера сопротивления жидкости течению под действием силы тяжести при температуре плюс $40 \text{ }^\circ\text{C}$ или плюс $100 \text{ }^\circ\text{C}$.

Кислотное число	– число, соответствующее КОН, необходимому для нейтрализации всех типов кислот в нефтепродуктах.
Лак	– тонкая, нерастворимая и трудноудаляемая пленка, образующаяся на поверхности деталей двигателя.
Липкость масел	– способность масел закрепляться на поверхности деталей за счет физико-химических сил взаимодействия.
Окисление	– процесс взаимодействия нефтепродуктов с кислородом.
Октановое число	– показатель способности топлива противодействовать детонации в карбюраторном двигателе.
Пенетрация (число пенетрации)	– показатель глубины внедрения (мм) в смазку стандартного конуса под действием собственного веса (1,5 Н) за 5 с при температуре плюс 25 °С.
Присадка	– вещество, добавляемое в базовый продукт для улучшения его физико-химических свойств.
Противоизносные присадки	– присадки, снижающие износ сопряженных деталей.
Синтетическое масло	– смазочный материал, полученный синтезом из химических реагентов.
Температура застывания	– показатель способности масла или топлива оставаться текучим при низкой температуре.
Трибология	– наука о взаимодействии сопряженных деталей, включающая изучение процессов смазывания, трения и износа.
Химмотология	– наука об эксплуатационных свойствах, качестве топлив, смазочных материалов и специальных жидкостей в технике.
Цетановое число	– показатель воспламенения дизельного топлива.

СПЕЦИФИКАЦИИ НА ЛАБОРАТОРНЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СМАЗОЧНЫХ МАСЕЛ ИНОСТРАННЫХ ФИРМ

Форд	– SSM2C-9001A; M2C-86A; MC-87A; M2C-88A; M2C-134A, B, C, D.
Mercedes-Benz	– 227.1; 228.1; OM352A.
Фольксваген	– VW 50.00; VW501.01; VW 505.00.
Daimler-Benz	– Blat 228.1; Blat 28.3.
Volvo	– VDS.
Катерпиллер	– Серия 3; TO-2.
MIL-L	– 2104C, D; 2105B, C, D; 46152; 4615B.
GM (General Motor)	– 6042M; 6049M.
Мэсси Фергюссон	– M1135; M1127.
Джей Ай Кейс	– 184; 145; 1HB6.
FTMS	– американский метод определения физико-химических свойств масел.
DTD 806B	– британские спецификации на определение физико-
DTD 5527	химических свойств масел.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Алексеев, А. Ф.* Автотракторные эксплуатационные материалы / А. Ф. Алексеев, И. Ф. Кувайцев. – М.: Воениздат, 1979. – 165 с.
2. *Беспалов, Н. А.* Топливо и смазочные материалы для дорожных машин: Справочник / Н. А. Беспалов, Б. В. Шелюбский. – М.: Транспорт, 1976. – 136 с.
3. *Вялков, В.* Экспресс-метод определения загрязненности дизельных топлив / В. Вялков, Т. Карпекина // Автомобильный транспорт. – 1996. – № 11. – С. 28–29.
4. *Васильева, Л. С.* Автомобильные эксплуатационные материалы / Л. С. Васильева. – М.: Транспорт, 1986. – 272 с.
5. ГОСТ 26098-84. Нефтепродукты. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 15 с.
6. ГОСТ 2084-77. Бензины автомобильные. – М.: ИПК «Изд-во стандартов», 1999. – 10 с.
7. ГОСТ 26191-84. Масла. Смазки и специальные жидкости– М.: Изд-во стандартов, 1984. – 10 с.
8. ГОСТ 305-82. Топливо дизельное. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 1995. – 8 с.
9. ГОСТ 28084-89. Антифризы. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 9 с.
10. ГОСТ Р 51105-97. Топлива для двигателей внутреннего сгорания. Неэтилированный бензин. – М.: ИПК «Изд-во стандартов», 1998. – 8 с.
11. **Евдокимов, Б. П.* Эксплуатация машин в лесозаготовительной промышленности / Б. П. Евдокимов; Сыктывкарский лесн. ин-т. – Сыктывкар, 2004. – 344 с.
12. ***Евдокимов, Б. П.* Импортные моторные и трансмиссионные масла / Б. П. Евдокимов; Сыктывкарский лесн. ин-т. – Сыктывкар, 2000. – 25 с.
13. ***Evdokimov, B. P.* Imported motor and transmission oils / B. P. Evdokimov; SFI. – Syktyvkar, 2000. – 34 p.
14. ***Евдокимов, Б. П.* Эксплуатационные материалы в лесной промышленности / Б. П. Евдокимов; Сыктывкарский лесн. ин-т. – 2-е изд., доп. и перераб. – Сыктывкар, 2002. – 148 с.

15. ***Евдокимов, Б. П.* Эксплуатационные материалы в лесной промышленности / Б. П. Евдокимов; Сыктывкарский лесн. ин-т. – Сыктывкар, 2000. – 92 с.
16. ***Евдокимов, Б. П.* Зарубежные эксплуатационные материалы / Б. П. Евдокимов; Сыктывкарский лесн. ин-т. – Сыктывкар, 2001. – 80 с.
17. *Евдокимов, Б. П.* Масла и смазки АО «Тебойл» / Б. П. Евдокимов; Сыктывкарский лесн. ин-т. – Сыктывкар, 2000. – 26 с.
18. *Евдокимов, Б. П.* Эксплуатационные материалы: Методические указания по выполнению лабораторных работ / Б. П. Евдокимов; Сыктывкарский лесн. ин-т. – Сыктывкар, 2001. – 48 с.
19. *Ксенович, И. П.* Международный транслятор современных масел и смазок в стандартах разных стран и фирм / И. П. Ксенович. – М.: Наука и техника, 1994. – 522 с.
20. *Грамолин, А. В.* Топливо, масла, смазки, жидкости и материалы для эксплуатации и ремонта автомобилей / А. В. Грамолин, А. С. Кузнецов. – М.: Машиностроение, 1995. – 64 с.
21. *Интинская, Н. И.* Справочник по топливу, маслам и техническим жидкостям / Н. И. Интинская, Н. А. Кузнецов. – М.: Колос, 1984. – 170 с.
22. *Колобов, Н. П.* Эксплуатационные материалы для автомобилей и специальных машин / Н. П. Колобов. – М.: ДОСААФ, 1987. – 165 с.
23. *Кушнеренко, К. Ф.* Краткий справочник по горючему / К. Ф. Кушнеренко. – М.: Воениздат, 1979. – 60 с.
24. *Лышко, Г. П.* Топливо и смазочные материалы / Г. П. Лышко. – М.: Агропромиздат, 1985. – 70 с.
25. *Нефтепродукты и оборудование нефтехозяйств.* – М.: ЦНИИТЭИ, 1982. – 182 с.
26. *Павлов, В. П.* Автомобильные эксплуатационные материалы / В. П. Павлов, П. П. Заскалько. – М.: Транспорт, 1985. – 120 с.
27. *Папок, К. К.* Словарь по топливным маслам, смазкам, присадкам и специальным жидкостям / К. К. Папок, Н. А. Рагозин. – М.: Химия, 1975. – 90 с.
28. *Покровский, Г. П.* Топливо, смазочные материалы и охлаждающие жидкости / Г. П. Покровский. – М.: Машиностроение, 1985. – 110 с.
29. *Сердечный, В. Н.* Нормы расхода топливно-смазочных материалов в лесной и деревообрабатывающей промышленности / В. Н. Сердечный, Н. А. Бызов, А. К. Хаймусов. – М.: Лесн. пром-сть, 1987. – 280 с.

- 30.Топливо и смазочные материалы: Каталог, справочник. – М.: Машиностроение, 1994. – 125 с.
- 31.ТУ 38.001165-87. Автомобильные бензины: А-80, А-92. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 7 с.
- 32.ТУ 38.1011279-89. Автомобильные бензины: АИ-95 «Экстра». – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 8 с.
- 33.ТУ 38.1011225-89. Автомобильные бензины: АИ-91. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 10 с.
- 34.ТУ 38.4015856-93. Автомобильные бензины: А-72, этилированный, АИ-93, этилированный. – М.: Изд-во стандартов, 1993. – 11 с.
- 35.BOSCH: Автомобильный справочник: Пер. с англ. – Первое рус. изд. – М.: За рулем, 2000. – 896 с.
- 36.Exxon Company. Encyclopedia for the Use of Petroleum Products. – USA, 1997. – 1890 p.
- 37.*Mortiez, R. M.* Chemistry and technology of lubricants / R. M. Mortiez, S. T. Oszulik. – London, 1992. – 302 p.
- 38.*Stewart, R. M.* The relationship between engine performance / R. M. Stewart, T. W. Selby. – Warrendale, 1997. – 110 p.
- 39.*Stewart, R. M.* The relationship between engine oil viscosity and engine performance / R. M. Stewart, T. W. Selby. – Warrendale, 1997. – 108 p.

* Рекомендовано УМО по образованию в области лесного дела Министерства образования РФ в качестве учебника для студентов вузов.

** Рекомендовано УМО по образованию в области лесного дела Министерства образования РФ в качестве учебного пособия для студентов вузов.

Книги [4], [11–18], [20], [27], [29], [35] есть в библиотеке Сыктывкарского лесного института.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ПРИСАДКИ

Наименование	Свойства	Описание
1	2	3
<i>Топливные присадки</i>		
Для карбюраторных двигателей mtX Vergaser-Reiniger Benzin Additive «Очиститель карбюратора»	Очистка камеры сгорания, в результате увеличивается мощность двигателя; уменьшается расход топлива и выброс вредных веществ; обеспечивает защиту от коррозии.	«Очиститель карбюратора» – эта присадка разрушает отложения в камере сгорания, в карбюраторе и на свечах зажигания. Регулярное применение гарантирует выброс вредных веществ, согласно требованиям проверки на СО. Присадка с долговременным действием, необходимо заливать в топливный бак через 2000 км пробега.
Для двигателей с системой впрыска Injection-Reiniger «Очиститель систем впрыска топлива»	Очистка всех систем впрыска. В результате улучшается сгорание топлива; увеличивается мощность двигателя; уменьшается расход топлива; облегчает устойчивую работу двигателя на холостых оборотах.	«Очиститель систем впрыска топлива» – эта присадка удаляет закоксование и другие отложения на распределителе, на клапанах впрыска и впуска. Она гарантирует точную дозировку впрыскиваемого топлива и его оптимальное распыление. Регулярное применение этой присадки гарантирует выброс вредных веществ, согласно требованиям проверки на СО. Присадка с долговременным действием. Ее необходимо заливать в топливный бак через каждые 2000 км пробега.

1	2	3
<p>Для систем впрыска и карбюраторных двигателей Ventil-Sauber «Очиститель клапанов»</p>	<p>Очиститель клапанов. В результате повышается мощность двигателя; уменьшается расход топлива и выброс вредных веществ; предотвращает коррозию, побочные шумы и стуки в клапанной системе.</p>	<p>«Очиститель клапанов» – эта присадка препятствует образованию отложений на клапанах. Гарантирует эффективное использование топлива и его чистое сгорание. Регулярное применение гарантирует выброс вредных веществ согласно требованиям проверки на СО. Присадку необходимо заливать в топливный бак при каждой заправке. Содержимое одной упаковки достаточно на один залив топлива в бак.</p>
<p>Для дизельных двигателей Super-Diesel Additive «Многофункциональная присадка в дизельное топливо»</p>	<p>Очистка камеры сгорания. В результате повышается мощность двигателя, происходит полное и эффективное сгорание топлива; уменьшаются стуки в двигателе; облегчается пуск двигателя.</p>	<p>«Многофункциональная присадка» в дизельное топливо предназначена для дизельного топлива с малой концентрацией серы, предотвращает образование отложений в топливной системе. Необходимо заливать в бак через каждые 2000 км пробега. Гарантирует выброс вредных веществ, согласно требованиям проверки на СО.</p>
<p>Diesel-Rub «Остановка дизельной гари»</p>	<p>Уменьшает дымность отработавших газов и выброс углерода; снижает степень загрязнения окружающей среды.</p>	<p>Эта присадка ускоряет процесс сгорания углерода (сажи) и препятствует пригоранию и закоксуыванию игл форсунок двигателя. Гарантирует выброс вредных веществ, согласно требованиям проверки на СО. Заливать в топливный бак при каждой заправке. Содержимое одной упаковки рассчитано на 50 литров дизельного топлива.</p>

1	2	3
Diesel fließ-fit «Дизельный антигель»	Препятствует застыванию дизельного топлива и снижает вязкость его при низких температурах окружающей среды до минус 26 °С.	«Дизельный антигель» заливает при положительной температуре окружающей среды в дизельное топливо из расчета 150 мл на 40...75 литров.
Oil Additive Motor-Verschleiß Schutz «Антифрикционная смазка MoS ₂ »	Противоизносная присадка, уменьшает износ деталей двигателя на 50 %, уменьшает расход топлива, повышает срок эксплуатации двигателя.	«Антифрикционная смазка MoS ₂ » – это присадка содержащая дисульфид молибдена, который образует на трущихся поверхностях высококачественную смазывающую пленку, которая снижает трение, а следовательно и износ сопряженных деталей двигателя. Присадку добавляют в масло при каждой замене, в объеме 200 мл на 7 л моторного масла.
Motor-Protect «Средство для долговременной защиты двигателя – MOTORPROTECT»	Долговременная защита сопряженных деталей двигателя от износа. Обеспечивает значительное уменьшение износа деталей двигателя, увеличивает срок его службы. Снижает расход топлива и выброс вредных газов.	«Средство для долговременной защиты двигателя – MOTORPROTECT» – это композиция присадок, защищающих детали двигателя от износа при высоких давлениях, за счет образования на трущихся поверхностях тонкой «сглаживающей» пленки, которая может деформироваться в зависимости от условий трения. Эта пленка эффективно действует при пробеге до 50000 км. Присадку добавляют в моторное масло из расчета 500 мл на 5 л масла.

1	2	3
<p>Visco-Stabil «Средство для увеличения вязкости масла»</p>	<p>Снижает потребление масла, под-держивает вязкость масла стабильной.</p>	<p>«Средство для увеличения вязкости масла» – это вязкостная присадка, повышает вязкость масла при высокой температуре и незначительно изменяет ее при низкой температуре. Добавляется в моторное масло при повышении его расхода и в промежутке между сменами масла.</p>
<p>Öl-Verlust «Средство для остановки течи моторного масла»</p>	<p>Предотвращает утечку масла, снижает расход масла; устраняет черный выхлопной дым.</p>	<p>«Средство для остановки течи моторного масла» – это присадка восстанавливающая эластичность прокладок в двигателе, стабилизирующая вязкость масла и снижающая шум в двигателе. Присадку добавляют в масло при каждой его за-мене.</p>
<p>Öl-Schlamm-Spülung «Промывка двигателя»</p>	<p>Защита от «черного» шлама, препятствует образованию отложений.</p>	<p>«Промывка двигателя» – это присадка очищающая масло двигателя от «черного» шлама. Поддерживает масляные каналы и фильтры в чистоте. Добавляют в масло перед каждой его заменой.</p>
<p>Motor Clean «Промывка двигателя»</p>	<p>Промывка двигателя, промывает и очищает двигатель изнутри, восстанавливает первоначальную мощность; уменьшает износ трущихся поверхностей; оптимизирует выброс выхлопных газов.</p>	<p>«Промывка двигателя» – это высокоэффективная композиция присадок, которая разрушает шлам и лаковые отложения, смывает загрязнения. Добавляется в «старое» масло перед его заменой и сливается вместе с ним.</p>

1	2	3
<i>Присадки для трансмиссионных масел</i>		
Getriebe-oil Additive MoS ₂ -Leichtlauf «Присадка MoS ₂ »	Защита от износа трущихся поверхностей. Обеспечивает облегчение хода и более мягкое переключение передач. Увеличивает срок службы КП.	«Присадка MoS ₂ » способствует образованию пленки сглаживающей неровности на боковых сторонах зубьев шестерен, что снижает «шум» при переключении передач в КП.
Gear Protect «Средство для долговременной защиты коробки передач – GEARPROTECT»	Защита деталей коробки передач от износа. уменьшает трение и износ, даже при высоком давлении.	«Gear Protect» – это присадка сглаживает неровности на боковых сторонах зубьев шестерен. Коробка передач начинает работать тише, мягче и передачи переключаются легче. «Gear Protect» уменьшает трение и износ валов, шестерен. Используется для механической, промежуточной и дифференциальной коробки передач.
<i>Присадки для охлаждающих жидкостей</i>		
Kuhler-dishter «Средство для остановки течи радиатора»	Защита радиатора от потери охлаждающей жидкости. Уплотняет все трещины и микроотверстия в системе охлаждения; защищает камеру сгорания от проникновения охлаждающей жидкости.	«Средство для остановки течи радиатора» – это присадка полностью герметизирующая трещины в элементах системы охлаждения.
Kuhler Reiniger «Очиститель радиатора»	Для оптимального охлаждения двигателя и его надежной работы. Очищает всю систему охлаждения и отопление автомобиля.	«Очиститель радиатора» – эта присадка применяется для всех систем охлаждения и отопления автомобиля.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

КЛАССИФИКАЦИЯ SAE МОТОРНЫХ МАСЕЛ ПО ВЯЗКОСТИ

Класс вязкости по SAE	Прокачиваемость при $t, ^\circ\text{C}$	Проворачиваемость при $t, ^\circ\text{C}$	Кинематическая вязкость, $\text{мм}^2/\text{с}$, $t = 100 ^\circ\text{C}$	Примечание
0W	-35	-30	3,8	Прокачиваемость – способность масляного насоса прокачать масло при минимальной температуре. Проворачиваемость – способность стартера проворачивать коленчатый вал двигателя при минимальной температуре.
5W	-30	-25	3,8	
10W	-25	-20	4,1	
15W	-20	-15	5,6	
20W	-15	-10	5,6	
25W	-10	-5	9,3	
20	–	–	5,6	
30	–	–	9,33	
40	–	–	12,5	
50	–	–	16,3	
60	–	–	21,9	

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

АНАЛОГИ ВЯЗКОСТНЫХ КЛАССОВ МОТОРНЫХ МАСЕЛ ПО КЛАССИФИКАЦИИ SAE И РОССИИ

SAE	Россия	SAE	Россия	SAE	Россия
5W	3	30	12	10W30	4 ₃ /10
10W	4	40	14	15W30	5 ₃ /10
15W	5	40	16	15W30	5 ₃ /12
20W	6	50	20	20W30	6 ₃ /10
20	6	5W20	3 ₃ /8	20W30	6 ₃ /12
20	8	10W20	4 ₃ /6	20W40	6 ₃ /14
30	10	10W20	4 ₃ /8	20W40	6 ₃ /18

МОТОРНЫЕ МАСЛА

Наименование марки	Вязкость, SAE	Качество		Допуск фирм	Краткая характеристика
		API	ASEA		
1	2	3	4	5	6
<i>Синтетические масла</i>					
Synthoil Energy High Tech Motorenöl	0W40	Превосходит SJ, SH, SE, CF	A3-96 B3-96	Удовлетворяет требованиям стандартов VW 500.00 и 505.00.	При вязкости 0W40 гарантирует быстрый доступ масла ко всем деталям двигателя.
Synthoil High Tech Vollsynthetisches Motoroil	5W40	Превосходит SJ, SH, SE, CF	A3-96 B3-96	Удовлетворяет требованиям стандартов фирмы Фольксваген VW 502.00 и 505.00; BMW, Porsche и Mercedes-Benz 229.1.	Всесезонное моторное масло с хорошими антифрикционными свойствами для современных высокоэффективных карбюраторных двигателей.
Diesel Synthoil High Tech Motorenöl	5W40	Превосходит SE, CF	B3-96	Удовлетворяет требованиям стандартов фирмы Фольксваген VW 502.00 и 505.00; BMW, Porsche и Mercedes-Benz 229.1.	Всесезонное моторное масло для высокоэффективных дизельных двигателей всех типов.
Synthoil Race GT-1 Vollsynthetisches Leichtlauföl	10W60	Превосходит SJ, SH, SE, CF	A3-96 B3-96	По качеству превосходит требования немецких и других иностранных производителей автомобилей.	Всесезонное моторное масло для использования в новом поколении двигателей (многоклапанные и турбодвигатели). Пригодно для карбюраторных и дизельных двигателей.

1	2	3	4	5	6
<i>Полусинтетические масла</i>					
Leichtlauf Teil Synthetisches Motoroil	10W40	Превосходит SJ, SE, CF	A3-96 B3-96	Удовлетворяет требованиям стандартов VW 500.00 и 505.00 (11/92) фирмы Фольксваген и Mercedes-Benz.	Всесезонное моторное масло с хорошими антиизносными свойствами. Обеспечивает быструю смазку двигателя при холодном пуске и низкой температуре окружающей среды.
MoS ₂ – LEICHTLAUF Super Motoroil	10W40	Превосходит SJ, SE, CF	A3-96 B3-96	MoS ₂ – Leichtlauf – это специальная разработка фирмы Liqui Moly. Отвечает требованиям международных спецификаций API и ASEA.	Всесезонное масло с антизадирными и противозносными свойствами. Снижает расход топлива и масла при эксплуатации двигателей.
<i>Минеральные масла</i>					
Touring High Tech Motoroil	15W40	Превосходит SJ, SE, CF	A2-96 B2-96	Удовлетворяет требованиям стандартов VW 501.01 и 505.00 (11/92) фирмы Фольксваген и Mercedes-Benz 228.1.	Всесезонное масло для карбюраторных и дизельных двигателей, обладает хорошими вязкостными, противозносными и другими свойствами.
Touring High Tech Diesel Spezialoil	15W40	Превосходит SE, CF	B2-96	Удовлетворяет требованиям стандартов VW 501.01 и 505.00 (11/92); Mercedes-Benz 228.1 и MAN 271.	Всесезонное масло для дизельных двигателей, обладающее хорошими противозносными, противозадирными, моющими и другими свойствами.

1	2	3	4	5	6
Nova Super HD	15W40 20W50	Превосходит SG, CE, CF	A3-96 B3-96	Удовлетворяет требованиям стандартов 228.1 фирмы Mercedes-Benz и MAN 271.	Всесезонное масло для карбюраторных и дизельных двигателей, обладает хорошими противоизносными свойствами и обеспечивает надежную смазку всех узлов двигателя.
Motoroil Super HD	15W40	Превосходит SF, CC	A2-96 B2-96	Удовлетворяет требованиям стандартов MIL-L46152B.	Всесезонное масло для карбюраторных и дизельных двигателей без турбонаддува. Обладает хорошими противоизносными и моющими свойствами. Обеспечивает надежную смазку и длительную эксплуатацию двигателя.
Mobil Synts	10W40	SJ/CF	A3-96 B3-96	Удовлетворяет требованиям стандартов VW 500.00; BMW.	Синтетическое всесезонное масло для карбюраторных и дизельных двигателей.
Mobil Super	15W40	SJ/CF	A3-96 B3-96	Удовлетворяет требованиям стандартов VW 501.00/505.00-11.	Минеральное всесезонное масло для карбюраторных и дизельных двигателей.

ТРАНСМИССИОННЫЕ МАСЛА

Марка масла	Качество	Вязкость	Номер стандарта
<i>Зарубежного производства</i>			
Agip Rotra MP	GL-5	80W90	Спецификация фирмы
Agip Rotra MPDB	GL-5	85W90	Спецификация фирмы
MP Gear Lube-LS	GL-5	80W90 85W140	Спецификация 76 фирмы Lubricant Company
<i>Отечественного производства</i>			
«Новыйл Т»	GL-5	80W90	ТУ 38.301-04-13-92
«Омскойл-супер Т»	GL-5	85W90	ТУ 38.301-19-62-95
«Лукойл ТМ-5»	GL-5	80W90 85W90	ТУ 38.301-29-91-97
«Волнез Т-1»	GL-5	85W90	ТУ 38.301-29-75-97
«Самойл-4405»	GL-5	85W90	ТУ 38.301-13-012-97
«Яр-марка Супер Т»	GL-5	80W90 85W90	ТУ 0253-018-0219158-96
«Рексол Типоид»	GL-5	80W90 85W90	ТУ 38.301-41-150-93
«Спектрол-Крузиз»	GL-5	85W90	ТУ 0253-006-06913380-95
<i>«Бритиш петролеум»</i>			
Energear SGX	GL-5	75W90	VW 501.00
Energear Нуго	GL-5	80W90 85W140	MIL-L 2105 Mercedes-Benz 235.0 MAN 342

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ДИАПАЗОНЫ ПО КЛАССУ

Минимальная температура холодного пуска, °С	Класс вязкости по SAE	Максимальная температура окружающей среды, °С
5	30	30
5	40	45
10	50	50
-25	10W	-5
-50	5W20	-10
-35	5W30	30
-25	5W40; 5W50	35
-25	10W30	30
-25	10W40; 10W50	40
-20	15W40; 15W50	45
-10	20W40	45
-5	20W50	50

СМАЗКИ

Универсальные смазки

**Teboil multi-purpose grease NLGI-2
(Тебойл мульти-пепос NLGI-2)**

Многоцелевая литиевая смазка, содержащая антиокислительные и антикоррозийные присадки, а также присадки класса EP, обеспечивающие работу при сверхвысоких давлениях.

Смазка характеризуется высокой водоотталкивающей способностью. Разработана как универсальная смазка для применения в промышленности.

Применяется в диапазоне температур от $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+110\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Пенетрация при $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, 1/10 мм:

– неперемешанной смазки.....	280
– перемешанной смазки.....	290

Тип мыла..... литиевое

Температура каплепадения, $^{\circ}\text{C}$ 180

Вязкость минерального масла, $\text{мм}^2/\text{с}$, при $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 110

**Teboil multi-purpose extra NLGI-2
(Тебойл мульти пепос экстра NLGI-2)**

Многоцелевая литиевая смазка с противозадирными и антиокислительными присадками. Для облегчения работы в условиях влажной среды добавлены также антикоррозийные присадки.

Смазка специально разработана для всех видов роликовых подшипников, применяемых как в сырых, так и в сухих условиях при тяжелых и ударных нагрузках. Универсально применяется в промышленности.

Работает в диапазоне температур от $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+110\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Пенетрация при $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, 1/10 мм:

– неперемешанной смазки.....	280
– перемешанной смазки.....	295

Тип мыла..... литиевое

Температура каплепадения, $^{\circ}\text{C}$ 185

Вязкость минерального масла, $\text{мм}^2/\text{с}$, при $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 40

Автомобильные смазки

Teboil universal EP NLGI-2 (Тебойл универсал EP NLGI-2)

Многоцелевая литиевая смазка с противозадирными, антиокислительными и антикоррозионными присадками с добавлением высокоочищенного минерального масла для предотвращения воздействия холодной или горячей воды на структуру смазки.

Разработана для смазки шасси, подшипников рулевого управления, водяных насосов и генераторов.

Применяется в диапазоне температур от $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+110\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Пенетрация при $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, 1/10 мм:

– неперемешанной смазки.....	280
– перемешанной смазки.....	300
Тип мыла.....	литиевое
Температура каплепадения, $^{\circ}\text{C}$	180
Вязкость минерального масла, $\text{мм}^2/\text{с}$, при $40\text{ }^{\circ}\text{C}$	110

Teboil universal M NLGI-2 (Тебойл универсал M NLGI-2)

Многоцелевая твердая литиевая смазка с противозадирной присадкой (дисульфид молибдена) для использования при высоких ударных нагрузках.

Применяется для смазки шасси тяжелого транспортного оборудования в тех случаях, когда необходимы четкий контроль за давлением и хорошая адгезия смазочной пленки. Может также использоваться для смазки подшипников рулевого управления.

Применяется в диапазоне температур от $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+110\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Пенетрация при $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, 1/10 мм:

– неперемешанной смазки.....	280
– перемешанной смазки.....	300
Тип мыла.....	литиевое
Температура каплепадения, $^{\circ}\text{C}$	180
Вязкость минерального масла, $\text{мм}^2/\text{с}$, при $40\text{ }^{\circ}\text{C}$	110

Teboil universal CLS NLGI-00 (Тебойл универсал CLS NLGI-00)

Смазка с литиевым мылом, содержащая противозадирные присадки и антикоррозионные и антиокислительные ингибиторы. Приготовлена на минеральном масле сольвентной очистки.

Разработана для применения в централизованных смазочных системах грузовиков и автобусов.

Применяется в диапазоне температур от $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+110\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Пенетрация при $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, 1/10 мм:

– перемешанной смазки (60 циклов).....	420
Тип мыла.....	литиевый комплекс
Температура каплепадения, $^{\circ}\text{C}$	230
Вязкость минерального масла, $\text{мм}^2/\text{с}$, при $40\text{ }^{\circ}\text{C}$	135

Трансмиссионные смазки

Teboil DKW Grease NLGI-00 (Тебойл ДКВ Гриз NLGI-00)

Полужидкая натриевая смазка, приготовленная на основе минерального масла селективной очистки.

Разработана для смазки закрытых передач и приводов моторов. Во многих случаях пригодна для приводов с масляной смазкой: в тех случаях, когда они не могут быть герметично изолированы от проникновения масла.

Не рекомендуется для смазки во влажных условиях, поскольку вода может ее смыть.

Пенетрация при $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, 1/10 мм.....	400
Тип мыла.....	натриевое
Вязкость минерального масла, $\text{мм}^2/\text{с}$, при $40\text{ }^{\circ}\text{C}$	245

Teboil Gear Grease MDS NLGI-0 (Тебойл Гиар Гриз MDS NLGI-0)

Смазка загущенная глиной и твердыми компонентами.

Характеризуется высокой водоотталкивающей способностью и высокой стабильностью к сдвигу, что предотвращает текучесть при длительной работе с тяжелыми нагрузками.

Тщательный отбор неорганического компонента и базового масла обеспечивает сохранение структуры смазки даже при высоких температурах; эластичность и смазывающую способность при низких.

Диапазон температур от $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+300\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Пенетрация при $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, 1/10 мм:

- неперемешанной смазки..... 350
- перемешанной смазки..... 350

Тип мыла.....	загущенная глина
Температура каплепадения.....	$230\text{ }^{\circ}\text{C}$
Наполнитель.....	10,0 % graphite + 1,5 % MoS ₂
Вязкость минерального масла, мм ² /с, при $40\text{ }^{\circ}\text{C}$	120

Teboil Rail Flange Grease NLGI-0 (Тебойл Рейл Флендж Гриз NLGI-0)

Кальциевая смазка с противозадирными присадками и твердыми компонентами, разработанная для смазки подошв рельсов вручную или с помощью автоматического устройства.

Отличается хорошей водоотталкивающей способностью и прекрасными сцеплением и прилипанием.

Может работать в диапазоне от $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до температуры окружающей среды.

Пенетрация при $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, 1/10 мм:

- неперемешанной смазки..... 440
- перемешанной смазки..... 470

Тип мыла.....	кальциевое
Наполнитель.....	графит
Вязкость минерального масла, мм ² /с, при $40\text{ }^{\circ}\text{C}$	110

Морозостойкие смазки

Teboil 0-Grease NLGI-2 (Тебойл 0-Гриз NLGI-2)

Специальная приборная литиевая смазка, почти не застывающая при исключительно низких температурах.

Имеет следующие характеристики:

- коррозионная стойкость соответствует требованиям испытания SKF;
- легко подается и прокачивается при низких температурах;
- работает в диапазоне температур от $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+80\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Рекомендуется для смазки роликовых подшипников приборов, работающих при очень низких температурах и, вообще, в тех случаях, когда смазка должна оставаться мягкой при очень низкой температуре.

Пенетрация при $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, 1/10 мм:

- | | |
|------------------------------|-----|
| – неперемешанной смазки..... | 280 |
| – перемешанной смазки..... | 300 |

Тип мыла.....	литиевое
---------------	----------

Температура каплепадения, $^{\circ}\text{C}$	180
--	-----

Вязкость минерального масла, $\text{мм}^2/\text{с}$, при $40\text{ }^{\circ}\text{C}$	7,5
--	-----

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ МАСЛА

Teboil hidraulic oil 15, 22, 32S, 46, 68 and 100
(Тебойл хайдролик ойл 15, 22, 32S, 46, 68 и 100)

Масла Teboil hidraulic oil – специальные гидравлические масла с высоким индексом вязкости, низкой температурой застывания и высокой стабильностью против сдвига.

Масла содержат антиизносные, антикоррозионные, антиокислительные, антипенные присадки, а также присадки, улучшающие индекс вязкости.

Марки 15 и 22, в основном, рассчитаны на применение в гидравлических системах, работающих в условиях очень низких температур, а марки 46 и 68 – в условиях высоких температур. Масло 32S – всесезонное и применяется в условиях, где требуется стабильность против сдвига.

Классификация ISO	15	22	32S	46	68	100	
Плотность при 20 °С, кг/м ³	880	885	890	890	890	890	ASTMD 4052
Кинематическая вязкость, мм ² /с,							
при 100 °С	3,6	4,7	7,0	10,0	12,3	15,5	ASTMD 45
при 40 °С	15	22	31	46	68	100	ASTMD 445
при –30 °С	1800	2500	3800	–	–	–	ASTMD 445
при –20 °С	–	–	–	2200	4800	–	ASTMD 445
Индекс вязкости	125	140	195	215	180	160	ASTMD 2270
Температура застывания, °С	–54	–48	–54	–48	–42	–36	ASTMD 97
Температура вспышки (откр. тигель), °С	150	170	170	170	170	210	ASTMD 92

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ МАСЛА

Машинные масла

Teboil koneöljy 46, 68, 100, 150, 220, 320 and 460
(Тебойл «Конеолью» 46, 68, 100, 150, 220, 320 и 460)

Высокоочищенные минеральные масла без присадок. Они предназначены для одноразового, капельного или фитильного смазывания.

Классификация ISO VG	46	68	100	150	220	320	460	
Плотность при 20 °С, кг/м ³	885	880	885	885	890	895	900	ASTMD 4052
Кинематическая вязкость, мм ² /с,								
при 100 °С	6,8	8,7	11,1	14,5	18,0	23,0	29,0	ASTMD 445
при 40 °С	46	68	100	150	220	320	420	ASTMD 445
Индекс вязкости	100	100	95	95	90	90	90	ASTMD 2270
Температура застывания, °С	-27	-15	-15	-12	-2	-9	-9	ASTMD 97
Температура вспышки (откр. тигель), °С	200	220	230	240	250	260	300	ASTMD 92

Teboil Slide Oil 32, 68, 150, and 220
(Тебойл Слайд Ойл 32, 68, 150 и 220)

Масла серии Teboil Slide предназначены для смазки направляющих станков для обеспечения плавного хода (противозадирные свойства), что является важным, например, для шлифовальных машин и систем, работающих в условиях тяжелых нагрузок.

Эти масла используются в качестве гидравлических масел в агрегатах, где гидравлическое масло смазывает направляющие.

Классификация ISO VG	32	68	150	220	
Плотность при 20 °С, кг/м ³	870	880	895	900	ASTMD 4052
Кинематическая вязкость, мм ² /с,					
при 100 °С	5,5	9,0	15,0	18,0	ASTMD 445
при 40 °С	32	68	150	220	ASTMD 445
Индекс вязкости	105	105	100	90	ASTMD 2270
Температура застывания, °С	-27	-12	-12	-12	ASTMD 97
Температура вспышки (откр. тигель), °С	190	218	230	240	ASTMD 92

Машинные масла типа «нон-дрип»

Teboil Past Oil 46, 100, 150, 150S, 320, 320S and 460
(Тебойл паст ойл 46, 100, 150, 150S, 320, 320S и 460)

Teboil Past Oil масла характеризуются отличными адгезионными свойствами, высокой стабильностью при высоких температурах и относительно низкой температурой застывания.

Масла предназначены для смазывания скользящих поверхностей, винтов, цепей и других механических узлов, где требуется прочное масляное покрытие.

Классификация ISO	46	100	150	150S	320	320S	460	
Плотность при 20 °С, кг/м ³	880	890	890	890	900	900	905	ASTMD 4052
Кинематическая вязкость, мм ² /с,								
при 100 °С	6,8	11,4	15,0	15,0	23,0	23,0	29,0	ASTMD 445
при 40 °С	46	100	150	150	320	320	420	ASTMD 445
Индекс вязкости	110	100	100	100	100	90	90	ASTMD 2270
Температура застывания, °С	-27	-15	-12	-12	-12	-12	-9	ASTMD 97
Температура вспышки (откр. тигель), °С	200	220	240	240	260	260	300	ASTMD 92

Циркуляционные масла

Teboil Larita 5, 10, 15, 32, 46, 68, 100, 150, 220, 320 and 460
(Тебойл Ларита 5, 10, 15, 32, 46, 68, 100, 150, 220, 320 и 460)

Teboil Larita Oil – группа трансмиссионных, циркуляционных и гидравлических масел, содержащих антикоррозийные, антиизносные присадки и присадки, улучшающие моющие свойства.

Масла Teboil Larita – универсальные промышленные масла, могут также использоваться в гидравлических системах, коробках передач, шариковых и роликовых подшипниках и циркуляционных смазочных системах.

Классификация ISO VG	5	10	15	32	46	68	
Плотность при 20 °С, кг/м ³	865	900	875	875	880	885	ASTMD 4052
Кинематическая вязкость, мм ² /с,							
при 100 °С	1,9	2,4	3,3	5,6	7,0	9,0	ASTMD 445
при 40 °С	5,0	10	15,0	32	46	68	ASTMD 445
Индекс вязкости	–	65	95	115	110	105	ASTMD 2270
Температура застывания, °С	–57	–51	–48	–24	–24	–24	ASTMD 97
Температура вспышки (откр. тигель), °С	110	160	170	190	200	210	ASTMD 92
Сульфлируемая зола, % вес	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	ASTMD 874

Окончание табл.

Классификация ISO VG	100	150	220	320	460	
Плотность при 20 °С, кг/м ³	890	890	890	900	905	ASTMD 4052
Кинематическая вязкость, мм ² /с,						
при 100 °С	11,1	14,5	18,0	23,0	29,0	ASTMD 445
при 40 °С	100	150	220	320	440	ASTMD 445
Индекс вязкости	95	90	90	85	88	ASTMD 2270
Температура застывания, °С	–24	–15	–12	–12	–9	ASTMD 97
Температура вспышки (откр. тигель), °С	230	240	250	260	300	ASTMD 92

Турбинные масла

Teboil Turbine Oil 32, 46 and 68 (Тебойл Турбин Ойл 32, 46 и 68)

Масла серии Teboil Turbine Oil отличаются высокой антиокислительной стабильностью и отличными антипенными и деэмульсионными свойствами. Эти масла применяются в качестве циркуляционных масел как в паровых, так и в водных турбинах, а также в ряде компрессоров.

Марка 32 может быть также использована в промышленных газовых турбинах.

Классификация ISO VG	32	46	68	
Плотность при 20 °С, кг/м ³	870	880	880	ASTMD 4052
Кинематическая вязкость, мм ² /с, при 100 °С при 40 °С	5,4	6,8	8,8	ASTMD 445
	32	46	68	ASTMD 445
	100	100	100	ASTMD 2270
Индекс вязкости	100	100	100	ASTMD 2270
Температура застывания, °С	-15	-12	-12	ASTMD 97
Температура вспышки (откр. тигель), °С	200	210	230	ASTMD 92

Компрессорные масла

Teboil Compressor Oil S, P32, P68 and P100 (Тебойл Компрессор Ойл S, P32, P68 и P100)

Масла этой серии характеризуются низкой стабильностью к пенообразованию и отличными воздуховыделяющими свойствами, а также защитными свойствами против образования осадка на выпускных клапанах.

Марка S, в основном, предназначена для винтовых компрессоров, в то время как марка P – для поршневых компрессоров. Марка P удовлетворяет требованиям спецификации DIN 51506 VD-L (тест P.O.T.).

	S	P32	P68	P100	
Классификация ISO VG	22	32	68	100	
Плотность при 20 °С, кг/м	875	875	875	885	ASTMD 4052
Кинематическая вязкость, мм ² /с,					
при 100 °С	4,3	5,5	8,9	11,4	ASTMD 445
при 40 °С	22	32	68	100	ASTMD 445
Индекс вязкости	105	100	–	100	ASTMD 2270
Температура застывания, °С	–36	–42	–33	–27	ASTMD 97
Температура вспышки (откр. тигель), °С	200	210	–	230	ASTMD 92

Холодильные масла

Teboil Freezing Oil 15, 46 and 68 (Тебойл Фризинг Ойл 15, 46 и 68)

Эти масла предназначены для холодильных компрессоров.

Марка 15 предназначена для холодильников, работающих на двуокиси серы и метилхлориде; марки 46 и 68 – для работы с двуокисью углерода, аммиаком и, в основном, с фреоном.

Классификация ISO VG	15	46	68	
Плотность при 20 °С, кг/м ³	870	875	890	ASTMD 4052
Кинематическая вязкость, мм ² /с,				
при 100 °С	3,3	6,8	8,7	ASTMD 445
при 40 °С	15	46	68	ASTMD 445
Индекс вязкости	75	100	100	ASTMD 2270
Температура застывания, °С	–45	–36	–30	ASTMD 97
Температура вспышки (откр. тигель), °С	165	200	210	ASTMD 92

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

ЗАРУБЕЖНЫЕ И ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ПРОИЗВОДИТЕЛИ МАСЕЛ И СМАЗОК

Фирма, предприятие	Страна
Mobil Техасо Еххон	США
Shell Castrol British Petroleum	Великобритания
Cluber Lubrication	Германия
АО «Лукойл Пермьнефтеоргсинтез» АО «Славнефть-Ярославльнефтеоргсинтез» АО «Омский НПЗ» АО «Рязанский НПЗ» АО «Норси» АО «Уфанефтехим» АО «Новокуйбышевский НПЗ» АО «Спектр-Авто»	Россия

КОНСЕРВАЦИОННЫЕ МАСЛА

Консервационные масла	Марка	Фирма	Стандарт, спецификация	Вязкость при	
				$t = +38^{\circ}\text{C}$, не менее	$t = -54^{\circ}\text{C}$, не более
1	2	3	4	5	6
Группа I	Alox 2199 Po Rust Preservative № 172 Tectyl 900	«Alox Corp.» «American Oil and Supply Co.» «Ashland Petroleum Co.»	VV-L-800C	11 мм ² /с	60 000 мм ² /с
Группа II	AeroShell Fluid 12 Castrolaero Fluid 8750 Nucolube 11B Brayco 347	«Shell International Petroleum Co., Ltd» «Castrol, Ltd» «NYCO S.A.» «Bray Oil Co.»	MIL-L-6085B	8 мм ² /с	12 000 мм ² /с
Группа III			MIL-L-3150C	SAE 30	—
Примечание: масла групп I–III нельзя использовать для временной антикоррозийной защиты двигателей.					
Группа IV	Brayco 441 V Brayco 443 V	«Bray Oil Co.» USA	MIL-L-2104	SAE 30 SAE 50	SAE 10 W
Группа V	AeroShell Fluid 2F Nucorotec 05	«Shell International Petroleum Co., Ltd» «NYCO S.A.»	MIL-L-6082 MIL-C-6529C	—	—

1	2	3	4	5	6
Группа VI	Shell Storage Oil 3 Nucorprotex 04	«Shell International Petroleum Co., Ltd» «NYCO S.A.»	MIL-L-6081 MIL-C-8188C	–	–
Примечание: консервационные масла IV, V, VI групп предназначены для защиты от коррозии внутренних поверхностей деталей.					
Группа VII	AeroShell Fluid 71 Hydraulic Oil FH6	«Shell International Petroleum Co., Ltd.» «NYCO S.A.»	MIL-H-608E	–	–
Группа VIII	Brauco 321 Brauco 322	«Bray Oil Co.» USA	MIL-I-23310 MIL-P-46002B	–	–
Примечание: масла группы VII предназначены для временной антикоррозионной защиты гидравлических систем.					
Масла группы VIII служат для временной антикоррозионной защиты агрегатов трансмиссии.					

ПРИЛОЖЕНИЕ 12

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ПОПРАВКА К ВЕЛИЧИНЕ ПЛОТНОСТИ ТСМ

Плотность, кг/м³	Температурная поправка ν, кг/(м³·°С)	Плотность, кг/м³	Температурная по- правка ν, кг/(м³·°С)
700–709	0,897	850–859	0,699
710–719	0,884	860–869	0,686
720–729	0,870	870–879	0,673
730–739	0,857	880–889	0,660
740–749	0,844	890–899	0,647
750–759	0,831	900–909	0,633
760–769	0,818	910–919	0,620
770–779	0,805	920–929	0,607
780–789	0,792	930–939	0,594
790–799	0,778	940–949	0,581
800–809	0,765	950–959	0,567
810–819	0,752	960–969	0,554
820–829	0,738	970–979	0,541
830–839	0,725	980–989	0,528
840–849	0,712	990–1000	0,515

О Г Л А В Л Е Н И Е

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ.....	3
ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОИЗВОДСТВЕ ТОПЛИВ И СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ	7
1.1. Влияние химического состава нефтей на свойства получаемых топлив и масел	7
1.2. Краткие сведения о современных методах получения топлив и масел.....	15
1.2.1. Получение топлив прямой перегонкой.....	15
1.2.2. Получение топлив деструктивной переработкой.....	16
1.2.3. Получение масел	19
2. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	22
2.1. Жидкие топлива	22
2.1.1. Автомобильные бензины	22
2.1.2. Дизельное топливо.....	29
2.1.3. Импортные жидкие топлива	35
2.1.4. Альтернативные виды топлив	43
2.2. Смазочные масла	44
2.2.1. Характеристики смазочных масел	44
2.2.2. Моторные масла	47
2.2.3. Зарубежные и отечественные производители масел	72
2.2.4. Трансмиссионные масла.....	77
2.3. Пластичные смазки.....	87
2.3.1. Классификация пластичных смазок.....	87
2.3.2. Импортные пластичные смазки.....	92
2.4. Специальные технические жидкости	95
2.4.1. Рабочие жидкости	95
2.4.2. Амортизационные жидкости	96
2.4.3. Индустриальные масла.....	97

2.4.4. Тормозные жидкости	99
2.4.5. Охлаждающие жидкости	100
2.4.6. Пусковые жидкости	102
2.4.7. Электролит	103
2.4.8. Консервационные материалы	103
2.4.9. Пленкообразующие ингибированные нефтяные составы (ПИНС)	105
2.5. Импортные специальные технические жидкости	108
2.5.1. Рабочие жидкости	108
2.5.2. Индустриальные масла	109
2.5.3. Тормозные жидкости	113
2.5.4. Охлаждающие жидкости	115
2.5.5. Консервационные масла и смазки (компаунды).....	116
2.6. Химмотологические карты автомобилей и тракторов	120

3. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ТОПЛИВНО-СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

3.1. Виды контроля. Оборудование для контроля качества ТСМ.....	122
3.2. Определение качества бензинов	124
3.2.1. Оценка бензинов по внешним признакам	124
3.2.2. Анализ на содержание водорастворимых кислот и щелочей.....	126
3.3. Определение качества дизельного топлива.....	127
3.3.1. Оценка дизельных топлив по внешним признакам.....	127
3.3.2. Определение вязкости	127
3.3.3. Определение температуры застывания	130
3.3.4. Установление марки дизельного топлива и решение вопроса о его применении.....	132
3.4. Определение качества пластичной смазки	133
3.5. Восстановление качества топливно-смазочных материалов.....	134
3.6. Оценка качества импортных смазочных материалов.....	136
3.6.1. Смазочные масла.....	136
3.6.2. Пластичные смазки	138

4. БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА, ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	140
4.1. Общие положения.....	141
4.2. Безопасность труда.....	141
4.3. Пожарная безопасность	143
4.4. Охрана окружающей среды.....	145
 ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗОВАВШИХСЯ ТЕРМИНОВ	 147
 СПЕЦИФИКАЦИИ НА ЛАБОРАТОРНЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СМАЗОЧНЫХ МАСЕЛ ИНОСТРАННЫХ ФИРМ.....	 149
 БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	 150
 ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ПРИСАДКИ.....	 153
 ПРИЛОЖЕНИЕ 2. КЛАССИФИКАЦИЯ SAE МОТОРНЫХ МАСЕЛ ПО ВЯЗКОСТИ	 158
 ПРИЛОЖЕНИЕ 3. АНАЛОГИ ВЯЗКОСТНЫХ КЛАССОВ МОТОРНЫХ МАСЕЛ ПО КЛАССИФИКАЦИИ SAE И РОССИИ	 158
 ПРИЛОЖЕНИЕ 4. МОТОРНЫЕ МАСЛА	 159
 ПРИЛОЖЕНИЕ 5. ТРАНСМИССИОННЫЕ МАСЛА	 162
 ПРИЛОЖЕНИЕ 6. ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ДИАПАЗОНЫ ПО КЛАССУ	 163
 ПРИЛОЖЕНИЕ 7. СМАЗКИ	 164
Универсальные смазки	164
Автомобильные смазки	165
Трансмиссионные смазки.....	166
Морозостойкие смазки	168

ПРИЛОЖЕНИЕ 8. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ МАСЛА.....	169
ПРИЛОЖЕНИЕ 9. ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ МАСЛА	170
Машинные масла.....	170
Машинные масла типа «нон-дрип».....	171
Циркуляционные масла	172
Турбинные масла.....	174
Компрессорные масла.....	174
Холодильные масла	175
ПРИЛОЖЕНИЕ 10. ЗАРУБЕЖНЫЕ И ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ПРОИЗВОДИТЕЛИ МАСЕЛ И СМАЗОК	176
ПРИЛОЖЕНИЕ 11. КОНСЕРВАЦИОННЫЕ МАСЛА.....	177
ПРИЛОЖЕНИЕ 12. ТЕМПЕРАТУРНАЯ ПОПРАВКА К ВЕЛИЧИНЕ ПЛОТНОСТИ ТСМ.....	179

Учебное издание

Борис Павлович Евдокимов, профессор

**ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ
В ЛЕСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
по образованию в области лесного дела
в качестве учебника для студентов высших учебных заведений
лесотехнического профиля, обучающихся по специальностям
170400 и 260100 всех форм обучения*

Компьютерный набор, подготовка рисунков выполнены ведущим инженером кафедры «Машины и оборудование лесного комплекса» СЛИ *К. А. Выборовым.*

Оригинал-макет подготовлен в редакционно-издательском отделе СЛИ по электронной версии рукописи, представленной автором.

Редактор, компьютерная верстка – *В. Н. Столышко*

Корректор – *С. В. Сердитова*

Редакционно-издательский отдел СЛИ СПбГЛТА.

Подписано в печать 25.12.03. Бумага офсетная. Формат 60 x 90 1/16. Печать офсетная.

Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 11,5. Уч.-изд. л. 8,4. Тираж 100. Заказ № .

Сыктывкарский лесной институт (СЛИ)
167981, г. Сыктывкар, ул. Ленина, 39

Отпечатано в типографии СЛИ
167981, г. Сыктывкар, ул. Ленина, 39