

*А.Г. Карпенко, В.А. Белевитин*

**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ.  
РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
АВТОТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ**



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Челябинский государственный педагогический университет»

*А.Г. Карпенко, В.А. Белевитин*

**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ. РАСХОДНЫЕ  
МАТЕРИАЛЫ АВТОТРАНСПОРТНОЙ  
ТЕХНИКИ**

Учебное пособие

Челябинск  
2013

ББК 30.3я73  
УДК 620.1 (021)  
К 29

Карпенко, А.Г. Материаловедение. Расходные материалы автотранспортной техники [Текст]: учебное пособие / А.Г. Карпенко, В.А. Белевитин. – Челябинск: Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2013. – 227 с.: ил.

ISBN 978-5-85716-959-9

В учебном пособии изложены основные физико-химические свойства топлив, смазочных материалов, технических и рабочих жидкостей, а также общее устройство ручной лаборатории типа «РЛ» и простейшие методы определения показателей качества нефтепродуктов и технических жидкостей, необходимых при эксплуатации автотранспортной техники.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальности «Профессиональное обучение (автомобили и автомобильное хозяйство)», а также для использования в производственных условиях специалистами предприятий, специализирующихся на производстве и сбыте эксплуатационных материалов, сервисном техническом обслуживании автотранспортной техники.

Рецензенты: Г.А. Орлов, д-р техн. наук, проф.  
В.С. Кукис, д-р техн. наук, проф.

ISBN 978-5-85716-959-9

© Карпенко А.Г., 2013  
© Белевитин В.А., 2013  
© Издательство Челябинского государственного педагогического университета, 2013

*Учебное издание*

*Карпенко Анатолий Григорьевич,  
Белевитин Владимир Анатольевич*

**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ. РАСХОДНЫЕ  
МАТЕРИАЛЫ АВТОТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ**

Учебное пособие

ISBN 978-5-85716-959-9

Работа рекомендована РИСом университета  
Протокол № 4 от 14.12.12

Издательство ЧГПУ  
454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 69  
Редактор Л.Г. Шибакова  
Компьютерная верстка А.Г. Петрова

Подписано в печать 21.03.2013

Формат 60x84 /16

Объем 8,7 уч.- изд. л.

Заказ № 355

Тираж 100 экз.

Отпечатано с готового оригинал-макета  
в типографии ЧГПУ  
454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 69

## СОДЕРЖАНИЕ

Глава 1. Эксплуатационные свойства и применение топлив для автотракторных двигателей .....	6
1.1. Жидкие топлива и способы их получения из нефтепродуктов .....	6
1.2. Эксплуатационные требования, предъявляемые к топливу .....	9
1.3. Бензины .....	12
1.4. Дизельное топливо .....	25
1.5. Моторное топливо .....	38
1.6. Печное топливо .....	40
1.7. Котельное топливо .....	41
1.8. Газообразное топливо .....	43
1.9. Топлива из не нефтяного сырья .....	50
Контрольные вопросы .....	55
Глава 2. Эксплуатационные свойства и применение смазочных материалов .....	57
2.1. Моторные масла .....	60
2.2. Трансмиссионные масла .....	70
2.3. Масла гидравлические .....	75
2.4. Пластичные смазки .....	82
2.4.1. Понятие о пластичных смазках, основные виды и назначение .....	82
2.4.2. Наименование и обозначение смазок .....	85
Контрольные вопросы .....	92
Глава 3. Технические жидкости .....	94
3.1. Жидкости для охлаждения двигателей внутрен-	94

него сгорания .....	
3.2. Смазочно-охлаждающие жидкости .....	106
3.3. Пусковые жидкости .....	106
3.4. Жидкости для гидравлических систем .....	108
3.5. Жидкости для тормозных систем .....	111
3.6. Жидкости для амортизаторов .....	116
3.7. Консервационные жидкости .....	117
3.8. Жидкости для удаления нагара с деталей двигателя .....	119
Контрольные вопросы .....	122
Глава 4. Характеристика зарубежных смазочных материалов .....	
4.1. Вязкостно-температурные свойства масел .....	125
4.2. Эксплуатационные свойства моторных масел .....	129
4.3. Трансмиссионные масла .....	148
4.4. Масла для автоматических коробок передач .....	164
4.5. Технические и рабочие жидкости .....	170
4.6. Пластичные смазки .....	172
Контрольные вопросы .....	177
Глава 5. Основы рационального и экономного использования топлив и смазочных материалов .....	
5.1. Пути сокращения потерь нефтепродуктов .....	178
5.2. Сбор и повторное использование отработанных нефтепродуктов .....	188
5.3. Техника безопасности и противопожарные мероприятия при обращении с нефтепродуктами .....	191
5.4. Охрана окружающей среды .....	193
Контрольные вопросы .....	196

Глава 6. Устройство лаборатории «РЛ». Методы определения показателей качества нефтепродуктов и технических жидкостей .....	198
6.1. Устройство ручной лаборатории «РЛ» .....	198
6.2. Меры безопасности .....	201
6.3. Методы определения некоторых показателей качества нефтепродуктов и технических жидкостей ...	202
6.3.1. Порядок отбора средней пробы .....	202
6.3.2. Определение содержания воды в резервуаре с нефтепродуктом .....	205
6.3.3. Определение содержания воды в масле .....	205
6.3.4. Определение плотности нефтепродуктов .....	207
6.3.5. Определение крепости этилового спирта .....	210
6.3.6. Определение температуры замерзания этиленгликолевых жидкостей .....	212
6.3.7. Определение содержания механических примесей .....	214
6.3.8. Определение содержания кварца в пластичных смазках .....	216
6.3.9. Определение содержания непредельных углеводородов .....	217
6.3.10. Определение низкотемпературных свойств нефтепродуктов .....	217
6.3.11. Определение содержания присадки в масле ...	218
6.3.12. Исследование качества тормозных жидкостей .....	219
6.3.13. Определение температуры каплепадения пластичных смазок .....	221
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	224
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	225

# Глава 1

## ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ ТОПЛИВ ДЛЯ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

### 1.1. Жидкие топлива и способы их получения из нефтепродуктов

Двигатель внутреннего сгорания (ДВС) был изобретен в Германии более 100 лет тому назад. С момента его появления до настоящего времени основными видами топлива были и остаются продукты переработки нефти – бензины, керосины, дизельные и газообразные топлива, мазуты. Эти топлива представляют собой смеси углеводородов и присадок, предназначенных для улучшения их эксплуатационных свойств. Например, в состав бензинов входят углеводороды, выкипающие в интервале температур от +35° до +200°С; в состав керосинов от +135–150°С до +250–280°С; в состав дизельных топлив от +140–340°С – более легкие (зимние) и +170–360°С – более тяжелые (летние); в состав



мазатов входят тяжелые углеводороды с температурой конца кипения около +420–430°C.

Газообразные топлива бывают в виде природного или искусственного газа и применяются в сжатом или сжиженном состоянии. Основные компоненты газообразного топлива – метан ( $\text{CH}_4$ ), оксид углерода ( $\text{CO}$ ), водород ( $\text{H}_2$ ), этилен ( $\text{C}_2\text{H}_4$ ), пропан ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) и бутан ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ).

Бензины в силу своих физико-химических свойств применяются в двигателях с принудительным зажиганием (от искры). Более тяжелые дизельные топлива вследствие лучшей самовоспламеняемости применяются на двигателях с воспламенением от сжатия, т.е. дизелях.

Производство топлив из нефти и нефтепродуктов включает следующий комплекс основных технологических операций переработки.

Первичная перегонка нефти производится в атмосферных или атмосферно-вакуумных ректификационных колоннах с целью разделения нефти на фракции. Бензиновая фракция используется как сырье для получения товарного бензина для автомобилей и высокооктановых компонентов. Соляровый дистиллят используется как товарное топливо для быстроходных дизелей, а также как сырье для других процессов переработки нефтепродуктов. Кроме названных фракций получают также углеводородные газы и керосиновые фракции. Остаточными продуктами являются: при атмосферной перегонке нефти – мазут, выкипающий при температуре выше +350°C, и при атмосферно-вакуумной перегонке – вакуумные дистилляты (масляные) выкипающие в пределах от +350°C до

+500°C, и гудрон, выкипающий при температуре более +500°C.

Крекинг-процессы предназначены для получения дополнительных количеств легких нефтепродуктов термическим разложением остатков перегонки нефти (в основном мазутов и гудронов). К их числу относятся термический, каталитический и гидрокрекинг. При термическом крекинге тяжелые углеводороды при нагреве до температуры 350–550°C и выше расщепляются на более легкие с образованием бензиновых, керосиновых и соляровых фракций. Топлива термического крекинга очень нестабильны, поэтому в них вводят специальные антиокислительные присадки, повышающие химическую стабильность. При каталитическом крекинге используются различные катализаторы, изменяющие химический состав сырья в желаемом направлении. Сырьем являются вакуумные дистилляты, а также соляровые других процессов переработки нефтепродуктов. Бензиновые фракции, получаемые при этом процессе, применяют в качестве сырья для получения автомобильного бензина, их выход составляет 40–45%. При гидрокрекинге разрушение тяжелых фракций углеводородного сырья происходит в присутствии водорода. Гидрокрекинг, как правило, применяется в условиях избытка водорода.

Важное место в нефтеперерабатывающей отрасли занимает каталитический риформит-процесс получения высокооктанового компонента для автомобильных бензинов в результате каталитических превращений низкооктановых бензиновых фракций, вырабатываемых при прямой перегонке и крекинге. Основная продукция этого процесса – ка-

тализат, используемый в качестве высокооктанового компонента автомобильного бензина. Его выход составляет до 85%.

Существуют и другие процессы получения высокооктановых компонентов бензинов. Полученные при различных процессах компоненты не используются в качестве готовой товарной продукции. Завершающим этапом приготовления топлив и других материалов является очистка дистиллятов, компаундирование (смещение) различных компонентов и добавление присадок, улучшающих те или иные свойства топлив и смазочных материалов.

## **1.2. Эксплуатационные требования, предъявляемые к топливам**

В качестве источников тепловой энергии для двигателей внутреннего сгорания применяют в основном бензин и дизельное топливо. Эксплуатационные свойства бензина и дизельного топлива зависят от их химического состава и физических свойств, что, в свою очередь, определяется качеством нефти, технологий ее переработки, очистки от асфальтенов, а также наличием в топливах присадок (например, антидетонаторов в бензине) или специальных добавок (понижающих температуру застывания и обеспечивающих мягкую работу двигателя и др.).

Требования, предъявляемые к качеству топлива, определяются типом двигателя, его конструкцией, природно-климатическими условиями эксплуатации. Надеж-

ная и эффективная работа карбюраторного двигателя будет обеспечена только в том случае, если бензин удовлетворяет следующим эксплуатационным требованиям:

- имеет высокие карбюраторные свойства, то есть образует такую горючую смесь по ее составу, которая обеспечивает легкий пуск двигателя и его устойчивую работу на всех режимах;

- не вызывает детонацию двигателя на всех режимах работы, то есть обладает высокой детонационной стойкостью;

- образует возможно меньшее количество образования отложений в виде лаков в топливном баке, топливоподающей аппаратуре и нагаров на горячих деталях;

- обладает высокой стабильностью, т.е. длительное время сохраняет неизменными состав и свойства при хранении, перекачках и транспортировке;

- не вызывает коррозию резервуаров, топливных баков, трубопроводов, элементов конструкции топливного насоса и карбюратора, а продукты его сгорания – деталей двигателя и его систем;

- теплота сгорания горючей смеси достаточно высока.

Надежная и экономичная работа дизеля возможна только при правильном подборе сорта топлива, установке оптимального угла опережения впрыска, когда наибольшее давление от горения получается через 3–5° коленчатого вала после ВМТ и догорание еще происходит несколько градусов (10–15°) во время рабочего процесса. В противном случае падает мощность двигателя, отработавшие газы становятся черными. Топливо для дизельных двигателей должно отвечать следующим эксплуатационным требованиям:

- иметь хорошую прокачиваемость насосами топливной системы при различных температурах окружающей среды;
- иметь хороший распыл, смесеобразование и воспламеняемость;
- обладать соответствующей кинематической вязкостью;
- не содержать сернистых соединений, органических и минеральных кислот, воды и механических примесей;
- при сгорании выделять возможно большее количество теплоты;
- быть стабильным и не менять свои свойства при переливах, транспортировке и длительном хранении.

К числу эксплуатационных свойств топлива относятся и такие свойства, как пусковые, защитные, противозносные и другие.

При изменении показателей свойств топлива происходит нарушение работы двигателя. Так при снижении октанового числа бензина проявляется детонация, которая сопровождается металлическим стуком в цилиндрах, вибрацией двигателя и его перегрева, дымным выхлопом и снижением мощности. При уменьшении цетанового числа дизтоплива ниже 40 ухудшаются пусковые качества и пуск двигателя затруднен.

При изменении фракционного состава жидкого топлива (повышении температуры вскипания 10% и других фракций) запуск двигателя затрудняется, особенно при низкой температуре окружающей среды. Снижается

скорость прогрева холодного двигателя, ухудшается приемистость двигателя и повышается дымность в работе.

При увеличении содержания фактических смол образуется нагар в камере сгорания двигателя, повышается отложение лаков в каналах и трубопроводах системы питания и закоксовываются распылители форсунок, а на электродах свечей образуется нагар.

При повышении температуры помутнения и замерзания топлива ухудшается подача и процесс смесеобразования в цилиндрах, не запускается, глохнет двигатель.

При попадании в топливо механических примесей повышается нагрузка на фильтрующие элементы двигателя и в конечном итоге повышается износ цилиндропоршневой группы и топливной аппаратуры (особенно дизелей). Вода в топливе снижает теплотворную способность топлива и вызывает перебои в работе двигателя из-за ухудшения процесса горения, а в зимнее время приводит к забиванию фильтрующих элементов кристаллами льда.

При повышении содержания серы в топливе в процессе горения образуются окислы, которые при взаимодействии с влагой превращаются в серную кислоту, вызывая постоянную коррозию, а в зоне высоких температур окислы вызывают металлогазовую коррозию.

### **1.3. Бензины**

Бензины – это сложная смесь легких ароматических, нефтяных, парафиновых углеводородов и их производных с числом углеродных атомов от 4–5 до 9–10, средней молекулярной массы около 100, выкипающая при температуре в пределах от +35°С до +200°С. Бензины – легко воспламеняющиеся бесцветные или слегка желтые (без специальных добавок) жидкости, температура вспышки минус 20–40°С, застывание ниже минус 60°С. Кинетическая вязкость примерно вдвое меньше, чем у воды. Основную массу бензина получают при переработке нефти (прямая перегонка, термический и каталитический крекинг) или нефтяных газов. Очень небольшое количество вырабатывают из смол твердых видов топлива (сланцы, каменный и бурый уголь).

Наиболее важным показателем, характеризующим эксплуатационные свойства бензинов, является его детонационная стойкость (детонация – взрывное сгорание). Детонационная стойкость бензинов выражается в октановых числах (ОЧ), определяемых на специальных одноцилиндровых установках моторным или исследовательским методом, а также методом детонационных испытаний на автомобильных двигателях в стендовых и дорожных условиях. Октановое число бензина равно количеству изооктана в смеси с n-гептаном, называемой эталонной смесью, эквивалентной по детонационной стойкости испытываемому бензину.

Чем выше степень сжатия двигателя, тем выше требования к антидетонационным свойствам бензина и одновременно тем выше удельные мощностные показатели двигателя и топливная экономичность. Однако последнее

качество достигается только при хорошем техническом состоянии, правильной регулировке всех систем двигателя и машины в целом и соблюдении режимов эксплуатации.

Применение на двигателях бензина с октановым числом, меньшим требуемого, недопустимо, так как это приводит к возникновению детонации в цилиндрах, которая может вызвать перегрев двигателя, привести его к ускоренному износу и повышению расхода бензина, а также и к серьезным нарушениям в работе двигателя и даже отказам из-за прогара прокладки головки блока цилиндров, детонационного разрушения днищ поршней и т.д.

Использовать в двигателе бензин с октановым числом выше требуемого также не следует, так как это приведет к увеличению теплонапряженности двигателя и возможного прогара выпускных клапанов, а главное – такое нерациональное применение высокооктанового бензина убыточно.

Другим важным показателем качества бензина, во многом определяющим экономичность работы двигателя, является его фракционный состав.

Температуры начала вскипания бензина и выкипания 10% определяют уровень пусковых свойств бензина, его склонность к образованию паровых пробок в системе питания двигателя, вероятность обледенения карбюратора. Температура выкипания 50% бензина характеризует скорость прогрева холодного двигателя, динамику разгона автомобиля, устойчивость его работы на холостом ходу. Температуры выкипания 90% и конца кипения бензина определяют содержание в бензине тяжелых фракций.



С увеличением значений этих температур распределение топливовоздушной смеси по цилиндрам двигателя характеризуется все большей неравномерностью из-за увеличения неиспарившейся жидкой пленки на стенках впускного коллектора двигателя. Тяжелые бензиновые фракции, не сгоревшие в камере, образуют конденсат и смывают масло со стенок цилиндра, что приводит к повышенному износу двигателя. Попавший в картер бензин разжижает масло и ухудшает его эксплуатационные свойства. Все перечисленные факторы резко снижают экономичность двигателя и его ресурс.

Если бензин по какому-либо из показателей фракционного состава не соответствует условиям эксплуатации автомобиля, то затруднения при пуске, продолжительные прогревы двигателя, его неустойчивая работа на холостом ходу в целом могут увеличить расход бензина на 30–50%.

Фракционный состав бензина взаимосвязан с его плотностью. Поэтому определение плотности введено в технические требования на бензин АИ-93, хотя пока и не нормируется. Обоснование норм допустимой плотности бензинов будет способствовать улучшению учета расхода и потерь бензина при сливно-наливных операциях, транспортировке, хранении, приеме и выдаче.

Экономичность двигателя во многом зависит от склонности применяемых бензинов к образованию отложений во впускной системе, так как смолистые отложения на стенках впускного трубопровода создают дополнительное сопротивление на всасывании и нарушают работу впускных клапанов. В результате во впускном коллекторе

замедляется процесс испарения бензина, ухудшается наполнение цилиндров, двигатель теряет мощность и экономичность. Склонность бензинов к образованию отложений характеризуется таким показателем, как концентрация фактических смол, который является одним из важнейших при оценке качества бензина.

Значительное ухудшение эксплуатационных характеристик двигателя, в том числе его экономичности, вызывает повышенное нагарообразование в камере сгорания и на деталях цилиндропоршневой группы, которое зависит от концентрации в бензине этиловой жидкости, сернистых и смолистых соединений, а также ароматических и непредельных углеводородов.

Этиловые жидкости добавляются в бензины, поэтому они называются этилированными.

В табл. 1 приведен состав компонентов наиболее распространенных этиловых жидкостей марок: Р-9; 1-ТС и П-2. Основными компонентами жидкостей является тетраэтилсвинец.

Таблица 1

Состав этиловых жидкостей, %

Компоненты	Химическая формула	Состав жидкости		
		Р-9	1-ТС	П-2
Тetraэтилсвинец	$P_8(C_2H_5)_4$	54,0	58,0	55,0
Этил бромистый	$C_2H_5Br$	33,0	-	-
Диброметан	$C_2H_4Br_2$		36,0	-

Дибромпропан	$C_3H_6Br_2$	-	-	34,4
Альфа-моноклор-нафталин	$C_{10}H_7Cl$	6,8	-	5,5
Красящее вещество	-	0,1	0,5	0,1
Наполнитель (бензин Б-70)	-	6,1	5,5	5,0

К недостаткам этиловых жидкостей можно отнести низкую температуру кипения бромистого этила (+34°C), а диброметан кристаллизуется при минус 8°C. Более стабильна жидкость П-2, у которой дибромпропан кипит при +141°C, а кристаллизуется при минус 55°C.

Этилированные бензины по своей склонности к нагарообразованию превышают неэтилированные примерно в два раза. Еще больше это отрицательное явление проявляется при эксплуатации автомобилей на этилированном бензине в жарких климатических районах или после длительного хранения бензина. Происходит это вследствие наличия в бензине значительного количества продуктов окисления и больших потерь из бензина летучего бромистого этила, входящего в состав этиловой жидкости Р-9 и играющего роль выносителя свинца из камеры сгорания двигателя.

В жарких климатических районах потери выносителя в этилированных бензинах достигают 70–80%, от чего резко возрастает количество свинцовистых отложений на деталях камеры сгорания двигателя, особенно на рабочих поверхностях выпускных клапанов, что вызывает прорыв горячих газов из цилиндров, снижение коэффициента наполнения и в конечном итоге приводит к потере мощ-

ности двигателя и перерасходу бензина. Ресурс двигателей при этом снижается на 20%, а перерасход бензина возрастает на 10–15%.

Отечественная этиловая жидкость П-2, содержащая в своем составе нелетучий выноситель дибромпропан, лишена отмеченных недостатков. На экономичность двигателя оказывает заметное влияние состав антидетонационной присадки. Так, входящий в состав антидетонационной жидкости тетраметилсвинец, в отличие от тетраэтилсвинца, позволяет снизить эксплуатационный расход бензина на 4% за счет сглаживания неравномерности распределения детонационной стойкости по легким и тяжелым фракциям бензина и возможности установки более раннего угла опережения зажигания.

Многочисленными испытаниями установлено, что содержание ароматических углеводородов в автомобильных бензинах не должно превышать 40%. Повышение концентрации в бензине сернистых соединений также способствует увеличению его нагарообразующей способности. Отрицательное влияние сернистых соединений в бензинах обусловлено также образованием при их сгорании в составе отработавших газов  $\text{SO}_2$  и  $\text{SO}_3$ , которые вызывают коррозию деталей двигателя. Это может привести к сокращению его ресурса, ухудшению технического состояния и снижению мощностных и экономических показателей.

Большое практическое значение имеет стабильность эксплуатационных свойств бензина при хранении. В этом случае наиболее нестабильные углеводороды, входящие в состав бензина, окисляются кислородом воздуха. В резуль-

тате происходит накопление растворимых и нерастворимых в бензине смолистых кислородосодержащих соединений, являющихся причиной повышенного нагарообразования во впускной системе двигателя, забивки топливных фильтров и жиклеров карбюратора. Скорость накопления таких продуктов в бензине зависит от его углеводородного состава и условий хранения: температуры, степени заполнения бака или резервуара топливом, площади поверхности контакта бензина с воздухом и т.д.

Описанное явление регламентируется такими показателями химической стабильности бензина, как индукционный период и концентрация фактических смол. К показателям качества бензина, наиболее склонным к ухудшению в условиях хранения, относятся также фракционный состав, а для этилированного – содержание тетраэтилсвинца, выносителя свинца и октановое число. Отклонение значений указанных показателей качества бензина от требований стандарта в основном и определяет предельно допустимые сроки его хранения в различных температурных и климатических условиях, после чего необходимо исправление его качества путем смешения со свежеработанным бензином одноименной марки, а это связано с большими трудовыми и материальными затратами. Поэтому для повышения химической стабильности бензинов на заводах в них вводят антиокислительные присадки.

Техническими условиями наличие визуально наблюдаемых механических примесей и воды в бензинах не допускается. Указанные загрязнения нарушают нормальную работу системы питания двигателя, вызывая засорение топ-

ливных жиклеров карбюраторов, повышенный износ цилиндропоршневой группы, что в конечном итоге может привести к значительному увеличению расхода топлива.

В соответствии с требованиями стандарта ГОСТ Р 51105-97 «Топлива для двигателей внутреннего сгорания. Неэтилированные бензины» автомобильные бензины выпускаются следующих марок: Нормаль-80 (А-76), Регуляр-91 (АИ-92), Премиум-95 (АИ-95) и Супер-98 (АИ-98). В России большая часть бензина выпускается по требованиям стандарта Р 51105-97, разработанного с учетом рекомендаций европейского стандарта EN-228-1987, но и старый менее жесткий ГОСТ 2084-77 пока что в силе.

По ГОСТу Р 51105-97 каждая марка бензина делится по испаряемости на пять классов в зависимости от конкретного климатического района.

В табл. 2 приведены основные требования к автомобильным бензинам, в том числе и с улучшенными экологическими свойствами.

Сущность моторного метода (м.м.) определения октанового числа (ОЧ) бензина заключается в следующем: путем изменения в стационарных условиях степени сжатия и нагрузки специально оборудованного двигателя достигается начало детонационного сгорания топливно-воздушной смеси, после чего бензин сливается и обеспечивается работа этого двигателя на смеси изооктана и гептана при различном их процентном содержании. Когда достигается такое же начало детонационного сгорания, как при использовании исследуемого бензина в топливно-воздушной смеси, эксперимент завершается и произво-

дится анализ процентного соотношения органических веществ в смеси изооктана и n-гептана в данный момент. Процент изооктана показывает ОЧ исследуемого бензина (например, для бензина марки А-76 ОЧ=76, а А-80 ОЧ=80). В обозначении бензина этот метод не указывается.

Таблица 2

Требования к автомобильным бензинам

Марки бензинов	Детонационная стойкость (ОЧ)		Концентрация свинца, г/дм <sup>3</sup> , не более	Массовая доля серы, %, не более	Объемная доля бензола, %, не более	Содержание МГБЭ, %, не более	Концентрация железа*, г/дм <sup>3</sup> , не более
	по моторному методу, не менее	по исследовательскому методу, не менее					
По ГОСТу Р 51105-97							
Нормаль-80	76,0	80,0	0,01	0,05	5,0	15	0,03
Регулятор-91	82,5	91,0	0,01	0,05	5,0	15	0,03
Премиум-95	85,0	95,0	0,01	0,05	5,0	15	0,03
Супер-98	98,0	98,0	0,01	0,05	5,0	15	0,03
По ТУ 38.401-58-171-96 на автомобильные бензины с улучшенными экологическими свойствами							
АИ-80 ЭК	76,0	80,0	0,01	0,05	3,0	15	0,03
АИ-92 ЭК	83,0	92,0	0,01	0,05	3,0	15	0,03
АИ-95 ЭК	85,0	95,0	0,01	0,05	5,0	15	0,03
АИ-98 ЭК	88,0	98,0	0,01	0,05	5,0	15	0,03

\* В соответствии с ТУ 38.401-58-171-94

При исследовательском методе (и.м.) детонационная стойкость бензина определяется при неустановившихся режимах, то есть условиях, приближенных к реальной эксплуатации (трогание с места, разгон и ускорение) автомобиля. В обозначении марки бензина указывается, что использовали метод определения октанового числа (АИ-93, А-бензин автомобильный, исследовательский метод определения октанового числа, ОЧ = 93). Разность между численным значением ОЧ и.м. и ОЧ м.м. составляет 4–10 единиц, характеризует чувствительность бензина к режимам работы двигателя.

Для малой авиации нефтеперерабатывающие заводы России выпускают авиационные бензины марок Б-100/130, Б-95/130 и Б-91/115. Первая цифра (числитель) отображает значение детонационной стойкости по исследовательскому методу, а вторая – сортность. Отличительной особенностью этих марок бензина является и то, что они содержат в 25–30 раз больше свинца, чем у автомобильных, а кривая фракционной разгонки – более круче (конец кипения они имеют +180°С, а автомобильные +195–205°С).

Авиационные бензины запрещены для использования автомобильным транспортом по причине высокого в них содержания свинца, который вызывает образования нагара в камере сгорания двигателя, выпускных клапанах и седлах, а также выброс свинца в окружающую среду (наносит большой вред экологии, так как свинец является канцерогеном).



При сгорании бензина в двигателе образуются и другие химические вещества, оказывающие вредные воздействия на человека и природу.

Оксид углерода CO (угарный газ) образуется в результате неполного сгорания углерода в бензине. Это ядовитый газ без цвета и запаха. При вдыхании связывается с гемоглобином крови, вытесняя из нее кислород, в результате чего наступает кислородное голодание, оказывающее отрицательное влияние на центральную нервную систему.

Диоксид углерода CO<sub>2</sub> (углекислый газ) обладает наркотическим действием, раздражающе действует на кожу и слизистую оболочку. Выброс CO<sub>2</sub> автомобилями вносит свой вклад в усиление парникового эффекта и кислотные осадки, вызывающие разрушение строительных материалов и другие нежелательные последствия.

Альдегиды относятся к отравляющим веществам, раздражающе действующим на глаза, дыхательные пути, поражающим центральную нервную систему, почки и печень.

Канцерогенные вещества (в частности бензопирен) чрезвычайно опасны для человека даже при малой концентрации, поскольку обладают свойством накапливаться в организме до критических концентраций.

Сажа приводит к окрашенности отработанных газов двигателя автомобиля: чем больше сажи, тем чернее дым. Как любая мелкая пыль, сажа действует на организм дыхания, но главная опасность заключается в том, что на поверхности частиц сажи адсорбируются канцерогенные вещества.

Оксид азота  $\text{NO}_2$  образуется при сгорании любых видов топлива – природного газа, угля, бензина, мазута. Приблизительно 90% годового выброса в атмосферу оксидов азота – результат сжигания ископаемого топлива, половина этого количества выбросов приходится на автотранспорт.

Углеводороды  $\text{C}_n\text{H}_m$  – несгоревшие химические составляющие топлива. Выбросы этих токсичных веществ на перекрестках и у светофоров во много раз больше, чем при движении по магистрали. Вместе с диоксидом азота под действием солнечного света образуются вторичные загрязняющие вещества.

В Мировом законодательстве, в частности в нормативно-правовых актах США, делается акцент на разработку и применение нового экологически чистого автомобильного топлива. Как отмечается в публикациях, выдвинутые агентством по охране окружающей среды США требования по разработке экологически чистых автомобильных топлив нового состава с уменьшенным содержанием ароматических углеводородов и серы, а также со сниженной эмиссией вредных веществ представляют собой серьезную проблему для нефтепереработчиков, решение которой потребует дополнительных капиталовложений. В настоящее время решение по улучшению экологической ситуации заключается в производстве неэтилированного бензина с кислородосодержащими присадками.

В двигателях современных грузовых автомобилей применяют бензин А-76, легковых – АИ-93, АИ-95 и др.

Бензин А-76 готовят на основе компонентов вторичной переработки нефти: продуктов каталитического риформинга, каталитического и термического крекинга с добавлением легкого бензина прямой перегонки. Его применяют в двигателях ЗМЗ-66, ЗИЛ-130 и их модификациях, устанавливаемых на автомобилях ГАЗ-66, ЗИЛ-130, УАЗ-469 и другой технике.

Бензин АИ-93 готовят на основе каталитического риформинга с добавлением прямогонных бензиновых фракций, толуола, алкилбензина (алкилата), бутанбутилена. В некоторых случаях в бензин добавляют высокооктановые компоненты: алкилбензол и изопентан. Бензин АИ-93 применяют в двигателях легковых автомобилей заводов ВАЗ, АЗЛК и ГАЗ.

Бензины АИ-98 и Супер-98 предназначены для форсированных двигателей легковых автомобилей большого и высшего классов, таких, как «Чайка» и ЗИЛ и иностранного производства.

#### **1.4. Дизельное топливо**

Наибольшее применение на автотракторной технике находит дизельное топливо. Практически все тракторы, зерноуборочные и др. комбайны, дорожные машины, большая часть тяжелых грузовых автомобилей оснащены дизельными двигателями.

Условия смесеобразования и воспламенения топлива в дизелях отличается от таковых в карбюраторных двигателях. Преимуществом первых является возможность осуществления высокой степени сжатия (до 18 МПа в быстроходных дизелях), вследствие чего удельный расход топлива в них на 25–30% ниже, чем в карбюраторных двигателях. В то же время дизели отличаются большими габаритами и сложностями в изготовлении. По экономичности и надежности работы дизели успешно конкурируют с карбюраторными двигателями.

Промышленность в соответствии с требованиями ГОСТ 305–82 для различных условий применения вырабатывает топливо трех марок: Л – летнее, для использования при положительной температуре; З – зимнее, для эксплуатации при температуре окружающего воздуха до  $-20^{\circ}\text{C}$ . В тех случаях, когда двигатели эксплуатируют при температуре до  $-35^{\circ}\text{C}$ , используют зимнее топливо с температурой застывания не выше  $-45^{\circ}\text{C}$ ; А – арктическое, для эксплуатации при температуре окружающего воздуха до  $-50^{\circ}\text{C}$ , с температурой застывания не выше  $-55^{\circ}\text{C}$ .

В стандартах на дизельное топливо, кроме температуры застывания, подвергают нормированию температуру помутнения, при которой топливо теряет фазовую однородность. Для летних сортов топлива она не выше  $-5^{\circ}\text{C}$  (температура застывания  $-10^{\circ}\text{C}$ ), для зимних – на  $10^{\circ}\text{C}$  выше температуры застывания ( $-25^{\circ}\text{C}$  и  $-35^{\circ}\text{C}$ ). Для обеспечения надежной работы необходимо, чтобы температура помутнения была на  $6-8^{\circ}\text{C}$ , а застывания – на  $10-15^{\circ}\text{C}$  ниже температуры окружающего воздуха.

В зависимости от содержания серы вырабатывают дизельное топливо двух видов: I – содержание серы не более 0,2%; II – содержание серы не более 0,5% (для арктического – 0,4%).

Температура вспышки, когда пары топлива в смеси с воздухом вспыхивают при контакте с открытым источником огня. Наиболее известным способом измерения температуры вспышки является определение ее в закрытом тигле по Пенски-Мартенсу в соответствии с ASTM D93 или ГОСТ 6356-78. Для топлива марки Л температура вспышки должна быть не ниже +40°C, марки З – не ниже +35°C.

В условные обозначения марок летнего топлива для высокооборотных дизелей входят массовая доля серы и температура вспышки, зимнего – количество серы и температура застывания: Л – 0,5-40 – летнее топливо с содержанием серы до 0,5% и температурой вспышки в закрытом тигле по Пенски-Мартенсу не менее 40°C; З – 0,2-35 – зимнее топливо с содержанием серы до 0,2% и температурой застывания не выше -35°C. В условном обозначении арктического топлива указывают только массовую долю серы: А-0,4 или А-0,2.

В топливе для высокооборотных дизелей не допускается наличие механических примесей. При их накоплении в процессе перевозки, хранения, приемно-отпускных операций при любой температуре окружающего воздуха может нарушаться нормальная подача и процесс смесеобразования. Это происходит в результате засорения фильтров тонкой очистки, нарушения нормальной работы насоса высокого давления, засорения отверстий распылителей форсунок и др. И конечно, при использовании за-

грязненного топлива снижается долговечность двигателя, повышается износ многих деталей. В результате износа увеличиваются зазоры в прецизионных парах топливного насоса, падает мощность, растет расход топлива.

Зимние сорта топлива в сравнении с летними имеют облегченный фракционный состав – 96% топлива выкипает при температуре не выше +340°C (летние – не выше +360°C) и меньшую кинематическую вязкость (1,8–3 мм<sup>2</sup>/с), которая нормируется при температуре +20°C (летние – 3–6 мм<sup>2</sup>/с).

Характер изменения вязкости для всех нефтепродуктов одинаков (с повышением температуры вязкость уменьшается, а с понижением – возрастает, особенно интенсивно при отрицательной температуре), а абсолютное изменение зависит от химического состава. Наиболее заметно изменение температуры влияет на вязкость летних сортов. Изменение вязкости относительно нормируемых значений (как уменьшение, так и увеличение) оказывает отрицательное влияние на работу двигателя.

Чем выше значение вязкости при температуре +20°C, указанной в паспорте качества, тем сильнее изменения, происходящие при понижении температуры. Летние сорта загустевают уже при температуре минус 5–10°C, поэтому возрастает сопротивление движению топлива по трубопроводам, особенно высокого давления. При значительном повышении вязкости нарушается нормальная работа топливоподающей аппаратуры, иногда подача прекращается. Зимние сорта сохраняют подвижность до более низкой температуры (минус 25–35°C).

Если значение вязкости становится ниже нормируемого, то это приводит к увеличению износа деталей топливоподающей системы, повышению расхода топлива, уменьшению долговечности работы двигателя. В высокооборотных дизелях топливо является не только источником получения энергии, но и смазочным веществом для прецизионных пар топливного насоса. Чем ниже вязкость, тем хуже смазывающие свойства и больше износ деталей. Особенно заметно это проявляется при недостаточно высоком давлении распыла (до 15–20 МПа). Если значение вязкости достигает 6–7 мм<sup>2</sup>/с и более при температуре 20°С, то ухудшаются процесс смесеобразования, испаряемость и полнота сгорания, смесь догорает при такте расширения, двигатель дымит, расход топлива возрастает, мощность падает. На процесс смесеобразования и полноту сгорания также отрицательно влияют утяжеление фракционного состава, увеличение плотности и поверхностного натяжения.

Ниже приведена зависимость подачи топлива насосом от температуры топлива:

температура топлива, °С	+10	-30	-40	-50;
подача насоса, кг/ч	850	830	810	300.

При уменьшении вязкости количество дизельного топлива, просачивающегося между плунжером и втулкой, возрастает, в результате снижается подача насоса. Перевод двигателя на топливо с меньшей плотностью и вязкостью может привести к прогару головок поршня, в связи с чем требуется регулировка топливной аппаратуры. При работе топливной аппаратуры на газоконденсатном дизельном

топливе без регулировки происходит уменьшение цикловой подачи топлива до 1% и снижение максимального давления топлива в трубопроводе высокого давления на 10–15%. Период задержки впрыска увеличивается на 2–4° поворота коленчатого вала.

Воспламеняемость дизтоплива, зависящую от его химического состава, оценивают цетановым числом. Его устанавливают методом сравнения процесса горения испытуемого топлива с эталонным. В качестве эталонов приняты углеводороды: цетан и альфаметилнафталин. Первый обеспечивает мягкую работу двигателя, его цетановое число принято за 100 ед., второй очень трудно окисляется и воспламеняется, его цетановое число принято за 0. Цетановым числом топлива называют процентное содержание цетана в искусственно приготовленной смеси, которая состоит из цетана и альфаметилнафталина и по характеру сгорания равноценна испытуемому топливу.

Для дизельного топлива всех марок цетановое число не должно быть ниже 45. При этом двигатель запускается легко и быстро, период задержки самовоспламенения невелик, давление на 1° поворота коленчатого вала нарастает плавно. Иногда для повышения цетанового числа в топливо добавляют до 1% присадки (изопропилнитрат). Использование топлива с цетановым числом выше 50 нецелесообразно, так как процесс сгорания практически не улучшается. Чем выше частота вращения коленчатого вала, тем большее влияние оказывают физико-химические свойства топлива на процессы подачи, смесеобразования, воспламенения, полноту сгорания.



Чем выше цетановое число топлива, тем быстрее произойдут процессы предварительного окисления его в камере сгорания, тем скорее воспламенится смесь и запустится двигатель. Ниже приведены данные по влиянию цетанового числа на время запуска двигателя:

Цетановое число, ед.:	53;	38
Время запуска, с:	3;	45–50.

Цетановое число топлива зависит от его углеводородного состава. Наиболее высокими цетановыми числами обладают нормальные парафиновые углеводороды, причем с повышением их молекулярной массы оно повышается, а по мере разветвления – снижается. Самые низкие цетановые числа в ароматических углеводородах, не имеющих боковых цепей; ароматические углеводороды с боковыми цепями имеют более высокие цетановые числа и тем больше, чем длиннее боковая парафиновая цепь. Непредельные углеводороды характеризуются более низкими цетановыми числами, чем соответствующие им построению парафиновые углеводороды. Нафтеновые углеводороды обладают невысокими цетановыми числами, но большими, чем ароматические углеводороды. Чем выше температура кипения топлива, тем выше цетановое число, и эта зависимость носит почти линейный характер; лишь для отдельных фракций цетановое число может снижаться, что объясняется их углеводородным составом.

Применение топлив с цетановым числом менее 40 приводит к жесткой работе двигателя, а более 50 – к увеличению удельного расхода топлива из-за уменьшения полноты сгорания. Летом можно применять топливо с цетановым числом 40,

а зимой для обеспечения холодного пуска двигателя – с цетановым числом не менее 45. Цетановое число и низкотемпературные свойства топлива – это взаимосвязанные величины: чем лучше низкотемпературные свойства топлива, тем ниже его цетановое число. Так топливо с температурой застывания ниже – 45°С характеризуется цетановым числом около 40.

Установление оптимальных цетановых чисел имеет большое практическое значение, поскольку с углублением переработки нефти в состав дизельного топлива будут вовлекаться легкие газойли каталитического крекинга, коксования и фракции, обладающие относительно низкими цетановыми числами. Бензиновые фракции также имеют низкие цетановые числа, и добавление их в дизельное топливо всегда заметно снижает цетановое число последнего. Европейским стандартом на дизельное топливо установлен нижний предел цетанового числа – 48 единиц.

Облегчение фракционного состава топлива, например, добавкой бензиновых фракций, может привести к жесткой работе двигателя, что объясняется тем, что к моменту самовоспламенения топливно-воздушной смеси в цилиндре двигателя накапливается большое количество паров топлива и горение сопровождается чрезмерным повышением давления и стуками в двигателе.

При испытаниях дизельного топлива утяжеленного фракционного состава с температурой конца кипения на 30°С выше, чем у стандартного летнего топлива, отмечен повышенный расход топлива в среднем на 3% и увеличение дымности отработавших газов в среднем на 10%. Одной из основных причин повышения расхода топлива яв-

ляется более высокая вязкость топлива утяжеленного фракционного состава.

Расход топлива зависит не только от температуры конца его кипения, но и от 50%-ой точки перегонки. Для летних дизельных топлив, полученных перегонкой нефти, 50%-ая точка выкипания находится в пределах +260–280°C (наиболее типичные значения +270–280°C), для зимних марок дизельных марок топлив она составляет +240–260°C.

Коррозионная активность топлива для высокооборотных дизелей невысока, так как водорастворимых кислот и активных сернистых соединений нет, а количество органических кислот в соответствии со стандартом не превышает 5 мг/100 мл. Содержащиеся неактивные сернистые соединения имеют нейтральную реакцию и на металл не действуют. Наличие воды в топливе не допускается, но при неправильном хранении, транспортировке, приемно-отпускных операциях она может накапливаться. Вода приносит очень большой вред: в теплое время года увеличивается коррозия; при отрицательной температуре образуются кристаллики льда, ухудшающие прокачиваемость и работу фильтрующих элементов; в присутствии воды и нафтеновых кислот в топливе образуются студенистые осадки, забивающие фильтры, накапливающиеся на деталях топливopодающей системы.

В табл. 3 приведены основные показатели качества различных марок дизельного топлива.

Способность топлива не забивать фильтры оценивают коэффициентом фильтруемости. Его определяют, последовательно пропуская через бумажный фильтр 10 порций топлива объемом по 2 мл, как отношение времени фильтрации последних 2 мл топлива ко времени истечения первых 2 мл.

В соответствии со стандартом коэффициент фильтруемости не должен быть более 3. При загрязнении и обводнении топлива коэффициент фильтруемости значительно возрастает.

Продукты сгорания дизельного топлива всегда коррозионно агрессивны. Образующиеся при горении дизельного топлива соединения серы  $\text{SO}_2$  и  $\text{SO}_3$  вызывают в зоне высокой температуры газовую коррозию. Вода, выделяющаяся при горении водорода топлива, и влага, находящаяся в топливо-воздушной смеси в виде пара, присутствуют в продуктах сгорания. При охлаждении ниже  $100^\circ\text{C}$  водяной пар конденсируется, растворяет сернистый газ  $\text{SO}_2$  и серный ангидрид  $\text{SO}_3$  с образованием сернистой  $\text{H}_2\text{SO}_3$  и серной  $\text{H}_2\text{SO}_4$  кислот, вызывающих сильную жидкостную коррозию.

Таблица 3

Показатели качества дизельных топлив (ГОСТ 305-82)

Показатель	А	З	Л
Цетановое число (ГОСТ 3122-67), не менее	45	45	45
Фракционный состав (ГОСТ 2177-82):			
50% перегоняют при температуре, $^\circ\text{C}$ , не выше	255	280	280
96% перегоняют при температуре, $^\circ\text{C}$ , не выше	330	340	360
Кинематическая вязкость (ГОСТ 33-82) при температуре $20^\circ\text{C}$ , $\text{мм}^2/\text{с}$	1,5-4	1,8-5	3-6
Кислотность (ГОСТ 5985-79), мг КОН на $100\text{ см}^3$ топлива, не более	5	5	5
Зольность (ГОСТ 1461-75), %, не более	0,01	0,01	0,01
Содержание:			
фактических смол (ГОСТ 8489-85), мг/ $100\text{ см}^3$ топлива, не более	30	30	40
механических примесей (ГОСТ 6370-83)	Отсутствуют		
воды (ГОСТ 2477-65)	Отсутствуют		
Температура, $^\circ\text{C}$ вспышки в закрытом тигле (ГОСТ 12.1. 044-84), не ниже:	30	35	40

застывания (ГОСТ 20287-74), не выше помутнения (ГОСТ 5066-56), не выше	(-55)*	-35(-45)	-10
	-	-25	-5
Массовая доля серы, % не более в топливе: вида 1	0,02	0,02	0,02
вида 2	0,05	0,05	0,04
Йодное число (ГОСТ 2070-82), г йода на 100 г топлива, не более	6	6	6
Испытание на медной пластинке (ГОСТ 6321-69)	Выдерживает		
Содержание сероводорода (ГОСТ 17323-71)	Отсутствует		
Плотность (ГОСТ 3900-85) при температуре 20°С, кг/м <sup>3</sup> , не более	830	840	860

\*В скобках приведены данные для холодной климатической зоны.

При движении автомобиля в городских условиях (частые остановки, работа с неполным использованием мощности), когда температура охлаждающей жидкости невысока, создаются условия для конденсации влаги и образования кислот. Движение с перегрузкой (горные условия, карьеры) вызывают сильную газовую коррозию. Наименьшее окисление происходит при умеренном тепловом режиме (работа техники при постоянной нагрузке без перегрева и переохлаждения). Коррозионный износ двигателя зависит также от многих других факторов: типа двигателя, его технического состояния, температуры окружающего воздуха и качества используемых моторных масел.

Склонность топлива к образованию высокотемпературных отложений нормируют рядом показателей, значения которых следующие: зольность – не более 0,01%; отсутствие механических примесей; коксуемость 10% остатка топлива – не более 0,3%; йодное число – не более 6 г йода на 100 г топлива; количество фактических смол для летних сортов – до 40 мг/100 мл, зимних – до 30 мг/100 мл топлива.

Плотность дизельного топлива для марок Л и З при температуре +20°C - не более 860 кг/м<sup>3</sup> и 840 кг/м<sup>3</sup>, соответственно.

Температура самовоспламенения, при которой возникает быстрое нарастание скорости химической реакции, приводящее к воспламенению топлива без постороннего источника зажигания, у летнего топлива равна +300°C, зимнего - +310°C. Этот показатель характеризует взрывоопасность смеси паров топлива в воздухе и воспламеняемость топлива в дизельном двигателе. Температурные пределы воспламенения: у летнего - нижний +69°C, верхний +119°C, у зимнего - соответственно +62°C и +105°C. Крайне нежелательно по экономическим соображениям использовать дизельное топливо зимних марок летом и при положительной температуре окружающего воздуха.

Сократить потери при производстве зимнего дизельного топлива можно введением в топливо депрессорных присадок (в сотых долях %). Добавка депрессорных присадок позволяет снизить предельную температуру фильтруемости на 10-15°C и температуру застывания на 15-20°C. Введение присадок не влияет на температуру вспышки топлива. Это связано с механизмом действия депрессорных присадок, заключающимся в модификации структуры кристаллизующихся парафинов, уменьшение их размеров. При этом общее количество непарафиновых углеводородов не снижается. Последнего можно достичь лишь в результате депарафинизации дизельного топлива.

Дизельное экспортное топливо (ТУ 38.401-58-110-94) вырабатывают для поставок на экспорт содержание серы

0,2% серы. Исходя из требований к содержанию серы, дизельное экспортное топливо получают гидроочисткой прямогонных дизельных фракций. Для оценки его качества по требованию заказчиков определяют дизельный индекс (а не цетановое число, как принято по ГОСТ 305–82). Кроме того, вместо определения содержания воды и коэффициента фильтруемости экспресс-методом устанавливают прозрачность топлива при температуре 10°С.

В табл. 4 приведены показатели экспортного дизельного топлива по ТУ 38.401–58–110–94.

Таблица 4

Характеристика дизельного экспортного топлива

Показатели	Норма для марок	
	ДЛЭ	ДЭЗ
Дизельный индекс, не менее	53	53
Фракционный состав: перегоняется при температуре, °С, не выше:		
50%	280	280
90%	340	330
96%	360	360
Кинематическая вязкость при 20°С, мм <sup>2</sup> /с	3,0 – 6,0	2,7 – 6,0
Температура:		
застывания, не выше	-10	-35
предельной фильтруемости, не выше	-5	-25
вспышки в закрытом тигле, не выше	65	60
Массовая доля серы, % не более, в топливе:		
вида 1	0,2	0,2
вида 2	0,3	-
Испытание на медной пластинке	Выдерживает	
Кислотность, мг КОН/100см <sup>3</sup> топ-	3,0	3,0

лива не более		
Зольность, % не более	0,01	0,01
Коксуемость 10%-ного остатка, %, не более	0,2	0,2
Цвет, ед. ЦНГ, не более	2,0	2,0
Содержание механических примесей	Отсутствие	
Прозрачность при температуре 10°C	Прозрачно	
Плотность при 20°C, кг/м <sup>3</sup> , не более	860	845

Кроме того, с 1981 года вырабатывают зимнее с депрессорными присадками дизельное топливо марки ДЗп по ТУ 38.101889-81. Получают его на базе летнего дизельного топлива с температурой помутнения -5°C.

Для применения в районах с холодным климатом при температурах -25°C и -45°C вырабатывают топлива по ТУ38.401-58-36-92. Согласно техническим условиям получают две марки топлива: ДЗп -15/-25 (базовое дизельное топливо с температурой помутнения -15°C, товарное - с предельной температурой фильтруемости -25°C) и арктическое дизельное топливо ДАп -35/-45 (базовое топливо с температурой помутнения -35°C, товарное - с предельной температурой фильтруемости -45°C).

В 1996 году в Европе введены ограничения на содержание серы в дизельных топливах - не более 0,05%. Таким требованиям отвечают отечественные ТУ 38.1011348-89.

## 1.5. Моторное топливо



В соответствии с требованиями стандарта для средне- и малооборотных дизелей вырабатывают моторное топливо марок ДТ и ДМ высшей категории и ДТ. Топливо этих марок представляет собой смесь дистиллятов с остаточными продуктами (мазутами) прямой перегонки или крекинга. Двигатели, в которых используется такое топливо, эксплуатируют в основном на стационарных и полустационарных установках. Краткая характеристика моторного топлива приведена в табл. 5.

Моторное топливо ДТ применяют для средне- и малооборотных дизелей, не оборудованных специальной системой подогрева и отстоя топлива. Моторное топливо ДМ (мазут) рекомендуется для судовых малооборотных дизелей, так как там можно провести предварительную подготовку топлива. У него высокая температура застывания ( $10^{\circ}\text{C}$ ), поэтому емкости с топливом должны находиться в отапливаемом помещении для обеспечения перекачки по трубопроводам. Подогрев в отстойниках ведут до  $+65\text{--}75^{\circ}\text{C}$ , достаточной для снижения вязкости, осаждения воды и механических примесей.

Таблица 5

Основные показатели моторного топлива

Показатель	Значения показателей		
	ДТ высшей категории	ДТ	ДМ высшей категории
Плотность при $20^{\circ}\text{C}$ , г/см <sup>3</sup> , не более	0,93	0,93	0,97
Вязкость кинематическая при $50^{\circ}\text{C}$ , не более, сСт	20	36	130
Зольность, %	0,02	0,04	0,06

Массовая доля серы, %, не более в топливе:			
малосернистом	0,5	0,5	-
сернистом	1,5	1,5	2,0
Массовая доля воды, %, не более	0,1	0,5	0,5
Температура вспышки в закрытом тигле, °С, не ниже	70	65	85
Температура застывания, °С, не выше	-5	-5	10
Коксуемость, %, не более	3	3	10

## 1.6. Печное топливо

Для снижения расхода дизельного топлива в тепловых установках промышленность производит топливо печное бытовое (ТПБ). На этом топливе хорошо работают паровые и водогрейные котлы, теплогенераторы, зерносушилки, установки для коммунально-бытовых нужд.

В теплицах, на животноводческих фермах и комплексах, птицеводческих фабриках, ремонтных мастерских, станциях технического обслуживания машин и др. широко распространены котлы: КВ-100, 200, 300, «Энергия», «Универсал»; теплогенераторы: ТГ-1, 2, 5, 75, 150; воздухонагреватели: ВТП-400, 600; зерносушилки: СЗСБ-4, СЗШ-8, СЗСБ-8, ЗСПЖ-8, СЭШ-16; агрегаты для приготовления витаминной муки: АВМ-0,4, 1,5 и др. Производительность и надежность их работы на печном бытовом топливе не снижается по сравнению с топливом для быст-

роходных дизелей, но при этом значительно экономится дефицитное дизельное топливо.

В табл. 6 приведена характеристика печного бытового топлива.

Визуально печное топливо – это легкоподвижная малосмолистая жидкость от светло- до темно-желтого цвета. Печное топливо имеет довольно высокую температуру застывания, что ограничивает его использование в холодное время года. Поэтому емкости и распределительные трубопроводы, откуда поступает печное топливо в топки и установки для сжигания, нужно оборудовать в отапливаемом или утепленном помещении.

Таблица 6

Характеристика печного топлива

Показатель	Норма
Кинематическая вязкость при 20°C, мм <sup>2</sup> /с	Не более 5,0
Фракционный состав, °C: 10% вскипает 96% вскипает	Не выше +160 Не выше +360
Температура, °C: вспышки в закрытом тигле застывания	Не ниже +42,0 -15,0
Содержание, %: серы воды механических примесей, водорастворимых кислот и щелочей	0,2-1,0 Следы Отсутствуют
Проба на медную пластинку	Цвет пластины не изменяется

## 1.7. Котельное топливо

В качестве котельного топлива используют высоковязкие остаточные продукты – мазуты, которые получают в основном из сернистой нефти. В табл. 7 приведены физико-химические свойства марок мазутов: флотских и топочных.

Флотские мазуты марок Ф-5 и Ф-12 используют в основном в судовых котельных установках, а топочные марки 40 и 100 – в различных котельных установках общего назначения.

Таблица 7

Характеристика мазутов

Показатели	Флотские		Топочные	
	ф-5	ф-12	40	100
Вязкость, не более: кинематическая, мм <sup>2</sup> /с, (сСт) условная, ВУ	при 50°С		при 80°С	
	36	89	59	118
	5	12	8	16
Зольность, % , не более	0,5	0,10	0,12	0,14
Температура, °С: вспышки, не ниже застывания, не выше	80	90	90	110
	- 5	- 8	10	25
Содержание, %, не более: серы механических примесей воды водорастворимых кислот и щелочей	2,0	0,6	0,5–3,5	0,5–3,5
	0,10	0,12	0,80	1,50
	0,3	0,3	0,3	0,3
	Отсутствуют			

Теплота сгорания мазутов около 40000 кДж/кг. Содержание серы тесно связано с ее количеством в нефти.

При сжигании сернистого топлива наиболее сильной коррозии подвержены те поверхности, где возможна конденсация водяных паров (образование кислот).

Особенно коррозионно-агрессивными являются окислы ванадия ( $V_2O_5$ ). Хотя содержание ванадия в мазутах, как правило, не превышает 0,0005–0,001%, он вызывает интенсивную коррозию металлических поверхностей. Обычно в вязких сернистых мазутах содержание ванадия ближе к верхнему пределу, т.е. качество их хуже. Со значением вязкости тесно связаны также работа насосов и форсунок, скорость перекачивания мазута по трубопроводам.

Высокая температура застывания топочных мазутов, обусловленная большим количеством парафиновых углеводородов, требует специальных условий применения: отапливаемые помещения для хранения, предварительный подогрев перед перекачкой по трубопроводам и др.

## **1.8. Газообразное топливо**

Газообразное топливо нашло широкое распространение во многих отраслях народного хозяйства.

По сравнению с другими видами газообразное топливо обладает следующими преимуществами:

- сгорает с небольшим избытком воздуха, что обеспечивает высокий тепловой к.п.д. и температуру горения;
- при сгорании не образует нежелательных продуктов сухой перегонки и сернистых соединений, копоти и дыма;

- сравнительно легко подводится по трубопроводам к удаленным объектам потребления и может храниться централизованно;

- легко воспламеняется при любой температуре окружающего воздуха;

- сравнительно низкая стоимость добычи;

- может быть использовано в сжатом или сжиженном виде для двигателей внутреннего сгорания;

- при сгорании не образует конденсата, что обеспечивает значительное уменьшение износа деталей двигателя, моторного масла и др.

Газообразное топливо имеет и отрицательные свойства, к которым относятся: отравляющее действие, образование взрывчатых смесей при смешении с воздухом, легкое протекание через неплотности соединений и др. Поэтому при работе с газообразным топливом требуется тщательное соблюдение соответствующих правил техники безопасности.

В зависимости от физических свойств газы могут быть разделены на сжатые и сжиженные. Некоторые газы, обладающие низкой критической температурой, не переходят в жидкое состояние при обычной температуре даже под действием высокого давления. Так, метан до температуры  $-82^{\circ}\text{C}$  находится в газообразном состоянии. При температуре ниже  $-82^{\circ}\text{C}$  метан, под воздействием небольшого избыточного давления, превращается в жидкость, а при охлаждении до  $-161^{\circ}\text{C}$  метан сжижается уже в условиях атмосферного давления. Газы, которые имеют критическую температуру ниже обычных температур их применения, используют в основ-

ном в сжатом виде (при давлении до 20 МПа), поэтому их называют сжатыми газами. Сжиженные – это газы, критическая температура которых выше обычных температур их применения. Такие газы используют в сжиженном виде при повышенном давлении (до 1,5–2,0 МПа).

В табл. 8 приведен вид и состав сжатых газов, используемых для автомобильного транспорта.

Наиболее часто на автомобилях устанавливают цилиндрические баллоны, рассчитанные на рабочее давление 20 МПа. В одном баллоне (емкостью по воде 50 л) находится 10 м<sup>3</sup> газа при температуре 20°С. Масса заполненного баллона составляет около 65 кг, т.е. на 1 м<sup>3</sup> газа приходится приблизительно 6,5 кг. Установка на автомобиль газовых баллонов вызывает снижение полезной грузоподъемности на 12–20%, дальность пробега примерно на 200 км. Мощность двигателя также снижается из-за меньшей теплоты сгорания газозоудушной смеси по сравнению с бензовоздушной и меньшего коэффициента наполнения цилиндров.

Таблица 8

Сжатые газы, состав и показатели

Показатели	Значение показателей для газа		
	Природного	коксового	
		Метани- зирова- ного	Обога- щенного
Теплота сгорания, кДж/м <sup>3</sup> , не менее	29000	27000	22000
Содержание горючих компонентов, %: метана	80–97	> 65	50

водорода	–	–	< 1,2
сероводорода	0,02	0,02	0,02
кислорода	1,0	0,1	0,1
Паров воды в газе находящегося в баллоне, г/м <sup>3</sup> :			
летом	7,0	7,0	7,0
зимой	0,5	0,5	0,5
Октановое число, ед.	94–105	80	80
Бензиновый эквивалент, ед.	0,70–0,80	0,62–0,70	0,59–0,41

По ГОСТ 20448–80 выпускают сжиженные газы трех марок: СПБТЗ – зимняя техническая пропанобутановая смесь для коммунально-бытового потребления, СПБТЛ – летняя техническая пропанобутановая смесь для коммунально-бытового потребления и других целей; БТ – технический бутан для коммунально-бытового потребления.

В табл. 9 приведена характеристика сжиженных газов.

Таблица 9

Сжиженные газы и их показатели

Показатели	Значение показателей для газов, марки		
	СПБТЗ	СПБТЛ	БТ
Массовая доля компонентов, %:			
сумма метана, этана и этилена, не более	4	6	6
пропана и пропилена, не менее	75	Не нормируется	
бутанов и бутиленов, не менее	Не нормируется	–	60
не более	–	60	–
Жидкий остаток, не более, %	1	2	2
Избыточное давление насыщенных паров, МПа:			
при +45°С, не более	1,6	1,6	2,6



при -20°C, не менее	0,16	-	-
Массовая доля сероводорода и меркаптановой серы, %, не более	0,015	0,015	0,015
в том числе сероводорода	0,003	0,003	0,003
Содержание свободной воды и щелочи	Отсутствие		
Октановое число, ед.	120	93	93
Бензиновый эквивалент, ед.	1,05	0,42	0,42

Основными компонентами сжиженных нефтяных газов (ГСН) является пропан и бутан, незначительное количество метана, этана и других углеводородов, которые могут изменять свойство данного топлива. В процессе работы двигателя может образоваться неиспаряемый конденсат, который отрицательно сказывается на работу газовой аппаратуры. Этан обладает повышенным, по сравнению с пропаном, давлением насыщенных паров, что оказывает положительное влияние на поддержание давления в баллоне при отрицательных температурах и может оказать отрицательное влияние при положительных температурах.

Правилами № 67 ЕЭКООН (Европейский Экономический Комитет ООН) предусмотрена установка автоматического устройства, ограничивающего наполнения баллона до 80% его емкости. Данное требование объясняется большим коэффициентом объемного расширения жидкой фазы, который для пропана составляет 0,003, а для бутана 0,002 на 1°C повышения температуры газа. Для сравнения: коэффициент объемного расширения пропана в 15 раз, а бутана в 10 раз, больше, чем воды.

Большое значение в изменении объема газа при его испарении имеет плотность пропана в жидком и газообраз-

ном состоянии. При испарении одного литра сжиженного газа образуется около 250 литров газообразного. Таким образом, даже незначительная утечка может быть очень опасной, так как объем газа при испарении увеличивается в 250 раз. Плотность газовой фазы в 1,5–2,0 раза больше плотности воздуха. Этим объясняется тот факт, что при утечках газ с трудом рассеивается в воздухе, особенно в закрытом помещении. Пары его могут накапливаться в естественных и искусственных углублениях, образуя взрывоопасную смесь.

При эксплуатации автомобилей на ГСН во второй ступени редуктора скапливается значительное количество трудноиспаряющегося маслянистого конденсата. Его образование связано с тем, что при испарении ГСН тяжелые неиспаряемые углеводороды находятся во взвешенном состоянии, а при резком уменьшении давления, скорости и изменении направления движения они выпадают в осадок и скапливаются в нижней части второй ступени редуктора – испарителя. Автомобильный газ не предусматривает наличие жидкого осадка при температуре +40°C. Количество конденсата в редукторе зависит от режима работы двигателя. При работе двигателя на режимах холостого хода и малых нагрузках конденсата выпадает больше, так как скорости газа в редукторе минимальные. При работе двигателя при больших нагрузках тяжелые углеводороды не осаждаются в редукторе, а попадают непосредственно в двигатель. Температура подогрева газа в испарителе практически не влияет на количество конденсата, выпадающего во второй ступени редуктора. Наличие конденсата в редукторе способствует быстрому старению мембранного полотна (особенно в нижней части, где скапливается

конденсат). Значительное его количество изменяет регулировку редуктора, увеличивает токсичность отработанных газов и ухудшает стабильность работы двигателя. Конденсат обладает неприятным запахом, так как в нем скапливается значительное количество адоранта (специальной добавки, позволяющей обнаружить присутствие газа). Для слива конденсата во второй ступени редуктора предусмотрен краник. Вязкость конденсата в значительной мере зависит от его температуры: при температуре +100°C – 7,6 сСт; при температуре +50°C – 27,0 сСт; при температуре +20°C – 131,0 сСт. Поэтому слив конденсата следует производить при прогревом редукторе.

Адарация газа применяется для определения возможных его утечек органами обоняния человека. Для адорации применяется этилмеркаптан ( $C_2H_5SH$ ), представляющий собой неприятно пахнущую жидкость плотностью 0,839 кг/л и с точкой кипения 35°C. Порог чувствительного запаха – 0,00019 мг/л, предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны – 1 мг/м<sup>3</sup>. Во время эксплуатации автомобиля адорант может накапливаться в топливоподающей аппаратуре, выпускном тракте автомобиля, на открытых поверхностях деталей. Выделение адоранта может происходить даже при полностью герметичной газовой системе питания при заправке автомобиля, сливе конденсата из редуктора и, главным образом, с отработавшими газами. Попадание адоранта в салон автомобиля происходит из атмосферы на стоянках через открытые окна и двери, что может вызвать ухудшение состояния человека. Запах адоранта из выхлопной трубы особенно сильно ощущается при повышенной токсично-

сти отработавших газов двигателя. В случаях, когда их токсичность в норме или несколько ниже нормы, запах адоранта практически не ощущается и его накопление в салоне автомобиля не происходит.

При работе двигателей на сжиженном газе мощность снижается значительно меньше, чем при работе на сжатом газе, теплота сгорания пропано-бутановых фракций составляет около 46000 кДж/кг, октановое число находится в пределах 85–100 ед. При работе на газе улучшаются условия работы моторных масел, которые меньше загрязняются различными примесями.

Потерю мощности двигателя при работе на сжиженном газе можно компенсировать за счет повышения степени сжатия.

В результате перевода карбюраторного двигателя на сжиженный газ при оптимальной степени сжатия удельный расход топлива уменьшается на 5–6%. Кроме того, в зависимости от режима работы шум снижается на 7–8 дБ.

## **1.9. Топливо из ненефтяного сырья**

Современные двигатели внутреннего сгорания ориентированы преимущественно на использование жидких топлив из нефти. Однако мировые запасы нефти не столь велики, как ресурсы твердого органического сырья, и весьма равномерно распределены по различным регионам планеты. Эти обстоятельства создают предпосылки для

разработки промышленных технологий получения моторных топлив из сырья ненефтяного происхождения.

На Международной конференции по экологическим ресурсам, которая состоялось в 1979 году в Монреале (Канада), к традиционным энергетическим ресурсам углеводородов были отнесены легкие и средние нефти, природные газы и газовые конденсаты, а к нетрадиционным – тяжелые нефти и твердые битумы, а также жидкие и газообразные углеводороды, получаемые из каменных и бурых углей, битумоносных песчаников, горючих сланцев, газогидратов, торфа, растительной биомассы, промышленных, сельскохозяйственных и городских отходов.

Получаемые из нетрадиционных видов сырья жидкие и газообразные топлива для мобильных установок называют альтернативными моторными топливами. К таким установкам относятся карбюраторные автомобильные и поршневые авиационные двигатели, автотракторные, тепловозные и судовые дизели, турбовинтовые и турбореактивные двигатели авиационной техники, газотурбинные судовые установки.

Целесообразность применения того или иного вида альтернативных моторных топлив определяется стоимостью и достаточными запасами соответствующих первичных ресурсов. Эти показатели отличаются для различных стран и регионов. Так, некоторые страны (Россия, Китай, США) обладают огромными запасами углей. В странах с тропическим климатом ежегодно производится значительное количество растительной биомассы.

Многие виды альтернативного сырья отличаются от нефтяного более низким содержанием водорода и повышенным содержанием кислорода, азота и серы. Поэтому в процессе их переработки в альтернативные газообразные и жидкие топлива необходимо удалять нежелательные гетероатомы, минеральную составляющую и насыщать сырье водородом.

Использование вместо нефти твердого органического сырья (угля, сланцев, биомассы) требует применения дополнительных стадий (сушка, измельчение и фракционирование, разделение углеводородной и минеральной составляющих, отделение и утилизация шлаков), которые отсутствуют при производстве моторных топлив из нефтяного сырья.

Выделяют три группы альтернативных моторных топлив:

- синтетические (искусственные) жидкие топлива, полученные из нетрадиционного органического сырья и близкие по эксплуатационным свойствам к нефтяным топливам;

- смесь нефтяных топлив с кислородосодержащими соединениями (спирты, эфиры, водно-топливные эмульсии), которые по эксплуатационным свойствам близки к традиционным нефтяным топливам;

- топлива нефтяного происхождения, отличающиеся по своим свойствам от традиционных (спирты, сжатый природный и сжиженные газы).

Использование топлив последней группы требует модификации двигателей и систем хранения топлив.

В промышленном масштабе жидкие топлива из твердых горючих ископаемых (каменного или бурого угля) получают путем гидрогенерации, пиролиза, растворения в органических растворителях, а также применением процессов, совмещающих получение синтез-газа из твердого сырья и его последующую переработку в метанол, бензин, дизельное топливо. Широко применяется также и каталитическая переработка синтез-газа, получаемого газификацией угля.

Жидкое топливо из растительной биомассы получают путем ее очищения водородом или водородонарными растворителями. Этот способ требует больших затрат водорода на удаление содержащегося в ней кислорода в виде воды. С экономической точки зрения более целесообразно использовать монооксид углерода для удаления кислорода биомассы в виде  $\text{CO}_2$ .

Процессы очищения растительной биомассы в водной среде под воздействием  $\text{CO}$  или синтез-газа ( $\text{CO} + \text{H}_2$ ) интенсивно исследуется в последнее время. Превращение углеводов в жидкие углеводороды изучено на многих древесных материалах, включая индивидуальные компоненты древесины. Катализаторами реакций деполимеризации растительных полимеров являются соединения щелочных и щелочноземельных металлов, кобальта, никеля и др. Так, при добавлении  $\text{NiCO}_3$  или  $\text{K}_2\text{CO}_3$  к суспензии опилок древесины в воде ее конверсия возрастает в три раза. Применение катализатора позволяет снизить содержание кислорода в образующемся жидком продукте. Каталитический эффект при использовании  $\text{CO}$  в качестве

восстановителя достигается за счет образования формиатов, являющихся восстанавливающимися агентами:



При умеренных температурах процесса не достигается глубокого превращения древесины, и полученный при +250°C продукт представляет собой в обычных условиях мягкий битумоподобный материал, плавящийся примерно при +100°C. С повышением температуры процесса до +380°C и выше образуется жидкий продукт с низкой вязкостью и пониженным содержанием кислорода. Однако в этих условиях вода переходит в сверхкритическое состояние, что существенно повышает давление в реакторе. Древесное сырье может растворяться под воздействием многоатомных алифатических спиртов, а также при использовании антраценового масла и кислородосодержащих растворителей (крезолы, ацетофенон, дифениловый эфир и др.).

Альтернативные технологии получения качественных моторных топлив включают синтез газификации твердого сырья в смесь CO и H<sub>2</sub> и последующего синтеза углеводородных смесей, используемых в качестве бензина, дизельного топлива или компонентов моторных топлив.

Огромные ресурсы и быстрое воспроизводство целлюлозы, особенно в странах с тропическим климатом (Бразилия), делают ее перспективным источником сырья для получения этанолсодержащих автомобильных топлив. Одной из основных проблем, препятствующих широкому промышленному развитию процессов получения этанола из растительной биомассы, является низкая производи-



тельность применяемых ферментативных процессов. Однако разрабатываются методы повышения эффективности ферментативных систем для снижения себестоимости продукции. В настоящее время также реализуются проекты, связанные с применением этанола в качестве автомобильного топлива или его компонента. Термическая эффективность метанола и дизельного топлива является сопоставимой. При использовании метанола содержание несгоревшего топлива в продуктах сгорания в 2–3 раза выше, чем в случае дизельного топлива, но концентрация оксидов азота в два раза ниже. При работе двигателя на метаноле не происходит образования дыма.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каковы основные физические свойства нефтей?
2. Какие основные классы углеводородов входят в состав нефтей?
3. Как влияют на свойства нефтепродуктов непредельные углеводороды, сернистые и кислородные соединения?
4. Охарактеризуйте основные способы получения топлив из нефтепродуктов.
5. Какова цель очистки дистиллятов переработанных нефтепродуктов?
6. Перечислите основные способы очистки топлив.
7. Какие эксплуатационные требования предъявляются к топливу для карбюраторных двигателей?
8. Какие точки характеризуют кривую разгонки бензина?

9. В чем сущность детонационного горения и каковы внешние признаки детонации?
10. В чем сущность моторного и исследовательского методов определения октанового числа?
11. Какие бензины называются этилированными?
12. Что обуславливает корродирующие действия топлива?
13. Какие марки автомобильных бензинов используются наиболее широко?
14. Какие эксплуатационные требования предъявляются к топливу для дизельных двигателей?
15. Что называется цетановым числом и что оно характеризует?
16. Что называется температурами помутнения и застывания, вспышки и самовоспламенения?
17. Почему недопустимо содержание воды и механических примесей в топливах для быстроходных дизелей?
18. Назовите марки топлив для быстроходных дизелей.
19. Назовите состав, свойства, марки топлив для тихоходных дизелей.
20. В чем заключаются преимущества и недостатки газообразного топлива?
21. Как подсчитать количество воздуха, необходимого для полного сгорания газообразного топлива?
22. Назовите сжиженные и сжатые газы, их свойства и применение.
23. В чем проявляется преимущество перевода двигателей, работающих на бензине или дизельном топливе, на сжиженный газ?
24. В чем сущность сухой перегонки твердого топлива?

## Глава 2

### ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

По области применения масла разделяют на моторные (для карбюраторных, дизельных и авиационных двигателей), трансмиссионные, турбинные, компрессорные (для воздушных и холодильных компрессоров), электроизоляционные, индустриальные (общего назначения, для гидравлических систем, зубчатых передач, направляющих скольжение, специальные), приборные. В товарном ассортименте более 400 марок масел различного назначения, однако широко распространено ограниченное их число.

При использовании масел необходимо учитывать их физико-химические свойства.

Химические процессы, происходящие при высоких температурах – окисление и разложение, приводят к образованию твердых и мазеобразных отложений, загрязняющих детали двигателя, характеризуются термоокислительной и термической стабильностью. Стойкость масла к окислению при повышенных температурах называют термоокислительной, а к разложению – термической стабильностью. Для современных масел термоокислительная

стабильность должна быть не ниже 80–90 мин. У масел с неудовлетворительной термической устойчивостью термоокислительная стабильность – 20–25 мин.

Температура вспышки масла указывает на опасность и его испарение при нагревании. Низкая температура свидетельствует о наличии в масле топлива. Температура вспышки, определяемая в закрытом тигле, на 20–30°C меньше, чем в открытом, так как часть паров масла при нагревании в открытом тигле улетучивается. Масла с низкой температурой вспышки дают большой нагар, сильнее испаряются, требуют частой смены.

Механические примеси (пыль, песок, ржавчина, частицы металла) и вода, попавшие в масло при сливе, заправке, хранении и эксплуатации двигателя, приводят к преждевременному износу деталей, засорению фильтров. Вода еще вызывает коррозию металлических частей, ухудшает смазочные свойства, эффективность моющего и диспергирующего действия масел с присадками (присадка выпадает в осадок).

Коксуемость – склонность масла к разложению под влиянием высоких температур с образованием твердых углеродных осадков (кокса). Коксуемость зависит от химического состава масла и степени его очистки. Она возрастает у масел с присадками, но от этого их свойства не ухудшаются.

Зольность – количество золы, получающейся при сгорании масла. Зола представляет собой минеральные вещества, присутствующие в масле в растворенном и взвешенном состоянии. Ее количество резко возрастает с введением в масло присадки, металлоорганические соединения

которой после сгорания остаются в золе. По зольности контролируют содержание присадки. Если зольность свежего масла будет ниже нормы, предусмотренной техническими условиями, это означает, что присадок в масле содержится меньше установленной нормы.

Щелочное число – это количество мг КОН, нейтрализующее 1 г испытываемого продукта. Чем выше содержится в нем присадки, тем лучше его нейтрализующие свойства и качество. Для обеспечения нормальной эксплуатации щелочность масла должна быть не менее: для двигателей средней форсировки – 3,5–4, для высокофорсированных двигателей – 6–6,5 мг КОН на 1 г масла.

Диспергирующие свойства – способность масла не образовывать крупных частиц продуктов окисления, а при появлении – разрушать их.

Присадки не дают слипаться частицам окислившегося масла, разбивают их крупные скопления на мелкие, поддерживают во взвешенном состоянии, не дают прилипнуть им к поверхности деталей и смывают смолистые продукты при высокой температуре.

При подборе масел учитывают, что их вязкость зависит от температуры. Степень изменения вязкости от температуры называется индексом вязкости, который зависит от состава масел. В стандартах индекс вязкости, а также вязкость указывают при температуре +100 или +50°С и при нулевой температуре (иногда при –18°С). Чем меньше меняется вязкость в зависимости от температуры, тем лучше свойства масла и выше его качество. Вязкость масел зависит и от давления. Вязкость возрастает при давлении 5–6 МПа

и при дальнейшем его увеличении. При давлении 10 МПа вязкость увеличивается на 1/3, при давлении 60 МПа – в 3–4 раза выше, чем в нормальных условиях.

Температура застывания ниже у маловязких масел.

## 2.1. Моторные масла

Предназначены для отвода теплоты, предохранения деталей от коррозии, очистки поверхности трения от продуктов износа и других примесей, герметизации узлов трения.

Требования к маслам:

– бесперебойное поступление к трущимся и требующим охлаждения поверхностям при всех режимах работы, а следовательно, наименьший износ деталей двигателя и затрат на преодоление трения;

– высокие антикоррозийные свойства;

– достаточная устойчивость к действию высоких температур и возможно меньшее образование нагара и лака при длительной работе;

– отсутствие низкотемпературных отложений, накапливающихся в сетках маслоприемника, в маслопроводах, каналах;

– экономичность и недефицитность.

Многие эксплуатационщики не уделяют достаточного внимания правильному применению масел и их эксплуатационным качествам. В результате машины преждевременно выходят из строя, увеличивается расход масел.

Эксплуатационные качества характеризуются вязкостно-температурными смазывающими свойствами; образованием нагара и отложений на деталях двигателей; моющими и диспергирующими свойствами, присадками, щелочным числом; коррозионным износом деталей.

Вязкость влияет на охлаждение, уплотнение в различных узлах и легкость запуска. В зоне цилиндропоршневой группы, где температура достигает +280–300°C, нужна надежная смазка, обеспечивающая небольшой износ.

Температура застывания моторных масел от -10°C до -30°C.

В автотракторных двигателях применяют моторные масла с вязкостью 6–20 мм<sup>2</sup>/с при температуре +100°C. Для надежной работы системы смазки моторные масла должны обладать температурой застывания на 10–20°C ниже минимальной температуры окружающей среды. У зимних масел температура застывания должны быть не менее -30°C, а у летних минус 10–15°C.

Моторные масла при температуре более +50°C интенсивно окисляются, а при температуре свыше +300°C одновременно с процессами окисления происходит термический распад углеводородов масла. В результате на деталях цилиндропоршневой группы образуется нагар и лак.

Нагаро- и лакообразование вызывает пригорание и закоксовывание поршневых колец, что приводит к прорыву газов в картер и падению мощности двигателя. Нагар, твердые углеродистые вещества образуются в высокотемпературной зоне (камере сгорания, канавках поршня, клапанах). Лак (прочная тонкая пленка) появляется на поверхности деталей

в среднетемпературной зоне (юбке поршня, на внутренней поверхности поршня, стенках картера). Для предотвращения образования нагара и лака к маслам добавляют моющие и антиокислительные присадки, придающие маслам моющие и диспергирующие свойства.

Моющее свойство – один из наиболее важных эксплуатационных показателей, характеризующий способность моторного масла удерживать во взвешенном состоянии продукты окисления. У свежих масел моющие свойства зависят от химического состава, способов очистки, наличия смолистых соединений. Определяют моющие свойства на специальной установке ПЗВ по лакообразованию на боковой поверхности поршня.

Лакообразование оценивают по цветной эталонной шкале, градуированной в баллах от 0 до 6. Чистый поршень без масла оценивают в 0 баллов. Если вся боковая поверхность поршня покрыта лаком черного цвета, то моющие свойства оценивают в 6 баллов. Достаточная чистота цилиндропоршневой группы в процессе эксплуатации обеспечивается, если лакообразование при испытании масла на установке ПЗВ не превышает 1–1,5 балла. Моющие свойства современных моторных масел с присадками составляют 0,5–1 балл.

В современные моторные масла вводят комплекс различных присадок (часто до 4–5 наименований) для снижения лако- и нагарообразования в двигателях, уменьшения износа, главным образом коррозионного, замедления процессов окисления. Присадки нейтрализуют образующиеся кислоты, а некоторые создают защитные пленки на поверхности металла.



На коррозионный износ деталей влияют органические кислоты, водорастворимые кислоты и щелочи, наличие которых в маслах нежелательно. Вода усиливает окисление и вспениваемость, ухудшает смазывающие свойства, способствует коррозии, выпадению присадок и образованию осадков.

Механические примеси и вода попадают в масла при транспортировке, приеме, выдаче и хранении, а также при работе двигателей в условиях большой запыленности воздуха.

Моторные масла по способу получения могут быть дистиллятные, остаточные, смешанные (дистиллятные с остаточным) и загущенные (маловязкие, загущенные полимерами).

Принятая система обозначения моторных масел (кроме авиационных) основана на вязкости и эксплуатационных свойствах масел.

В табл. 10 приведены марки моторных масел по существующей индикации (ГОСТ 17479.1-85).

По вязкости летние и зимние масла делятся на семь классов (6, 8, 10, 12, 14, 16 и 20), а всесезонные загущенные – на десять ( $3_3/8$ ,  $4_3/6$ ,  $4_3/8$ ,  $4_3/10$ ,  $5_3/10$ ,  $5_3/12$ ,  $5_3/14$ ,  $6_3/10$ ,  $6_3/14$  и  $6_3/16$ ).

Класс для летних и зимних масел обозначает их вязкость ( $\text{мм}^2/\text{с}$ ) при  $100^\circ\text{C}$ . Для всесезонных масел класс вязкости изображают дробью, в которой числитель обозначает класс вязкости масла при  $-18^\circ\text{C}$  (условная цифра 4, 5 или 6), а в знаменателе – при  $+100^\circ\text{C}$ . 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.

Таблица 10

Классификация моторных масел

Класс вязкости	Пределы кинематической вязкости при 100° С, мм <sup>2</sup> /с	Кинематическая вязкость при -18° С, мм <sup>2</sup> /с, не более	Индекс вязкости
6	6 ± 0,5	-	Не менее 90
8	8 ± 0,5	-	-
10	10 ± 1,0	-	-
12	12 ± 0,5	-	-
14	14 ± 1,0	-	-
16	16 ± 1,0	-	-
20	20 ± 2,0	-	-
3 <sub>3</sub> / 8	8 ± 0,5	1250	Не менее 115
4 <sub>3</sub> / 6	6 ± 0,5	2600	-
4 <sub>3</sub> / 8	8 ± 0,5	2600	-
4 <sub>3</sub> / 10	10 ± 0,5	2600	-
5 <sub>3</sub> / 10	10 ± 0,5	6000	-
5 <sub>3</sub> / 12	12 ± 0,5	6000	-
5 <sub>3</sub> / 14	14 ± 0,5	6000	-
6 <sub>3</sub> / 10	16 ± 0,5	10400	-
6 <sub>3</sub> / 14	14 ± 0,5	10400	-
6 <sub>3</sub> / 16	16 ± 0,5	10400	-

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

Масла без загущающих присадок с вязкостью 6–8 мм<sup>2</sup>/с при +100°С рекомендуется применять только зимой, ибо они

имеют меньшую температуру застывания и большую текучесть по сравнению с маслами класса 10–14.

В зависимости от кинематической вязкости моторные масла делят на классы. Дробные классы указывают, что по вязкости при температуре  $-18^{\circ}\text{C}$  масло соответствует классу, указанному в числителе, по вязкости при температуре  $+100^{\circ}\text{C}$  – классу, указанному в знаменателе.

В зависимости от области применения моторные масла делят на группы, А, Б, В, Г, Д, Е. Масла группы Б, В, Г подразделяют на подгруппы Б<sub>1</sub>, Б<sub>2</sub>, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> и Г<sub>1</sub>, Г<sub>2</sub>. Индекс 1 присвоен маслам для карбюраторных двигателей, индекс 2 – для дизелей. Универсальные моторные масла, предназначенные для использования как в дизелях, так и карбюраторных двигателях одного уровня форсирования, индекса в обозначении не имеют.

Показатели качества моторных масел для карбюраторных, дизельных и по маркам двигателей приведены в табл. 11–13.

Масла группы А не содержат присадок и предназначены для нефорсированных карбюраторных и дизельных двигателей. Масла с присадками группы Б<sub>1</sub> – для смазки малофорсированных карбюраторных, а Б<sub>2</sub> – малофорсированных дизельных двигателей; масла группы В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub> – для смазки среднефорсированных карбюраторных и дизельных двигателей; масла группы Г<sub>1</sub> и Г<sub>2</sub> – для смазки высокофорсированных карбюраторных и дизельных двигателей.

Таблица 11

## Показатели качества масла для карбюраторных двигателей

Показатель	М-8-А	М-8-Б <sub>1</sub>	М-8-В <sub>1</sub>	М-8-Г <sub>1</sub>	М6 <sub>3</sub> /10Г <sub>1</sub>	М-12-Г <sub>1</sub>
1	2	3	4	5	6	7
Вязкость кинематическая (ГОСТ 33-82) (в мм <sup>2</sup> /с, не более) при температуре, °С:						
100	8±0,5	8±0,5	8±0,5	8±0,5	10±0,5	12±0,5
0	1200	1200	1200	-	1000	-
Индекс вязкости, не менее	90	90	90	100	125	95
Массовая доля механических примесей (ГОСТ 6370-83), %, не более	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Массовая доля воды (ГОСТ 2477-65)	Следы					
Температура вспышки в открытом тигле (ГОСТ 4333-07), °С, не ниже	200	200	200	210	210	220
Температура застывания (ГОСТ 20287-74), °С, не выше	-25	-25	-25	-30	-32	-20
Коррозионность на пластинках из свинца марки С1 или С2 (ГОСТ 20502-75), г/м <sup>2</sup> , не более	8	10	10	Отсутствует		
Моющие свойства (ГОСТ 5726-53), определенные на установке ПЗВ, баллы, не более	1,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5

Окончание таблицы 11

1	2	3	4	5	6	7
Щелочное число (ГОСТ 11362-76), мг КОН на 1 г масла, не менее	1,2	3,4	8,5	8,5	10,5	8,5
Зольность сульфатная (ГОСТ 12417-73), %, не более	0,65	1	0,96	1,3	1,65	1,3
Плотность (ГОСТ 3900-85) при температуре 20°С, г/см <sup>3</sup> , не более	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9

Таблица 12

## Показатели качества масел для дизельных двигателей

Показатель	М-8-В <sub>2</sub>	М-10-В <sub>2</sub>	М-8-Г <sub>2</sub>	М-10-Г <sub>2к</sub>	М-8-Г <sub>2к</sub>	М-10-Г <sub>2</sub>
1	2	3	4	5	6	7
Вязкость кинематическая (ГОСТ 33-82) (в мм <sup>2</sup> /с, не более) при температуре, °С:						
100	8±0,5	11±0,5	8±0,5	11±0,5	8±0,5	11±0,5
0	1200	-	-	-	1200	-
Индекс вязкости, не менее	90	90	90	90	95	90
Массовая доля механических примесей, %, не более (ГОСТ 6370-83)	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Массовая доля воды (ГОСТ 2477-65)	Следы					
Температура вспышки в открытом тигле, °С, не ниже (ГОСТ 4333-07)	200	205	200	205	200	205
Температура застывания, °С, не выше (ГОСТ 20287-74)	-25	-15	-25	-15	-30	-15

Окончание таблицы 12

1	2	3	4	5	6	7
Моющие свойства, определенные на установке ПЗВ, баллы, не более (ГОСТ 5726-53)	1	1	1	1	0,5	0,5
Щелочное число, мг КОН на 1 г масла, не менее (ГОСТ 11362-76)	3,5	3,5	6	6	6	6
Зольность сульфатная, %, не более (ГОСТ 12417-73)	1,3	1,3	1,65	1,65	1,15	1,15
Плотность (ГОСТ 3900-85) при температуре 20°С, г/см <sup>3</sup> , не более	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900
Массовая доля активных элементов (ГОСТ 9827-75), %, не менее:						
кальция	0,08	0,08	0,15	0,15	0,19	0,19
бария	0,18	0,18	0,45	0,45	-	-
цинка	0,05	0,05	0,06	0,06	0,05	0,06
фосфора	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06

Примечание. Индекс «к» в обозначении дизельных марок масел указывает, что масло разработано специально для дизельных двигателей КамАЗ.

Таблица 13

## Рекомендуемые для двигателей моторные масла

Степень форсирования двигателя	Марки базовых двигателей	Рекомендуемая группа масел (основная и заменители)
1	2	3
<i>Карбюраторные двигатели</i>		
Малая	Старые двигатели марки ГАЗ-20, ЗИЛ-164А и др.	Б <sub>1</sub> и А ГОСТ 10541-78

Окончание таблицы 13

1	2	3
Средняя	ЗМЗ-53, ЗМЗ-66, ЗИЛ-130, ЗИЛ-375	В <sub>1</sub> и Б <sub>1</sub> ГОСТ 10541-78
Высокая	ВАЗ-2101, 2106, 2121, 2108, 2110, ЗМЗ-4061	Г <sub>1</sub> ГОСТ 10541-78
	(и их семейства)	
<i>Дизельные двигатели</i>		
Малая	Старые двигатели марки Д-38, Д-48 и др.	Б <sub>2</sub> и А ГОСТ 8581-78
Средняя	Д-37М, Д-144, СМД-14, СМД-17, А-41, Д-180	В <sub>2</sub> и Б <sub>2</sub> ГОСТ 8581-78
	ЯМЗ-236, ЯМЗ-238, ЗИЛ-4104, Д-240 и др.	А-01
Высокая	ЯМЗ-240, КамАЗ-740, СМД-62, СМД-64	Г <sub>2</sub> и В <sub>2</sub> * ГОСТ 8581-78
Высокофорсированные дизели, работающие в тяжелых условиях	СМД-80, Д-240Т/Д-260Т, 8ДВТ-330 и др.	(летом - Дм)

\* Первой стоит рекомендуемая группа масел для работы двигателя, второй - заменитель при отсутствии основного сорта масла.

Масло группы Д применяют в высокофорсированных дизельных двигателях, работающих в тяжелых условиях, а группы Е - малооборотных дизельных, имеющих лубрикаторную систему смазки и работающих на тяжелом топливе с содержанием серы до 3,5%. В поршневых авиационных двигателях масла работают при более высоких температурах в зоне поршневых колец, внутренней части поршней, клапанов и других деталей. Для обеспечения надежной работы двигателей используют высоковязкие хорошо очищенные масла с большой смазывающей способностью. По ГОСТ 21743-76 выпускают авиационные масла МС-14 и

МС-20 селективной очистки, МК-22 – кислотной очистки (табл. 14).

Авиационные моторные масла, кроме прямого назначения, используются как загустители для моторных масел автомобильных двигателей.

Таблица 14

Основные физико-химические свойства  
авиационных масел

Показатели	МС-14	МС-20	МС-22
Кинематическая вязкость при 100°С, мм <sup>2</sup> /с	14	20	22
Коксуемость, %, не более	0,45	0,29	0,70
Кислотное число, мг/г, не более	0,25	0,03	0,10
Зольность, %, не более	0,003	0,003	0,004
Температура вспышки, °С, не ниже:			
в закрытом тигле	200	250	230
в открытом тигле	220	270	250
Температура застывания, °С, не выше	-30	-18	-14
Содержание водорастворимых кислот, щелочей, воды, механических примесей	Отсутствие		
Плотность при 20°С, кг/м <sup>3</sup> , не более	890	897	905

## 2.2. Трансмиссионные масла

Предназначены для смазки механизмов силовой передачи всех видов автотракторной техники (коробок перемены передач, ведущих мостов, бортовых передач, раздаточных коробок, механизмов рулевого управления и др.).

В соответствии с ГОСТ 17479.2-85 обозначение трансмиссионных масел состоит из знаков трех групп.



Первую группу знаков обозначают буквами ТМ (трансмиссионное масло); вторую – цифрами, характеризующими принадлежность к группе масел по эксплуатационным свойствам; третью – цифрами, характеризующими класс кинематической вязкости.

Согласно данной классификации в зависимости от области применения установлены масла следующих групп:

ТМ-1 – для прямозубых, спирально-конических и червячных передач, работающих при контактных напряжениях до 1000 МПа и температуре масла в объеме до +90°C;

ТМ-2 – для прямозубых передач, работающих при контактных напряжениях до 2000 МПа и температуре масла в объеме до +120°C;

ТМ-3 – для прямозубых, спирально-конических и червячных передач, работающих при контактных напряжениях более 2000 МПа и температуре масла в объеме свыше +120°C;

ТМ-4 – для гипоидных передач, работающих при высокой скорости скольжения и низком крутящем моменте, низкой скорости скольжения и высоком крутящем моменте и температуре масла в объеме до +135°C;

ТМ-5 – для гипоидных передач, работающих при высокой скорости скольжения и ударных нагрузках, высокой скорости и высоком крутящем моменте и температуре масла в объеме выше +135°C.

Все трансмиссионные масла являются минеральными маслами: группы ТМ-1 – без присадок, ТМ-2 – с противоизносными присадками, ТМ-3 – со слабыми противозадирными присадками, ТМ-4 – минеральные с сильными противозадирными присадками, ТМ-5 – с сильными противозадирными присадками и высокой термоокислительной стабильностью (табл. 15).

Таблица 15

Классификация трансмиссионных масел  
по эксплуатационным свойствам  
и область применения

Группа масел	Состав масла	Рекомендуемая область применения
1	2	3
ТМ-1	Минеральные масла без присадок	Цилиндрические, конические и червячные передачи, работающие при контактных напряжениях от 900 МПа до 1600 МПа и температуре масла в объеме до 90°C
ТМ-2, ТМ-3	Минеральные масла с противоизносными присадками и противозадирными присадками умеренной эффективности	То же, при контактных напряжениях до 2100 МПа и температуре масла в объеме до 130°C
ТМ-4, ТМ-5	Минеральные масла с противозадирными присадками высокой эффективности. Минеральные масла с противозадирными присадками высокой эффективности и многофункционального действия, а также универсальные масла	Цилиндрические, конические, спирально-конические и гипоидные передачи, работающие при контактных напряжениях до 2500 МПа и температуре масла в объеме свыше +150°C. Цилиндрические, спирально-конические и гипоидные передачи, работающие при контактных напряжениях до 3000 МПа и температуре масла в объеме до +150°C. Гипоидные передачи, работающие с ударными нагрузками при контактных напряжениях выше 3000 МПа и температуре масла в объеме до +150°C

В состав условного обозначения включают дополнительные буквы, показывающие отличительные особенности масла: Т - трансмиссионное; А - автомобильное; Д - долгорботающее; С - селективной очистки; З - загущенное; П - содержит комплекс присадок; К - принадлежность масла к КамАЗам; Э - содержащее присадку ЭФО; В - изготовленное из Волгоградской нефти.

В табл. 16 приведена краткая характеристика трансмиссионных масел и область их применения.

Большинство трансмиссионных масел применяют в агрегатах трансмиссии всесезонно, так как они обладают удовлетворительными вязкостно-температурными свойствами и длительным сроком службы. Только в суровых климатических условиях Сибири и Крайнего Севера зимой используют специальные северные масла. Эти масла работоспособны в широком диапазоне температур (от +50 до -35°С) к ним относят марку масла ТАД-17и - как универсальное в картерах главных передач (в том числе гипоидных), коробок перемены передач и рулевых механизмов автомобилей.

В марках масла (в знаменателе) буква «п» означает, что в трансмиссионном масле имеются специальные противозносные присадки.

В табл. 17 приведена рекомендация применения трансмиссионных масел для тракторов и автомобилей.

Трансмиссионные масла снижают износ деталей, защищают их от коррозии, уменьшают шум и вибрацию шестерен, предотвращают действие ударных нагрузок, отводят теплоту от трущихся поверхностей, снижают потери мощности на трение. Масла меняют два раза в год при сезонном техническом обслуживании автотракторной техники. Если

заводской инструкцией предусмотрена одна замена, то это делают при основном техническом обслуживании. В этом случае рекомендуемые масла являются всесезонными.

Таблица 16

Характеристика трансмиссионных масел

Марки масел	Соответствие по группам	Показатели				Область применения
		кинемат. вяз- кость, сСт	динамич. вяз- кость, Па·с	температура замерзания, °С	нагрузка сваривания	
ТЭп-15	ТМ-2	15,0 при +100°С	200	-18	-	КПП, мосты, бор- товые тракторов и комбайнов (кроме К-700)
ТСп-10	ТМ-3	10,0 при +100°С	300	-40	3479	Тяжело нагружен- ные цилиндриче- ские, конические и спиральные пе- редачи
ТСп-15к	ТМ-3	15,0 при +50°С	80	-25	3479	Для автомобилей КаМАЗ (всесезонно)
ТАп-15В	ТМ-3	15,0 при +100°С	180	-20	3283	Тяжело нагружен- ные цилиндриче- ские, конические передачи (всесе- зонно)
ТСг-14гип	ТМ-4	14,0 при +50°С	80	-25	3920	Гипоидные пере- дачи (всесезонно)
ТАД-17и	ТМ-5	17,5 при +50°С	-	-25	3687	Цилиндрические, конические, чер- вячные и гипоид- ные передачи, автомобили ВАЗ (всесезонно)

### 2.3. Масла гидравлические

Масла гидравлические выполняют роль рабочего тела в гидросистемах навесного оборудования разных машин, поэтому их часто называют рабочие жидкости. Работа масел характеризуется значительными перепадами температуры (от  $-40^{\circ}\text{C}$  при пуске зимой до  $+90^{\circ}\text{C}$  при установившемся режиме), высокими давлениями (до 40 МПа) и скоростью скольжения (до 20 м/с).

Гидравлические масла должны иметь температуру застывания на  $15-20^{\circ}\text{C}$  ниже той, при которой осуществляется пуск, и температуру испарения на  $20-30^{\circ}\text{C}$  выше возможной рабочей. Вязкость должна быть невысокой в широком диапазоне температуры для быстрого срабатывания механизма, но достаточна для обеспечения плавного хода, снижения потерь через уплотнения, предотвращения износа трущихся деталей.

Обозначение гидравлических масел состоит из групп знаков, первая из которых обозначается буквами МГ (минеральное гидравлическое); вторая – цифрами (характеризует класс кинематической вязкости); третья – буквами (означает принадлежность масла к группе по эксплуатационным свойствам).

В зависимости от кинематической вязкости при температуре  $+40^{\circ}\text{C}$  и эксплуатационных свойств гидравлические масла делят на классы (табл. 18) и группы (табл. 19).

Таблица 17

Рекомендации по применению трансмиссионных масел  
для тракторов и автомобилей

Марки машин	Марки масел		
	КПП	Ведущие мосты	Рулевые механизмы
Для тракторов			
К-700, Т-150, Т-330, К-701	Масло моторное группы В <sub>2</sub>	ТАД-17и	Масло моторное группы В <sub>2</sub>
Т-130, Т-100М, Т-4А, МТЗ-80/82, ДТ-75М	ТА <sub>П</sub> -5В ТЭ <sub>П</sub> -5 ТС <sub>П</sub> -0	ТА <sub>П</sub> -15 ТЭ <sub>П</sub> -15 ТС <sub>П</sub> -10	-
Для автомобилей			
Т-40М, Т-28, Т-16М ЗИЛ-130, ЗИЛ-ММЗ-555, ЗИЛ-131		ТА <sub>П</sub> -15	Масло "Р"
КамАЗ-5320, 5510, 5410 и др.		ТС <sub>П</sub> -15к	Масло "Р"
ГАЗ-24-01, ГАЗ-3110	ТА <sub>П</sub> -15В	ТС <sub>П</sub> -14гип	ТА <sub>П</sub> -15В
«Москвич»-412 и др.	ТАД-17и ТА <sub>П</sub> -15В	ТС <sub>П</sub> -14гип	ТАД-17и ТА <sub>П</sub> -15В
ЗАЗ-966, ЗАЗ-968 и др.		ТАД-17и ТА <sub>П</sub> -15В	
ВАЗ (его модели)		ТАД-17и	
Все модификации автомобилей КраЗ, Урал, МАЗ. Все модификации автомобилей ЗИЛ, ГАЗ, ПАЗ, ЛАЗ	ТС <sub>П</sub> -15к	ТА <sub>П</sub> -15В	
ЗАЗ, кроме перечисленных ранее		ТА <sub>П</sub> -15В	

В табл. 20 и 21 приведены основные характеристики и условия применения гидравлических масел (рабочих жидкостей).

Таблица 18

## Классификация гидравлических масел по вязкости

Класс вязкости	Кинематическая вязкость при температуре +40°С, мм <sup>2</sup> /с
5	4,16–5,06
7	6,12–7,48
10	9,0–11,0
15	13,5–16,5
22	19,8–24,2
32	28,8–35,2
46	21,4–50,6
68	61,2–74,8
100	90,0–100,0
150	135,0–165,0

Основные физико-механические свойства масел, применяемых для смазывания цилиндров и клапанов компрессорных машин, а также как уплотняющей среды для герметизации камеры сжатия, приведены в табл. 22.

В рабочих условиях компрессорные масла подвергаются воздействию температур +220–250°С и давлению 15–20 МПа, поэтому они должны обладать достаточно высокой термической стабильностью, соответствующей вязкостью и хорошими противокоррозионными свойствами. Масло марки К-12 рекомендуется для компрессоров низкого и среднего давления, а марки КС-19 – для многоступенчатых компрессоров высокого давления.

Цилиндровые масла предназначены для смазывания паровых машин и механизмов, имеющих большие нагрузки и малые скорости. В зависимости от условий работы цилиндровые масла подразделяются на легкие и тяжелые.

Таблица 19

Классификация гидравлических масел  
по эксплуатационным свойствам  
и области их применения

Группа масла по эксплуатационным свойствам	Состав гидравлических масел	Рекомендуемая область применения
А	Без присадок	Гидросистемы с шестеренными, поршневыми насосами, работающими при давлении до $15 \cdot 10^3$ МПа и температуре масла в объеме до $+80^\circ\text{C}$
Б	С антиокислительными и антикоррозионными присадками	Гидросистемы с насосами всех типов, работающие при давлении до $25 \cdot 10^3$ МПа и температуре масла в объеме более $80^\circ\text{C}$
В	С антиокислительными, антикоррозионными и противозносными присадками	Гидросистемы с насосами всех типов, работающих при давлении свыше $25 \cdot 10^3$ МПа и температуре масла в объеме до $+90^\circ\text{C}$

Таблица 20

Основные характеристики рабочих жидкостей

Марка	ГОСТ или ТУ	Вязкость (в $\text{м}^2/\text{с}$ ), при температуре $250^\circ\text{C}$	Температура, $^\circ\text{C}$		Интервал рабочих температур, $^\circ\text{C}$
			вспышки	застывания	
1	2	3	4	5	6
М-10Г <sub>2</sub>	ГОСТ 8581-78	$\eta_{100} = 0,0011$	250	-15	15-80
М-8Г <sub>2</sub>	ГОСТ 8581-78	$\eta_{100} = 0,0008$	200	-25	10-80



Окончание таблицы 20

1	2	3	4	5	6
И-30А	ГОСТ 20799-75	0,0028-0,0033	190	-15	5-75
И-12А	ГОСТ 20779-75	0,001-0,014	165	-30	-15-65
МГ-46-Б	ТУ-38-1-01- 50-70	0,0028	190	-35	-20-75
МГ-22-А	-	0,0013	163	-45	-25-60
МГ-15-В	ТУ-38- 101479-74	0,001	135	-60	-55-65
МГ-15-Б	ГОСТ 6794-75	0,001	92	-70	-60-50
7-50-ОЗ	ГОСТ 20734-75	$\eta_{100} = 0,0004$	Не имеет	-70	-60-175

Таблица 21

Температурные пределы (в °С) применения  
рабочих жидкостей

Режим эксплуатации	М-10-Г <sub>2</sub>	М-8-Г <sub>2</sub>	И-30А	И-20А	И-12А	МГ-46-Б	МГ-22-А	МГ-15-В
<b>Шестеренчатые насосы (т.е. по два режима для типа насоса)</b>								
Кратковре- менный	5-85	0-85	-10-80	-5-60	-25-40	-20-70	-30-45	-55-40
Длительный	15-80	10-85	5-75	-50	-20-40	-10-60	-10-40	-40-35
<b>Лопастные насосы</b>								
Кратковре- менный	5-85	0-85	-10-85	-5-60	-20-45	-15-80	-30-55	-35-55
Длительный	20-80	10-80	6-75	0-60	-15-45	0-75	-15-50	-35-50
<b>Аксиально-поршневые насосы</b>								
Кратковре- менный	-	-	-5-85	0-60	-15-50	-10-85	-25-75	-45-80
Длительный	-	-	5-75	0-60	-15-60	5-80	10-65	30-65

Таблица 22

## Показатели качества компрессорных масел

Показатель	К-12	К-9	КС-9	К-28	КП-8	КП-8з	К-А28
Вязкость кинематическая при 100°С, мм <sup>2</sup> /с	11-14	17-21	18-22	26-30	7-9	8-8	11-1
Индекс вязкости	-	-	92	80	96	120	100
Кислотное число масла, мг КОН, на 1 г масла: без присадки с присадками	0,15 -	0,1 -	0,02 -	0,04 -	- 0,03	- 0,02	- 0,02
Коксуемость масла без присадок, %, не более	0,3	-	0,5	0,6	-	-	-
Зольность масла без присадок, %, не более	0,015	0,1	0,05	-	0,005	Отсутствует	
Стабильность против окисления, %, не более	0,25	0,02	Отсут.	0,01	0,02	Отсутствует	
Кислотное число масла после окисления, мг КОН на 1 г масла, не более	-	-	0,5	0,5	0,02	0,08	-
Температура вспышки в открытом тигле, °С	216	246	270	275	200	190	200
Температура застывания, °С, не выше	-25	-5	-15	10	-15	-45	-30
Коррозия на пластинках из свинца марки О или С2, г/м <sup>2</sup> , не более	60	5	10	-	-	20	20

Легкие цилиндровые масла применяют в машинах, работающих на насыщенном паре. Они представляют собой дистиллятные масла серноокислотной и щелочной отчистки. Это масла марки «цилиндровое-11» и «цилиндровое-24», кинематическая вязкость их при  $+100^{\circ}\text{C}$  9–13 мм<sup>2</sup>/с, температура застывания около  $0^{\circ}\text{C}$ .

Тяжелые цилиндровые масла рекомендуется для смазывания машин, работающих на перегретом паре. Это масла: «цилиндровое-38» и «цилиндровое-52», представляют собой смесь дистиллятных и остаточных масел.

Масла для компрессоров ходильных машин, работающих на углекислоте, аммиаке и фреоне различных марок, выпускают с холодильным агентом.

Основные требования к этим маслам: низкая температура застывания, пологая вязкостно-температурная кривая, хорошие антиокислительные и противокоррозионные свойства.

В соответствии с конструкцией холодильных машин выпускают масла нескольких марок: работающих на аммиаке и углекислоте (ХА-23 и ХА-30) и на фреоне (ХФ-12-18, ХФ-22-24 и ХФ-22С-16). Масло ХФ-22С-16 синтетическое с антиокислительной присадкой, которое работает в интервале температур от  $-50^{\circ}\text{C}$  до  $-80^{\circ}\text{C}$ .

Масла для холодильных машин не должны содержать воды и механических примесей и не вызывать коррозию металлов.

## 2.4. Пластичные смазки

### 2.4.1. Понятие о пластичных смазках, основные виды и назначение

Пластичные смазки, представляющие собой мазеобразные продукты, по общим свойствам находятся между жидкими маслами и твердыми смазочными материалами, т.к. они сочетают свойства жидкости и твердого тела. Вещество пластичной смазки состоит из структурного каркаса, образованного твердыми частицами загустителя (дисперсная фаза), и жидкого масла, включенного в ячейки этого твердого каркаса (дисперсионная среда). Особенностью пластичных смазок является обратимость процесса разрушения структурного каркаса: под действием больших нагрузок каркас разрушается, и смазка работает как жидкость; при снятии нагрузки каркас мгновенно восстанавливается, и смазка вновь приобретает свойства твердого тела. Пластичные смазки состоят из смеси минерального масла (80–90%) и загустителя (10–20%); в небольшом количестве вводятся наполнители, стабилизаторы и присадки. Вводимый в масло загуститель придает смазке основные свойства.

Загустители бывают мыльные и немые. К мыльным загустителям относятся соли натуральных или жирных синтетических кислот, из которых наиболее широко применяются кальциевые, литиевые, натриевые, бариевые, алюминиевые, цинковые, свинцовые соли и др. Смазки с этими загустителями могут быть средне- и высокотемпературными.

К немывльным загустителям относятся твердые углеводороды: парафины, церезины, воски, озокериты и подобные им продукты. Пластичные смазки, изготовленные с применением немывльных загустителей, являются влагостойкими низкотемпературными смазками. Они применяются в основном как консервационные защитные смазки.

Назначение пластичных смазок весьма обширно: смазывание открытых и негерметизированных узлов трения и механизмов, труднодоступных узлов трения, где следует обеспечить длительный срок службы смазки; длительная консервация машин и рабочих поверхностей; герметизация подвижных уплотнений, наполнение герметизированных подшипников; смазывание механизмов, в которых недопустимо разбрызгивание смазочного масла и т.д.

Для обеспечения надежной и долговечной эксплуатации машин и механизмов при выборе смазки определяющими факторами являются: соответствие смазки условиям работы механизма, машины; оптимизация режимов смазывания механизмов, как в условиях эксплуатации, так и при консервации; правильная расфасовка смазки, обеспечивающая сохранность свойств и наиболее экономное расходование и др.

В соответствии с ГОСТ 23258-78 пластичные смазки по применению делятся на: антифрикционные – общего назначения для обычных и повышенных температур, многоцелевые, высоко- и низкотемпературные; защитные – общего назначения и канатные; уплотнительные – арматурные, резьбовые и вакуумные.

Показатели и признаки качества пластичных смазок, которые определяют их эксплуатационные и физико-химические свойства, делятся на обязательные для всех видов смазок и обязательные для отдельных видов. К обязательным показателям и признакам качества для всех видов смазок относятся: внешний вид, содержание воды и механических примесей, коррозионная активность. Обязательные показатели качества для отдельных видов пластичных смазок следующие: предел прочности; температура каплепадения; эффективная вязкость; содержание свободных щелочей и органических кислот; коллоидная и механическая стабильность; термоупрочнение; испаряемость; содержание водорастворимых кислот и щелочей; показатели защитных, противозадирных и противоизносных свойств; растворимость в воде.

Наиболее многочисленной является группа антифрикционных смазок, назначение которых – снижение износа и трения скольжения в сопряженных узлах. В эту группу входят смазки следующих видов: общего назначения и многоцелевые – солидол жировой и синтетический, консталин, графитная смазка, смазка ВНИИНП-242, Литол-24; термо- и морозостойкие, противозадирные и физически стойкие ТОН-54ц, самолетомоторная тугоплавкая СТ; ЦИАТИМ-201, 203, 205 и 221; смазка МС-70; ВНИИНП-279, 246 и 207; приборные ЦИАТИМ-202; ВНИИНП-223, 228, 257, 260, 274; смазка ОКБ-122-7; часовая смазка РС-1 общего назначения; индустриальные и транспортные; карданная АМ; автомобильная; железнодорожная ЛЗ-ЦНИИ; УНИОЛ-2; ЛЗ-31; канатные и консервационные АМС;

предохранительная ПП 95/5; для пропитки органических сердечников стальных канатов; кремнийорганический вазелин КВ-3/10Э; пластичная ПВК; Торсиол-55.

#### *2.4.2. Наименование и обозначение пластичных смазок*

Наименование смазки обычно состоит из одного слова, а для модификаций дополнительно используют буквенные и цифровые индексы: солидол С, солидол Ж, карданная Фиол-1, Фиол-2, тормозная ЦИАТИМ-221Д и т.д. Обозначение пластичной смазки характеризуют ее назначение, состав и свойства. Обозначение состоит из пяти буквенных и цифровых индексов, которые располагаются в следующем порядке и указывают: группу (подгруппу) в соответствии с назначением смазки; загуститель; рекомендованный (условный) температурный интервал применения; дисперсионную среду; консистенцию смазки. Группу или подгруппу смазки обозначают индексами – прописными буквами русского алфавита: С – общего назначения для обычных температур (солидолы), которые применяются в узлах трения с рабочей температурой до +70°C; О – общего назначения для рабочих температур до +100°C; М – многоцелевые для диапазона рабочих температур от +40°C до +130°C; Ж – термостойкие – +150°C и более; М – морозостойкие для температур от –40°C и ниже; И – противозадирные и противоизносные для узлов трения с контактными напряжениями более 2500 МПа и при удельных нагрузках выше 150 МПа; Х – химически стойкие для узлов трения, контактирующих с кислотами и щелочами; П – приборные для узлов трения приборов и точных механизмов; Т – редукторные (трансмиссионные) для

всех видов передач (зубчатых, витковых и др.); Д – приработочные (дисульфидмолибденовые и др.) для ускорения процессов приработки узлов трения, облегчения при сборке и др.; У – узкоспециализированные для узлов трения, требующих дополнительных условий (прокачиваемости, искрогашения и др.); Б – брикетные для использования смазки узлов и поверхностей трения в виде брикетов; З – консервационные; К – канатные для предотвращения износа и коррозии стальных канатов; А – уплотнительные; Р – резьбовые и В – вакуумные.

Тип загустителя в пластичной смазке обозначают также буквами русского алфавита в соответствии с индексами, приведенными в табл. 23.

Комплексное мыло обозначают строчной буквой «к» русского алфавита, после которой указывают индекс соответствующего мыла: кКа, кБа, и т.д. Смесь двух и более загустителей обозначают составным индексом; Ка-На, Ли-Ба, Си-Пг и т.д. Индексы М, О, Н применяют только в тех случаях, когда загуститель, входящий в одну из трех групп (мыла, органические вещества, неорганические вещества), не предусмотрен перечнем табл. 23.

Рекомендуемый температурный интервал применения смазки обозначают дробью округленно до  $+10^{\circ}\text{C}$ . В числителе указывают (без знака минус) уменьшенную в 10 раз максимальную температуру (например, индекс 3/12 соответствует температурному интервалу от  $-30$  до  $+120^{\circ}\text{C}$ ). Температурный интервал применения носит ориентировочный характер, так как допустимые значения температур зависят не только от свойств смазки, но и от конструкции



и условий работы (скорость, нагрузка, срок замены смазки) смазываемого узла трения, механизма и т.п.

Таблица 23

Индексы загустителей смазок

Загуститель мыльный	Индекс	Загуститель немыльный	Индекс
<i>Мыло</i>	М	<i>Углеводороды твердые</i>	Т
Алюминиевое	Ал	<i>Органические</i>	О
Бариевое	Ба	Пигменты	Пг
Кальциевое	Ка	Полимеры	Пм
Литиевое	Ли	Уреаты	Ур
Натриевое	На	Фторуглероды	Фу
Свинцовое	Св	<i>Неорганические</i>	
Цинковое	Цн	Глины (бетонитовые и др.)	Бн
Комплексное	кМ	Сажа	Сж
Смесь мыл	М <sub>1</sub> -М <sub>2</sub>	Силикагель	Си

Тип дисперсионной среды и присутствие твердых добавок обозначают строчными буквами русского алфавита в соответствии с индексами, приведенными в табл. 24.

Смесь двух и более масел обозначают составным индексом: нк, уэ и т.д. На первом месте ставят индекс масла, входящего в состав дисперсионной среды, в большей концентрации.

Индекс «п» применяют в тех случаях, когда входящее в состав дисперсионной среды синтетическое или иное масло не предусмотрено перечнем табл. 24. Индекс указывают через дефис после индекса температурного интервала или индекса дисперсионной среды.

## Индексы для составляющих смазки

Составляющие смазки	Индекс
<i>Дисперсионная среда</i>	
Нефтяное масло	н
Синтетические углеводороды (алкилароматические, изопарафиновые и др.)	у
Кремнийорганические жидкости	к
Сложные эфиры	э
Галогенуглеродные жидкости	ж
Фторсилоксаны	ф
Перфторалкилполиэфиры	а
Прочие масла и жидкости	п
<i>Твердые добавки</i>	
Графит	г
Дисульфид молибдена	д
Порошки:	
свинца	е
меди	м
цинка	ц
Прочие твердые добавки	т

Индекс класса консистенции смазки обозначают арабскими цифрами в соответствии с данными, приводимыми в табл. 25.

Пластичные смазки, имеющие промежуточные значение пенетрации, относят к ближайшему классу консистенции. Между индексом консистенции и цифровым индексом температурного интервала ставят дефис.

Ниже приводятся примеры обозначений некоторых пластичных смазок.

Смазка СКа 2/8-2: буква С – смазка общего назначения для обычных температур (солидол); Ка – загущена

кальциевым мылом; 2/8 – предназначена для применения при температурах  $-20^{\circ}\text{C}$  до  $+80^{\circ}\text{C}$  (вязкость смазки при  $+20^{\circ}\text{C}$  близка к 2000 Па с); отсутствие индекса дисперсионной среды – приготовлена на нефтяном масле; 2 – пенетрация 265–296 при  $+25^{\circ}\text{C}$ .

Таблица 25

Значения индекса класса консистенции

Пенетрация при температуре $25^{\circ}\text{C}$ (ГОСТ 5446-78)	Индекс класса консистенции	Пенетрация при температуре $25^{\circ}\text{C}$ (ГОСТ 5446-78)	Индекс класса консистенции
400–430	00	175–205	4
335–385	0	130–160	5
310–340	1	85–115	6
265–235	2	Ниже 70	7
220–250	3		

Смазка МЛи 3/13-3: буква М – многоцелевая; Ли – загущена литиевым мылом; 3/13 – предназначена для применения при температурах  $-30^{\circ}\text{C}$  до  $+130^{\circ}\text{C}$ ; отсутствие индекса дисперсионной среды – приготовлена на нефтяном масле; 3 – пенетрация 220–250 при  $+25^{\circ}\text{C}$ .

Смазка УНа 3/12 э3; буква У – узкоспециализированная; На – загущена натриевым мылом; 3/12 – предназначена для применения при температурах от  $-30^{\circ}\text{C}$  до  $+120^{\circ}\text{C}$ ; э – приготовлена на сложном эфире, 3 – пенетрация 220–250 при  $+25^{\circ}\text{C}$ .

Смазка КТ 6/5 к4: буква К – канатная; Т – загущена твердыми углеводородами; 6/5 – предназначена для применения при температурах  $-60^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ , к – приготовлена

на кремнийорганической жидкости, 4 - пенетрация 175-205 при +25°C.

Смазка АЦн 0/4 п7: буква А - арматурная; Цн - загущена цинковым мылом; 0/4 - предназначена для применения при температурах 0°C до 40°C; п - приготовлена на масле, тип которого не предусмотрен перечнем таблицы 2.12; 7 - пенетрация ниже 70 при +25°C.

Смазка № 158 - мягкая мазь синего цвета и гладкой текстуры, создана на основе вязкого авиационного масла. Весьма долговечная смазка вредно воздействует на кожу рук. Они предназначены для смазки подшипников автотракторного электрооборудования (стартеры, генераторы и т.д.) и карданных шарниров (для игольчатых подшипников). По эксплуатационным свойствам из отечественных смазок наиболее близкая смазка ШРУС-4. Температурный диапазон применения смазки № 158 - от -40°C до +100°C (может кратковременно работать при температуре +120°C).

ШРУС-4 - мягкая мазь серебристо-черного цвета, специально предназначенная для смазывания шарниров равных угловых скоростей и подшипников сцепления. Равноценной отечественной замены для смазки ШРУС-4 в шарнирах привода колес нет. В хорошо защищенных узлах смазка служит очень долго, практически до капитального ремонта механизмов. Температурный диапазон применения смазки ШРУС-4 от -40°C до +120°C.

ШРБ-4 - мягкая мазь от коричневого цвета, изготавливается на основе бариевого мыла. Смазка предназначена для смазки шарниров передней подвески, наконечников тяг рулевого управления легковых автомобилей.

В качестве замены вполне можно использовать смазки типа ШРУС-4 и Литол-24. Температурный диапазон применения смазки ШРБ-4 от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+130^{\circ}\text{C}$ .

ЛСЦ-15 – мягкая мазь белого цвета, предназначена для смазывания узлов трения, работающих при средних и высоких нагрузках и температуре не выше  $+130^{\circ}\text{C}$ . Смазка представляет собой минеральное масло, загущенное литиевым мылом, содержит антиокислительные присадки и добавки на основе окиси цинка. Во многих случаях взаимозаменяема со смазкой Литол-24. Температурный диапазон применения смазки ЛСЦ-15 от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+130^{\circ}\text{C}$ .

ЛЗ-31 – мягкая мазь от светло-желтого до светло-коричневого цвета. Смазка имеет слабую водостойкость, хорошие вязкостно-температурные свойства и большой срок службы. Область применения – выжимные подшипники сцепления, подшипники электрических машин и прочие аналогичные механизмы, работающие при температуре не более  $+130^{\circ}\text{C}$ . В качестве замены вполне можно использовать смазку Литол-24. Температурный диапазон применения смазки ЛЗ-31 – от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+130^{\circ}\text{C}$ .

Обозначение смазки указывают в вводной части нормативно-технической документации на пластичную смазку. Там же указывают необходимые сведения о ее составе, назначении контролируемых характеристиках.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие требования предъявляются к смазочным маслам?
2. Что такое жидкостное и граничное трение? Чему равна минимальная толщина смазочного слоя для обеспечения жидкостного трения?
3. Как классифицируются смазочные материалы?
4. Какие требования предъявляются к присадкам и их механизм действия?
5. Как можно определить наличие присадок в свежих маслах?
6. Какие требования предъявляются к моторным маслам?
7. Перечислите основные свойства и марки масел для карбюраторных и дизельных двигателей.
8. Почему масла группы Б и В нельзя использовать в форсированных двигателях?
9. Как срабатываются присадки в моторных маслах в период эксплуатации двигателей? Какие масла используются для обкатки двигателей?
10. Какие меры необходимы для снижения расхода масла?
11. Какие требования предъявляются к трансмиссионным маслам?
12. Какие марки трансмиссионных масел используют в трансмиссиях автомобилей и дорожно-строительных машин?
13. Где используются легкие индустриальные масла? Их марки, состав и область применения.

14. Какие требования предъявляются к средним индустриальным маслам, как они подразделяются и маркируются?
15. Что такое пластические смазки, их назначение и область применения?
16. Каковы состав и свойства низкоплавных смазок? Где их используют?
17. Какие смазки называются солидолами? Каков их состав, свойства и применение?

## **Глава 3**

### **ТЕХНИЧЕСКИЕ ЖИДКОСТИ**

#### **3.1. Жидкости для охлаждения двигателей внутреннего сгорания**

В процессе работы двигателя внутреннего сгорания для обеспечения его нормального теплового состояния необходимо постоянно отводить тепло от нагреваемых деталей (головка цилиндров, поршни, клапаны и др.).

Количество тепла, отводимого при охлаждении, в зависимости от типа двигателя и способа охлаждения колеблется в пределах 25–35% от общей суммы тепла, выделяющегося при сгорании горючей смеси.

Если не обеспечить оптимальное охлаждение двигателя, то его перегрев, так же как и переохлаждение, будут в значительной степени нарушать нормальные условия его работы вплоть до аварийного состояния.

Следствием перегрева может быть:

- преждевременное самовоспламенение горючей смеси и детонация в двигателях с искровым зажиганием;
- ухудшение работы смазочной системы;



- заклинивание перегретых деталей двигателя и снижение их механической прочности;
- пригорание поршневых колец и клапанов;
- ухудшение наполнения цилиндров топливовоздушной смесью;
- увеличение потерь мощности на преодоление трения.

Вследствие переохлаждения двигателя может произойти:

- снижение индикаторной мощности из-за повышенной теплоотдачи;
- резкое увеличение потерь мощности на преодоление трения от увеличения вязкости моторного масла;
- значительное ухудшение смесеобразования и сгорания топлива;
- повышение износа деталей цилиндропоршневой группы двигателя из-за конденсации топлива, стекания его по стенкам гильз цилиндров и смывания смазочного масла, а также разжижения моторного масла;
- образование низкотемпературных отложений в картере двигателя и на маслофильтрующих элементах.

Следовательно, для наилучшей работы двигателя необходимо создать оптимальный температурный режим.

Охлаждение автотракторных двигателей может быть воздушным и жидкостным.

Надежность системы охлаждения двигателя в значительной мере зависит от свойств применяемой жидкости, которая должна отвечать следующим основным требованиям:

- иметь достаточно высокую температуру кипения и теплоемкость;
- обладать температурой замерзания ниже температуры окружающего воздуха;
- не образовывать на водяной рубашке двигателя и приборах системы охлаждения накипи;
- не вызывать коррозию деталей двигателя и быть нейтральной к уплотнительным соединениям в системе охлаждения;
- быть безопасной в обращении, дешевой и универсальной.

В качестве охлаждающих жидкостей для двигателей внутреннего сгорания широко применяют воду и низкотемпературные смеси – на основе этиленгликоля. Однако они не в полной мере отвечают необходимым требованиям.

Существенный недостаток обыкновенной воды, как охлаждающей жидкости, – высокая температура замерзания ( $0^{\circ}\text{C}$ ), что затрудняет ее применение в зимнее время. Из-за этого при длительной остановке двигателя необходимо сливать охлаждающую воду из системы. Заливание воды в систему охлаждения перед пуском двигателя может быть сопряжено с рядом трудностей. Если же воду при остановках машины не сливать, то двигатель необходимо поддерживать в горячем состоянии, что ведет к перерасходу топлива и повышает износ двигателя.

Опасность применения воды при минусовых температурах окружающего воздуха заключается еще и в том, что замерзание ее в системе охлаждения приводит к разрушению двигателя (трещины в головке блока цилиндров,

трубках сердцевины радиатора и т.п.). Другим недостатком является наличие в воде различных растворимых солей, способных в виде накипи откладываться на поверхностях деталей водяной рубашки. Из-за низкой теплопроводности накипи ухудшается охлаждение двигателя. Кроме того, вода может корродировать металл деталей, что приводит к потере их механической прочности и снижению надежности работы двигателя.

Основными задачами при применении воды, как охлаждающей жидкости, являются обеспечение необходимого температурного состояния ее зимой и предупреждение процессов накипеобразования и коррозии в процессе эксплуатации двигателя внутреннего сгорания. При таких условиях двигатель работает в установленном режиме, сохраняется прочность и жесткость деталей системы охлаждения и исключается операция удаления накипи из двигателя. Эта операция является весьма трудоемким процессом и требует применения специального оборудования и химических веществ.

При минусовых температурах окружающей среды применяют низкотемпературные охлаждающие жидкости – антифризы, также удовлетворяющие необходимым требованиям не полностью. Коэффициент их расширения относительно высок, что не позволяет целиком заполнить систему охлаждения. Многие антифризы отрицательно действуют на резинотехнические уплотнения, сравнительно дороги и т.д., но положительным их качеством является низкая температура замерзания, что обеспечивает надежную работу системы охлаждения при минусовых температурах окружающей среды.

Одним из недостатков воды, как отмечалось выше, является наличие в ней растворенных солей (жесткости), которые при нагревании образуют накипь. Накипью являются осаждающиеся на поверхности деталей отложения солей с высокой твердостью и низким коэффициентом теплопроводности. По внешнему виду накипь представляет собой плотно приставший к поверхности металла слой темно-серого или коричневого цвета. Толщина накипи на водяной рубашке двигателя может быть от десятых долей до нескольких миллиметров. По составу накипи представляют собой смеси различных химических соединений кальция и магния:  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$ ,  $\text{CaSiO}_3$ ,  $\text{MgSiO}_3$  и т.д. В воде могут быть также взвешенные механические примеси, которые забивают отверстия трубок радиаторов и ухудшают циркуляцию воды в системе. Эти примеси из воды можно удалить отстаиванием или фильтрованием. Соли жесткости на фильтре не задерживаются. Для того чтобы избавиться от них, нужно прибегнуть к другим технологическим приемам.

Жесткость воды определяется содержанием в ней ионов кальция и магния. Различают общую, карбонатную (временную) и некарбонатную (постоянную) жесткость. Общая жесткость воды характеризуются суммарным содержанием в ней ионов кальция и магния, входящих в состав всех солей: хлоридов, сульфатов, бикарбонатов, нитратов и силикатов. Измеряется жесткость в миллиграммах-эквивалентах на 1 л воды (мг·эquiv/л). Один миллиграмм-эквивалент жесткости соответствует содержанию в 1 л воды 20,04 мг кальция ( $\text{Ca}^{+2}$ ) или 12,16 мг магния ( $\text{Mg}^{+2}$ ).

Карбонатная жесткость обуславливается содержанием в воде растворенных двууглекислых солей Ca и Mg –  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  и  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ , разлагающихся при нагревании выше  $+80-85^\circ\text{C}$  с выделением осадков – карбонатов кальция  $\text{CaCO}_3$ , гидроксиды магния  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , углекислого газа и воды. В связи с этим карбонатная жесткость воды иначе называется *временной* жесткостью.

Некарбонатная жесткость воды обуславливается присутствием в ней всех остальных солей кальция и магния: хлоридов  $\text{CaCl}$ ,  $\text{MgCl}$ , сульфатов  $\text{CaSO}_4$ , силикатов  $\text{CaSiO}_3$ ,  $\text{MgSiO}_3$  и нитратов. При кипячении воды эти соли не выпадают в осадок, поэтому жесткость, обусловленная содержанием этих солей, иначе называется *постоянной* жесткостью.

Вода считается мягкой, если в ней содержится солей до 3 мг-экв/л, средней жесткости от 3 до 6 мг-экв/л и жесткой – более 6 мг-экв/л. Вода с жесткостью выше 3 мг-экв/л, предназначенная для систем охлаждения, подлежит обязательному смягчению. Смягчение проводят с целью удаления из воды катионов  $\text{Ca}^{+2}$  и  $\text{Mg}^{+2}$  перед тем, как залить ее в систему охлаждения двигателя. Этот процесс можно осуществить термически или химически.

При термическом способе умягчения воду нагревают до  $+85-110^\circ\text{C}$ . Соли карбонатной жесткости разлагаются с образованием труднорастворимых, выпадающих в осадок карбоната кальция и гидроксиды магния. Одновременно частично удаляются углекислый газ и кислород.

Химическое умягчение воды основано на двух принципиально различных методах – осаждения и катионного обмена.

Метод осаждения состоит в переводе содержащихся в воде катионов кальция и магния растворимых солей в малорастворимые соединения, выпадающие в осадок. Этого достигают введением в воду гидроксильных карбонатных ионов. Для этой цели служит известь  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , едкий натр  $\text{NaOH}$ , кальцинированная сода  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и тринатрийфосфат  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ .

Смягчение воды катионированием основано на способности некоторых нерастворимых в воде веществ, называемых *катионитами*, заменять свой катион на катионы солей в процессе фильтрования воды через слой катионита. К минеральным катионитам относятся природные минералы – глауконит, группа цеолитов и др.

Наиболее простыми и доступными способами смягчения воды в условиях производственной эксплуатации тракторов, автомобилей и комбайнов являются следующие.

1. Кипячение. При кипячении воды соли-накипеобразователи (временной жесткости) разлагаются и выпадают в осадок. Перед употреблением смягченную воду отстаивают и фильтруют через матерчатый фильтр. Хотя кипячение воды является наиболее простым способом ее умягчения, однако для этого требуется значительный расход топлива. В целях экономии воду, спускаемую из системы охлаждения, следует собирать в емкость, отстаивать, а затем повторно заливать в систему охлаждения.

Для систем охлаждения двигателей пригодна дождевая и талая вода, не содержащая солей жесткости.

2. Обработка тринатрийфосфатом. В этом случае вода смягчается вне системы охлаждения двигателя. Используют отдельную емкость, обычно деревянную бочку.

Предварительно готовят насыщенный раствор из расчета 3 кг технического тринатрийфосфата на 10 л воды, который несколько раз перемешивают, а затем отстаивают. Для осаждения 1 мг-экв. солей в 1 л воды требуется 20 мг безводного тринатрийфосфата. В 1 л насыщенного раствора содержится 100 г безводного тринатрийфосфата, т.е. 1 л приготовленного раствора достаточно для умягчения 200 л воды с жесткостью  $\sim 9$  мг-экв/л.

После добавления тринатрийфосфата воду четыре раза тщательно перемешивают каждые 15 мин. Дают ей отстояться в течение 3–5 ч. После этого воду фильтруют и очищенную заливают в систему охлаждения двигателя.

3. Фильтрация через глауконитовый фильтр. Смягчение воды при этом основано на обменной реакции между солями жесткости и глауконитом. Он представляет собой минерал цеолит, который встречается в природе в виде гладких зерен зеленого цвета разных оттенков. При прохождении жесткой воды через глауконитовый фильтр ионы кальция и магния солей жесткости обмениваются на ион натрия из глауконита и вода смягчается.

Помимо глауконита, применяют искусственно приготовленное соединение – *пермутит*. В этом случае фильтр носит название пермутитового.

4. Магнитная обработка воды. Для умягчения воды широко применяют магнитную обработку, аппараты для которой изготавливают с постоянными или электрическими магнитами. Первые конструктивно проще, не требуют источника питания и постоянного наблюдения при эксплуатации. Недостатком их является то, что с течением

времени они размагничиваются, особенно, если при эксплуатации подвергаются механическим ударам, сильному нагреванию или воздействию блуждающих токов. При этом способе соли жесткости, образующие накипь, выделяются в виде твердой фазы – шлама, который легко удаляется из воды при фильтровании.

5. Применение антикоррозионных присадок и антинакипинов. В случаях, когда затруднено применение смягченной воды, а также для повышения ее антикоррозионных свойств в систему охлаждения вводят присадки, которые предотвращают отложение накипи и образуют защитные антикоррозионные пленки. Для этих целей широко используется хромпик  $K_2Cr_2O_7$ . При жесткости воды 8–9 мг·экв/л его добавляют до 10 г на 1 л воды. Эффективны также фосфаты натрия. Эти вещества переводят накипеобразующие соли Ca и Mg в рыхлые осадки, циркулирующие вместе с водой и легко удаляемые при промывке системы охлаждения. Весьма эффективна для антикоррозионных целей присадка к воде в виде смеси  $Na_2Cr_2O_7$  с  $NaNO_2$  и  $NaOH$ .

Добавление к смягчаемой воде антинакипинов непосредственно в систему охлаждения двигателя особенно удобно для полевых условий эксплуатации машин. Действие антинакипинов сводится к предотвращению образования накипи на водяной рубашке двигателя. Это достигается за счет перевода солей жесткости в рыхлое состояние или удержания их в виде перенасыщенного раствора.



6. Удаление накипи содовым раствором. При использовании кальцинированной соды готовят раствор из расчета 100–150 г соды и 50 г керосина на 1 л воды; при использовании каустической соды – 50–60 г каустика и 25 г керосина на 1 л воды. Одним из этих растворов заполняют систему охлаждения. Двигатель работает в течение 10–12 ч при температуре охлаждающей жидкости около +80°С. Затем останавливают двигатель, раствор сливают, а систему охлаждения промывают чистой водой не менее 2–3 раз.

При применении раствора из каустической соды с двигателями предварительно снимают термостаты, так как они в значительной степени подвергаются коррозии.

7. Применение 2%-ного раствора технической соляной кислоты. Готовят раствор из расчета 53 мл соляной кислоты на 1 л воды (кислоту наливают в воду). При заполнении системы охлаждения этой жидкостью накипь растворяется с бурным выделением углекислого газа. Как только выделение газа прекращается, раствор сливают, а систему охлаждения тщательно промывают водой. После этого в систему на 1 ч заливают 2%-ный раствор технической соды из расчета 20 г на 1 л воды для нейтрализации остатков кислоты. Затем этот раствор сливают и систему промывают водой.

В двигателях с алюминиевыми деталями водяных рубашек запрещается применять для удаления накипи кислотные и щелочные растворы. Лучшим способом удаления накипи в этих случаях является использование раствора из кальцинированной соды с последующим промыванием системы охлаждения чистой водой.

В зимнее время эксплуатации тракторов и автомобилей с водяным охлаждением двигателей целесообразно применять жидкости, обладающие низкими температурами замерзания – антифризы.

Наилучшей низкотемпературной жидкостью является смесь этиленгликоля (ЭГ) с водой, причем смесь может быть приготовлена в любых соотношениях в зависимости от требуемой температуры ее замерзания. В чистом виде ЭГ – бесцветная прозрачная жидкость, без запаха, температура замерзания – минус 11,7°С. Максимально низкой температурой замерзания (минус 75°С) обладает смесь, содержащая 66,7% этиленгликоля и 33,3% воды. Положительным качеством этиленгликолевых смесей является то, что они не образуют в системе охлаждения накипи, так как для приготовления смеси используют дистиллированную воду.

Промышленность, помимо чистого этиленгликоля, выпускает водозатенгликолевые смеси (антифризы) двух марок: А-40 и А-65 (цифра означает температуру замерзания смеси). В А-40 содержится 53% этиленгликоля и 47% воды, в А-65 – 65% этиленгликоля и 35% воды.

Следует помнить, что этиленгликоль ядовит, поэтому обращаться с ним необходимо осторожно.

Перед заполнением системы этиленгликолевой жидкостью ее тщательно промывают и следят, чтобы в нее не попали нефтепродукты. Наличие их способствует сильному вспениванию жидкости. Системы охлаждения заполняют водозатенгликолевыми смесями на 5–7% меньше объема, так как они в значительно большей степени, чем вода, расширяются при нагревании. При нагре-

вании этиленгликолевой жидкости при эксплуатации двигателя из нее испаряется вода. Поэтому убыль в системе охлаждения восполняют не смесью, а дистиллированной водой. Однако прежде чем долить воду в систему охлаждения, следует проверить состав смеси *гидрометром*.

Плотность жидкости А-40 составляет 1,07 г/см<sup>3</sup>, жидкости А-65 – 1,084 г/см<sup>3</sup>. Плотность определяют при температуре смеси 20°С.

Если при добавлении воды в смесь уровень жидкости в системе охлаждения двигателя недостаточен при установленной ее плотности, то дополнительно вводят свежую этиленгликолевую смесь.

При переходе машины на летную эксплуатацию антифриз сливают в чистую посуду. После фильтрации он может быть повторно использован. Систему охлаждения после этого хорошо промывают чистой водой.

Этиленгликолевую смесь выпускают с маркировкой Тосол А, Тосол А-40 и Тосол А-65 (ТУ 6 02751-73), который окрашивается в зелено-голубой цвет. Тосол А представляет собой концентрированный этиленгликоль, содержащий присадки. Пользоваться Тосолом А следует после разведения его дистиллированной водой. Смесь Тосола А и воды в соотношении 1:1 имеет температуру начала кристаллизации –35°С.

Водный раствор Тосола А с температурой застывания не выше –40°С маркируют как Тосол А-40, с температурой – 65°С, как Тосол А-65. Марки Тосола определяют по плотности: Тосол А имеет плотность в пределах 1,12-1,14 г/см<sup>3</sup>, Тосол А-40 – 1,075-1,085 г/см<sup>3</sup> и Тосол А-65 – 1,085-1,095 г/см<sup>3</sup>. Используют Тосол как летом, так и зимой. Заменять Тосол в системе охлаждения следует через три года или 60 тыс. км про-

бега при сохранении его плотности до уровня  $1,078 \pm 0,002$  г/см<sup>3</sup> (при 20°C).

### **3.2. Смазочно-охлаждающие жидкости**

Жидкости этой группы применяют при металлообработке. Они выполняют функции смазочного вещества охлаждающего действия, а также предотвращающего деформирование металла и улучшающего качество обрабатываемой поверхности.

Смазочно-охлаждающие жидкости делятся на две группы: эмульсолы, применяемые в виде водомасляных эмульсий, и смазочно-охлаждающие жидкости на нефтяной основе, используемые в натуральном виде.

В качестве эмульсолов выпускают: Э-2 (Б) (ГОСТ 1975-75), ЭТ-(ТУ 38 101599-75), НГЛ-205 (ТУ38 101547-80), СДМУ-2 (ТУ 38 101546-75), Укринол-1 (ТУ 38 101197-74), которые применяют при обработке металлов резанием и давлением.

В качестве смазочно-охлаждающих жидкостей на масляной основе выпускаются: сульфифрезол (ГОСТ 122-54); ЛЗ-СОЖ1 (ТУ 38 101510-74), ЛЗ-СОЖ2СО (ТУ 38 101115-75); применяемая при резании, прессовании, штамповке черных металлов смазка технологическая ХС-147 (ТУ 38 101612-76).

### **3.3. Пусковые жидкости**

Для облегчения пуска двигателей при низкой температуре окружающей среды (ниже -20°C и -25°C) применяют пусковые жидкости, которые должны хорошо испа-

ряться и быстро воспламеняться от искры или самовоспламеняются от сжатия. Кроме того, они должны обладать высокими антикоррозийными и противоизносными свойствами, иметь низкую температуру застывания, быть стабильными при длительном хранении. В качестве пусковых производят легковоспламеняющиеся жидкости на основе диэтилового эфира: Холод Д-40 для дизелей и Арктика для карбюраторных двигателей. Эфир обладает широким пределом воспламеняемости и невысокой температурой самовоспламенения в топливовоздушной смеси. В табл. 26 приведен состав пусковых жидкостей.

Добавление к пусковой жидкости для дизелей газового бензина и изопропилнитрата позволяет ускорить самовоспламенение и сгорание основного топлива, делает работу двигателя в период пуска более мягкой. В пусковой жидкости для карбюраторных двигателей присутствие изопропилнитрата ускоряет воспламенение эфира и газового бензина от искры, а газовый бензин обеспечивает плавный переход к работе на основном топливе.

Таблица 26

Состав пусковых жидкостей

Компоненты	Состав, %	
	Холод Д-40	Арктика
Диэтиловый эфир 58...62	58-62	54-56
Газовый бензин 13...17	13-17	38-43
Изопропилнитрат	13-17	2-4
Турбинное масло 9...11	9-11	1,5-2,5

Турбинное масло к пусковым жидкостям добавляют для снижения износа цилиндрово-поршневой группы в период пуска двигателя.

Пусковые жидкости поставляют потребителям в герметичных алюминиевых ампулах емкостью 10 и 50 мл. Для их введения в двигатель разработаны специальные приспособления.

### **3.4. Жидкости для гидравлических систем**

В современных тракторах, автомобилях, комбайнах и дорожностроительных машинах для приведения в действие разнообразных механизмов широко используются гидравлические передачи (раздельноагрегатные гидросистемы с выносными гидроцилиндрами, гидротрансформаторы, гидромеханические трансмиссии, гидроусилители рулевого управления, гидроувеличители сцепного веса, гидравлический привод тормозов, амортизаторы и др.), в которых применяются жидкости различных видов.

Эти жидкости в определенных условиях должны обеспечивать надежную и долговечную работу гидромеханизмов и приводов, не изменяя при этом своих первоначальных свойств. Основные условия, в которых работают жидкости для гидравлических систем, характеризуются: широким колебанием температуры окружающего воздуха ( $-60^{\circ}\text{C}$  до  $+60^{\circ}\text{C}$  и более); передачей больших усилий и воздействием высоких удельных нагрузок в шестеренных насосах; запыленностью и влажностью окружающего

воздуха; контактированием с различными металлами, их сплавами, резинотехническими и другими изделиями и т.д. Поэтому к жидкости для гидравлических систем предъявляются следующие требования:

- вязкость должна быть такой, чтобы жидкость хорошо прокачивалась. Вязкость не должна сильно изменяться при изменении температуры;
- температура застывания должна быть ниже температуры окружающего воздуха;
- жидкость должна обладать высокими противокоррозионными свойствами и не вызывать разрушения или разбухания резинотехнических и кожаных уплотнений в гидросистеме;
- жидкость должна иметь высокую смазывающую способность, чтобы обеспечивать минимальный износ трущихся деталей и снижение потерь на трение;
- жидкость должна обладать высокой химической и физической стабильностью, не окисляться в процессе работы и не изменять своих первоначальных характеристик;
- жидкость не должна содержать механических примесей, воды и коррозионно-активных веществ, которые способствуют повышению износа, коррозии и ухудшают прокачивание ее в каналах гидросистемы.

Для применения в гидравлических системах различных машин и оборудования выпускают гидравлические масла более 20 наименований. Их получают главным образом из нефтяных дистиллятов с добавлением соответствующих присадок (вязкостных, депрессорных, антикоррозионных, противоизносных и др.).

Для гидросистем в качестве рабочей жидкости наиболее широко используют веретенное масло АУ, которое обеспечивает пуск при температуре до минус 35°С; максимально допустимый верхний температурный предел равен +90°С. Веретенное масло АУ получают добавлением к маслу АУ антикоррозионной и антиокислительной присадок, что позволяет повысить максимально допустимую температуру до +125°С.

На базе индустриального масла И-30А введением антиокислительной, депрессорной и антипенной присадок получают гидравлическое масло. Оно предназначено для гидросистем с рабочим давлением до 20 МПа (строительных, дорожных, подъемно-транспортных машин и др.), эксплуатируемых на открытом воздухе в весенне-летний период в средней климатической зоне и всесезонно в южных районах.

Для всесезонной эксплуатации гидроприводов и гидроуправления промышленных тракторов разработано гидравлическое масло М-2ИХП, которое готовят на базе индустриального И-12А с добавлением присадок, улучшающих вязкостные, моющие и антиокислительные свойства.

Для гидросистем различной техники всесезонно в интервале температур от минус 50°С до +50°С предназначено масло ВМГЗ.

В качестве специального гидравлического масла широко применяют авиационное гидравлическое АМГ-10. Кроме самолетов, оно может быть использовано как рабочая жидкость для гидроприводов и гидравлических систем различных механизмов. Вязкость масла АМГ-10 около



10 мм<sup>2</sup>/с при +50°С, температура застывания минус 60°С. В случае применения этой жидкости уплотнения должны быть из маслостойкой резины.

В качестве единого гидравлического масла все шире распространяется масло МГЕ-10А, которое представляет собой загущенную низкозастывающую фракцию нефтяного масла с присадкой. Это масло может работать в широких температурных пределах (от минус 60°С до +90°С). При +50°С вязкость его составляет 10 мм<sup>2</sup>/с, температура застывания равна минус 70°С.

На практике в качестве рабочей жидкости для гидросистем отдельных тракторов применяют моторное масло, которое рекомендуется для двигателей. Моторное масло не в полной мере удовлетворяет необходимым требованиям, главным образом из-за относительно высокой вязкости и несоответствующих вязкостно-температурных свойств, а также из-за высокой зольности присадок, способствующих повышенному износу деталей.

### **3.5. Жидкости для тормозных систем**

Тормозные жидкости – это разновидность гидравлических жидкостей, к которым в соответствии с их назначением предъявляются специфические требования. В качестве тормозных жидкостей для гидравлических тормозов автомобилей и других машин применяют такие, которые обладают низкой температурой замерзания, хорошими антикоррозионными свойствами, а также не разрушают резиновые изделия. Трущиеся детали тормозной системы

смазываются этой же жидкостью, поэтому большое значение имеет ее смазывающая способность.

Выпускают тормозные жидкости нескольких видов и сортов на касторовой, глицериновой, гликолевой и нефтяной основах.

В эксплуатации используются тормозные жидкости марок ГТЖ-22М (ТУ 6-01-787-75), БСК (ТУ 6-10-1533-73), «Нева» (ТУ 6-01-1163-78), «Томь» (ТУ 6-01-1276-82), «Роса» (ТУ 6-05-221-564-84) и импортного производства Показатели тормозных жидкостей отечественного производства приведены в табл. 27.

Краткая характеристика. Тормозная жидкость марки ГТЖ-22М – смесь гликолей (двухатомные спирты), обладает удовлетворительными вязкостно-температурными и хорошими низкотемпературными свойствами, низкой испаряемостью и высокой температурой вспышки, не разрушает резиновые изделия. Недостатки – сильная ядовитость, плохие смазывающие свойства и повышенная гигроскопичность.

Тормозная жидкость БСК – смесь 50% касторового масла и 50% бутилового спирта. Касторовое масло придает жидкости хорошую смазывающую способность. Жидкость не вызывает большого набухания или размягчения резиновых уплотнительных деталей тормозной системы. К недостаткам следует отнести вязкостно-температурные свойства, поэтому ее рекомендуют применять только в средней полосе.

Тормозная жидкость «Нева» готовится на гликолевой основе. Рекомендуются для легковых автомобилей. Обладает хорошими низкотемпературными свойствами, хорошо растворяет воду. Недостатки – огнеопасна, попадание ее на кожу человека приводит к дерматитам.

Таблица 27

## Характеристика тормозных жидкостей

Показатели	ГТЖ-22М	БСК	«Нева»	«Томь»	«Роса»
Внешний вид	Прозрачная зеленая жидкость	Прозрачная жидкость ярко-красного цвета	Прозрачная жидкость желтого цвета	Прозрачная однородная жидкость желтого цвета	Прозрачная однородная жидкость
Вязкость Сст (мм <sup>2</sup> /с) при температуре: +100°С, не менее +70°С, не менее +50°С, не менее 0°С, не менее -40°С					
			2,0	2,0	2,0
		5,5			
	8	9,0	5,0	5,0	5,0
		130	-	-	-
		1500	1500	1500	
Низкотемпературные свойства	Температура замерзания не более -65°С	После выдержки 30 мин при -40°С растаивания быть не должно	После выдержки 6 час при температуре -50°С не должно быть осадка или растаивания	После выдержки 6 суток при температуре -50°С не должно быть осадка или растаивания	
Температура кипения, 0°С, не ниже Изменение при взаимодействии с резиной, %: массы объема предела прочности		+115	+190	+205	+260
		1-5	-	-	-
		2-10	2-10	2-10	1-6
		20	25	20	25

Жидкость «Томь» – это смесь глицерина и эфира борной кислоты, применяется для тормозных систем легковых и грузовых автомобилей, обладает небольшой гигроскопичностью, хорошими противоизносными и антикоррозионными свойствами. Имеет достаточно высокую температуру кипения, не вызывает большого набухания и размягчения резиновых уплотнений. Имеет лучшие эксплуатационные свойства, чем «Нева», совместима с ней при смешивании в любых соотношениях.

Тормозная жидкость «Роса» разработана для автомобилей марки ВАЗ типа 2108. Основной компонент – борсодержащий полиэфир; содержит антикоррозионную присадку. Жидкость имеет высокую температуру кипения (+260°C), что обеспечивает надежную работу тормозной системы при тяжелых эксплуатационных режимах. Тормозная жидкость «Роса» совместима с жидкостями «Томь» и «Нева».

Спецификация тормозных жидкостей американской транспортной инспекцией DOT (Department of Transportation) делит все тормозные жидкости на семь основных классов: DOT-1, DOT-2, DOT-3, DOT-4, DOT-4+, DOT-5 и DOT-6. Тормозные жидкости, соответствующие нормам DOT-1 и DOT-2 (смеси касторового масла с бутиловым спиртом, имеющие температуру кипения порядка +120°C), во вновь разрабатываемых конструкциях автомобилей не применяются, а новейшие тормозные жидкости по нормам DOT-6 предназначены пока только для гоночных автомобилей.

Для серийных автомобилей производится тормозные жидкости DOT-3, DOT-4 и DOT-5 (с подклассом DOT-5.1),

а различаются они, прежде всего, температурой кипения: наибольшая она у DOT-5 - +260°C, далее следует DOT-4 с температурой кипения +230° С, а DOT-3 имеет всего лишь +205°C.

Все жидкости на гликолевой основе (DOT-3, DOT-4 и DOT-5.1) без проблем смешиваются между собой (кроме DOT-5, она производится на силиконовой основе, которая имеет отличительный красный цвет). Возможна и замена одной жидкости на другую в порядке возрастания номера, DOT-3 на DOT-4 и выше, DOT-4 на DOT-4+ и выше, DOT-4+ только на DOT-5.1, последняя альтернативы пока не имеет.

Любую тормозную жидкость необходимо менять не реже чем раз в два года, так как они гигроскопичны и, набрав влаги, будут способствовать разрушительной коррозии внутренних частей тормозной системы (одновременно снижается температура, при которой они способны закипеть). Срок службы жидкости назначает производитель автомобиля, проверив ее характеристики применительно к особенностям гидравлических систем своих машин.

Смешивание любой тормозной жидкости с топливом и маслами недопустимо, так как нефтепродукты разрушают резиновые детали, что приводит к отказу в работе тормозной системы. Запрещается применение смесей спирта и глицерина или других веществ, не рекомендованных к использованию в тормозных системах.

### 3.6. Жидкости для амортизаторов

Для автомобильных гидравлических амортизаторов следует применять жидкости, обладающие хорошей смазывающей способностью и вязкостно-температурной характеристикой, высокими противокоррозионными качествами и низкой температурой застывания. Такие жидкости должны также иметь высокую термическую и механическую стабильность, чтобы амортизаторы надежно работали на протяжении 75–100 тыс. км пробега машины.

Наиболее широко в амортизаторах автомобилей используется жидкость АЖ-12Т (ГОСТ 23008–78). Она представляет собой смесь маловязкого минерального масла и кремнийорганической жидкости с добавлением противоизносной и антиокислительной присадок. Жидкость АЖ-12Т обеспечивает устойчивую работу амортизаторов, детали уплотнений которых выполнены из маслостойкой резины, при повышенных температуре и давлении. Интервал температур, при которых возможна работа этой жидкости, находится в пределах от минус 50°С до +60°С.

Кроме этой жидкости для всесезонной работы гидравлические амортизаторы автомобилей заправляют маслом МПП-10 (ТУ 38 154–74), которое является смесью трансформаторного масла, кремнийорганической жидкости, животных жиров, антиокислительной и противопенной присадок.

В производственных условиях при отсутствии специальных амортизаторных жидкостей применяют смеси трансформаторного и турбинного масел в равном соотно-

шении. Эти смеси готовят, исходя из требуемой вязкости: для летних условий вязкость должна быть равна 11–12 мм<sup>2</sup>/с при +50°С (60% турбинного и 40% трансформаторного масел); для зимних – смесь составляют в обратном соотношении. Такие смеси обладают вполне удовлетворительными эксплуатационными свойствами, уступая лишь по вязкостно-температурным характеристикам специальным амортизаторным жидкостям. Зимой можно использовать также веретенное масло АУ.

В случае отсутствия турбинного масла в смесь добавляют легкое индустриальное. Применять одно лишь трансформаторное масло в качестве амортизаторной жидкости не рекомендуется из-за отсутствия у него необходимых противоизносных свойств.

### **3.7. Консервационные жидкости**

Для защиты металлических поверхностей механизмов и машин от атмосферной коррозии вместо пластичных смазок широко используют жидкие консервационные масла. К положительным свойствам жидких консервационных масел относится то, что их легко наносить на защищаемую поверхность (без нагревания), можно применять для защиты внутренних рабочих поверхностей (цилиндры) и труднодоступных частей механизма. При введении в такие масла различных присадок получают стойкие и надежные покрытия. Кроме того, перед началом эксплуатации не надо про-

водить расконсервацию машины, можно сразу заправить ее рекомендуемым смазочным маслом.

Для длительной консервации машин (5 лет и более) применяют смазку К-17. Ее кинематическая вязкость при +100°С составляет 15–22 мм<sup>2</sup>/с, температура застывания минус 20°С. При консервации двигателя внутреннего сгорания сливают моторное масло и через форсуночные или свечные отверстия заливают консервационное. При этом проворачивают коленчатый вал для равномерного распределения масла на зеркалах гильз цилиндров и поршнях. При вводе двигателя в эксплуатацию заливают моторное масло соответствующей марки без предварительного удаления консервационного.

Консервационные масла НГ-203А (ГОСТ 12238–77) и НГ-204У (ГОСТ 18974–73) – маслянистые жидкости коричневого или черного цвета, их кинематическая вязкость при +100°С 25–50мм<sup>2</sup>/с и 15–35 мм<sup>2</sup>/с соответственно. Эти масла сохраняют консервационные свойства в течение одного года.

Масла с повышенной вязкостью применяют для защиты наружных поверхностей, с пониженной – для внутренней консервации двигателей, агрегатов трансмиссий, редукторов и других механизмов, их готовят на основе защитной присадки АКОР-1. Для этого к товарному рабочему маслу добавляют ~ 5% присадки АКОР-1, предварительно разогретой до + 60–70°С и хорошо перемешанной. Заливают такое масло в двигатель или другой механизм и дают ему поработать в течение пяти минут для лучшего смазывания поверхностей. Расконсервации при использо-



вании масла с присадкой АКОР-1 не требуется. Защитное действие сохраняется в течение одного года.

Присадку АКОР-1 можно применять как защитную жидкость для наружной консервации.

Защитные консервационные смазки должны быть влагоустойчивы, т.е. не смываться водой, не образовывать с ней эмульсии, не растворяться и не терять свои защитные свойства.

Для консервации деталей в виде защитного пленочного покрытия на основе продуктов переработки нефти, загустителей, малорастворимого ингибитора коррозии и растворителей выпускают защитное покрытие НГ-216 «Масплин» (ТУ 38 101427-76). После нанесения такой смазки растворитель испаряется, а на поверхности образуется воскообразная пленка толщиной 0,1–0,5 мм, которая и обеспечивает высокие защитные свойства.

Для защиты от коррозии скрытых полостей автомобилей широко применяется автоконсервант «Мовиль» (ТУ 6 151131-78). Он содержит раствор ингибитора коррозии АКОР-1, окисленный петролатум, церезин, олифу и некоторые виды присадок в уайт-спирите. Этот консервант наносят путем распыления под давлением около 0,3 МПа.

### **3.8. Жидкости для удаления нагара с деталей двигателя**

Для удаления нагара с поршней, поршневых колец, головок блока и других деталей применяют различные мою-

щие составы, приготовленные на основе каустической соды (едкого натра) с добавлением жидкого стекла, углекислого натрия и других веществ (табл. 28). Однако существенным недостатком их является сильное коррозионное действие на детали, изготовленные из цветных металлов или сплавов, особенно алюминиевых. Кроме того, эти составы – токсичные вещества, поэтому при работе с ними требуется особая осторожность. Для удаления углеродистых веществ (нагаров) поршни и другие детали выдерживают 2–3 ч в соответствующей моющей жидкости при температуре +80–85°С. После этого отложения легко снимаются с деталей при помощи кисти или щетки.

Таблица 28

Моющие составы для очистки деталей от нагара

Компоненты	Стальные детали			Алюминиевые детали			
	Содержание компонентов в составе, кг/100 л воды						
Едкий натр NaOH	1	2	3	1	2	3	4
Кальцинированная сода NaCO <sub>3</sub>	2,5	10	2,5	-	-	-	-
Жидкое стекло Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	3,3	-	3,1	1,85	2,0	1,0	1,0
Мыло	0,85	-	0,8	1	1,0	1,0	-
Хромпик K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	-	0,5	0,5	-	0,5	0,5	0,3

Наряду со щелочными растворами применяют синтетические моющие средства, которые не корродируют металлические поверхности и хорошо смывают нагар. Они

нетоксичны и невзрывоопасны. Среди них наиболее распространены моющие смеси МС-5, МС-6 и МС-8 (табл. 29). Эти смеси неионогенных поверхностно-активных веществ с добавлением активных соединений в виде триполифосфата натрия, кальцинированной соды и других соединений. Эти моющие средства используют в виде 1–2,5%-ных водных растворов. Состав МС-5 особенно эффективен для мойки деталей и сборочных единиц двигателей внутреннего сгорания; состав МС-6 – для деталей трансмиссий и ходовой части автомобилей, тракторов. Состав МС-8 следует для очистки сильно загрязненных машин. Эти составы могут быть использованы также и для наружной мойки тракторов и автомобилей, но в этом случае их раствор готовят меньшей концентрации (10–15 г/л).

Таблица 29

Состав моющих смесей

Компоненты	Содержание компонентов в составе, %		
	МС-5	МС-6	МС-8
Кальцинированная сода	46	40	38
Триполифосфат натрия	24	25	27
Метасиликат натрия	24	29	29
Поверхностно – активные вещества:			
ОС-20	6	-	-
синтакол-ДС-6	-	6	-
синтамид-6	-	-	8
Рекомендуемая концентрация, г/л воды	20–25	15–20	15–20

Составы моющих смесей обладают наибольшей моющей способностью при температуре +70–80°C, срок их службы зависит от степени их использования и вместимости баков для мойки. При средней загрязненности на 1 т деталей необходимо 1–2 кг моющего средства, продолжительность мойки при оптимальном режиме работы моечной установки не превышает 10–30 мин.

При очистке машин пароводоструйной установкой используют синтетическую пасту "Аэрол" в концентрации 1–5 г/л в зависимости от степени и вида загрязнения. Применение этого препарата позволяет быстро и полностью удалить отложения, нагары и лаки с сильно загрязненных поверхностей.

Для получения особенно чистых поверхностей деталей применяют ультразвуковую обработку в эмульсиях (дизельное топливо с водой и небольшим количеством поверхностно-активного вещества).

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие требования предъявляются к жидкостям для охлаждения двигателей автотракторной техники?
2. Что называется жесткостью воды; единицы ее измерения?
3. От каких солей зависит щелочность воды и как она влияет на образование накипи?
4. Почему нельзя допускать накипобразование в двигателе?
5. Какие способы смягчения воды Вы знаете?
6. Каков состав и свойства низкотемпературных жидкостей?

7. Какие требования предъявляются к жидкостям, применяемым для запуска двигателей при низких температурах окружающей среды?
8. Какие требования предъявляются к гидравлическим жидкостям?
9. Назовите основные свойства и марки тормозных жидкостей.
10. Назовите основные свойства и марки жидкостей для амортизаторов.
11. Назовите основные свойства и марки жидкостей для консервации деталей, узлов и агрегатов машины.
12. Назовите основные свойства и марки жидкостей для удаления нагара с деталей двигателя.

## Глава 4

### ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАРУБЕЖНЫХ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В современных условиях смазочные материалы – это элементы конструкций тех агрегатов или отдельных узлов, в которых они могут выполнять ряд ответственных функций лишь при условии полного соответствия их свойств условиям применения. Используемый автомобильный парк машин обновляется в течение некоторого времени. Одновременно находятся в эксплуатации машины новых марок и моделей, выпущенных более 10 лет тому назад. Этим предопределяется необходимость и целесообразность наличия на рынке смазочных материалов широкого ассортимента масел и смазок с различными уровнями эксплуатационных свойств. Для удобства эффективного подбора смазочных и других материалов потребитель должен обладать соответствующей информацией об их эксплуатационных свойствах, областях и условиях применения. Эта информация заложена в классификации и спецификации. Ознакомление с важнейшими из них, приведенными ниже, позволит правильно понять

информацию, «зашифрованную» в виде условных обозначений классов и маркировки масел и смазок, сделать правильный выбор для каждого конкретного автомобиля, парка транспортных средств.

#### **4.1. Вязкостно-температурные свойства масел**

Одним из важнейших свойств моторных и других масел является вязкость и ее зависимость от температуры в широком диапазоне (от температуры холодного пуска двигателя при безгаражной стоянке автомобиля зимой до максимальной температуры масла в двигателе, работающем с максимальной нагрузкой).

В настоящее время общепринятой в международном масштабе стала классификация SAE J300 (общество автомобильных инженеров США).

В табл. 30 приведена классификация SAE J300 моторных масел.

Согласно Положению от декабря 1995 г. классификация SAE подразделяет моторные масла на шесть зимних (0W, 5W, 10W, 15W, 20W, 25W) и пять летних (20, 30, 40, 50 и 60) классов. Зимние масла имеют в обозначении букву "W", первую в слове "Winter – зима". Чем больше число, входящее в обозначение класса, тем выше вязкость масел, относящихся к ним. Всесезонные масла обозначают двойным номером, один из которых соответствует зимнему, а другой – летнему классу, например, SAE 0W-30, 5W-40,

10W-40, 20W-50 и т.д. Для зимних масел установлены максимальные значения динамической вязкости при низких температурах и минимальное значение кинематической вязкости при +100°C. Для летних масел установлены пределы минимальной и максимальной кинематической вязкости при +100°C.

Таблица 30

Классификация SAE J300 DEC 95

Класс по SAE	Низкотемпературная вязкость		Высокотемпературная вязкость, мм <sup>2</sup> /с, при 100°C	
	проворачивание	прокачиваемость		
	Мах вязкость, МПа·с, при температуре, °C	Мах вязкость, МПа·с, при температуре, °C	Min	Max
1	2	3	4	5
0W	3250 при -30°C	60000 при -40°C	3,8	-
5W	3500 при -25°C	60000 при -35°C	3,8	-
10W	3500 при -20°C	60000 при -30°C	4,1	-
15W	3500 при -15°C	60000 при -25°C	5,6	-
20W	4500 при -10°C	60000 при -20°C	5,6	-
25W	6000 при -5°C	60000 при -15°C	9,3	-
20	-	-	5,6	< 9,30
30	-	-	9,3	< 12,50
40	-	-	12,5	< 16,30
50	-	-	16,3	< 21,39
60	-	-	21,9	< 26,10



Каждый класс зимнего или всесезонного масла характеризуется двумя значениями динамической вязкости при температуре, отличающейся на 10°C. Первое из них дает потребителю информацию о предельной температуре масла, при которой возможно проворачивание коленчатого вала двигателя стартером, второе – о предельной температуре, при которой масляный насос будет прокачивать масло под давлением в процессе холодного пуска. Предельная температура прокачиваемости обязательно ниже, чтобы при холодном пуске избежать сухого трения в узлах, смазываемых под давлением.

Необходимо отметить, что классификация SAE J300 распространяется только на вязкостно-температурные свойства моторных масел и не сообщает информацию о других эксплуатационных свойствах.

Более универсальными вязкостно-температурными характеристиками, по сравнению с минеральными, обладают улучшенные минеральные (специально очищенные) или с примесью синтетики, в обиходе полусинтетические, обозначенные на банке Semi-Synthetic и синтетические масла. Последние объединяют в себе свойства самых маловязких зимних и вязких летних классов, например SAE 5W-50, SAE 0W-40, имеют обозначение на банке Fully Synthetic, что переводится, как «полностью синтетические».

Синтетические масла обладают несколько большей текучестью, поэтому легче просачиваются через неплотности в соединениях. Течь сальника свидетельствует не об «агрессивности» масла, а о том, что рабочая кромка манжеты уже основательно изношена и вскоре сквозь него потекло бы

любое масло. В двигателях устаревших конструкций (с сальниковой набивкой) синтетическое масло применять нельзя.

Температурные пределы применения некоторых сезонных и всесезонных моторных масел наглядно показаны на рисунке 1.

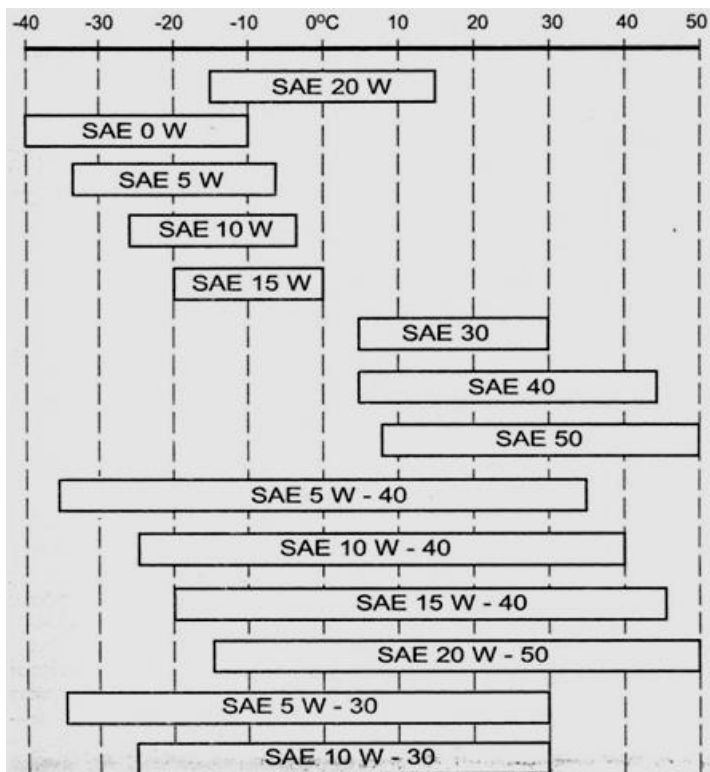


Рис. 1. Температурные диапазоны работоспособности сезонных и всесезонных масел классификации SAE

## 4.2. Эксплуатационные свойства масел

Первая классификация моторных масел по условиям применения и уровням эксплуатационных свойств была предложена Американским институтом нефти (API) еще в 1947 г. С тех пор она многократно изменялась и дополнялась, но принцип подразделения моторных масел на две категории сохранялся всегда. К категории «S» (Sevice) относятся масла, предназначенные для 4-тактных бензиновых двигателей легковых автомобилей, микроавтобусов, пикапов; к категории «C» (Commezcial) – для дизелей автотранспорта, дорожно-строительной техники и сельскохозяйственных машин. Универсальными называют масла, которые могут применяться для бензиновых и дизельных двигателей, например API SG/CD, API SJ/CE и др.

Уровни эксплуатационных свойств по API в порядке их возрастания обозначают первыми буквами латинского алфавита, стоящими за буквами «S» и «C», указывающими область применения. До сих пор в категорию Sevice были введены девять классов (SA, SB, SC, SD, SE, SF, SG, SH, SJ, а в категорию Commezcial десять классов (CA, CB, CC, CD, CDII, CE, CF, CF-4, CF-2, CG-4). Чем ближе к началу латинского алфавита вторая буква, тем меньшим требованиям отвечает данное масло и наоборот. Цифры при обозначении классов CDII, CF-4, CF-2, CG-4 дают дополнительную информацию о применимости масел данного класса в 2-тактных или 4-тактных дизелях соответственно. Для обозначения универсальных масел используют двойное маркирование, например CF-4/CG, SH/CG-4 и т.д.

Уровень эксплуатационных свойств, определяемой по второй букве в классификации API, представлен на рисунках 2 и 3.

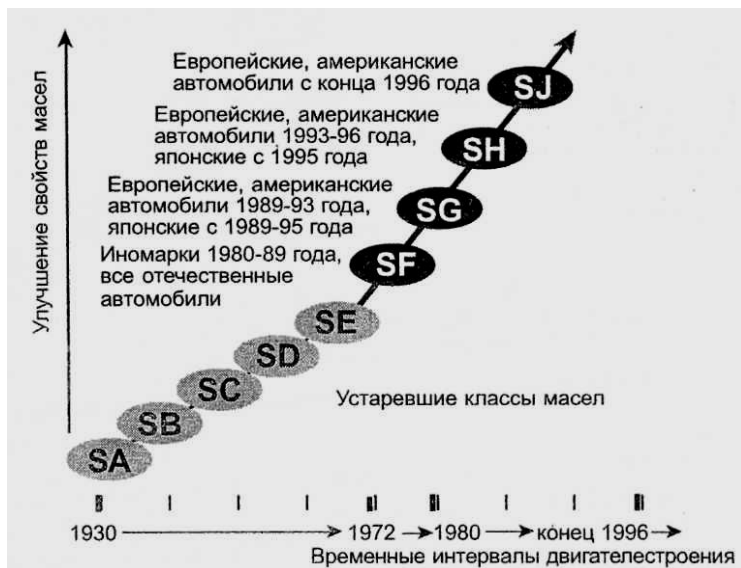


Рис. 2. Классификация API моторных масел по эксплуатационным свойствам. Категория S (бензиновые двигатели)

Примечание: для бензиновых двигателей с турбонаддувом рекомендуется применять моторные масла классов не ниже SH по SAE

Моторные масла, сертифицированные на соответствие тем или иным классом API, маркируются стандартным символом (рис. 4), наносимым на бочки, канистры, контейнеры и другую тару. В центре круга указывают класс вязкости по SAE. Категорию и класс по уровню эксплуатационных свойств указывают на верхнем полукольце, а наличие или отсутствие энергосберегающих свойств

у данного масла указывают на нижнем полукольце. Если последнее не заполнено, то данное масло не является энергосберегающим.

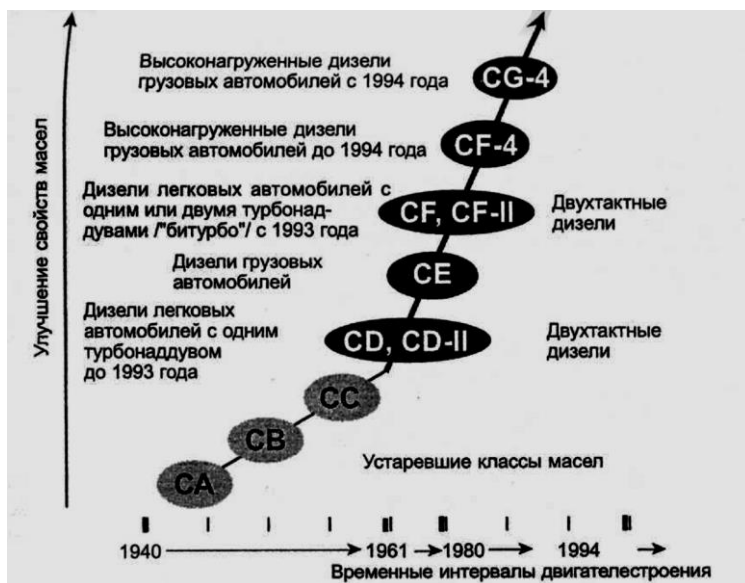


Рис. 3. Классификация API моторных масел по эксплуатационным свойствам. Категория С (дизельные двигатели)

В обозначениях универсальных масел могут встречаться упоминания исключенных классов API, например CF-4/SG или SH/CD. Такие масла следует использовать, если это рекомендовано изготовителем техники прямым указанием в инструкции по эксплуатации.

Американские и японские автомобилестроители, сотрудничая в рамках Международного комитета по стандартизации и одобрению смазочных материалов (ILSAC),

разработали минимальные стандартные требования к моторным маслам для автомобильных бензиновых двигателей. Классификация ILSAC содержит пока два класса масел, обозначаемые CF-1 и CF-2. По уровням эксплуатационных свойств они практически идентичны маслам классов SH и SJ по API и имеют высокие энергообеспечивающие свойства.

Масла, сертифицированные API на соответствие классификации ILSAC, маркируют стандартным символом, показанным на рисунке 5.



Рис. 4. Стандартный символ маркировки



Рис. 5. Стандартный символ на соответствие классификации ILSAC

Европейские автомобилестроители ввели с 1996 г. классификацию моторных масел, требования которой существенно отличаются (в сторону ужесточения) от требований классификации API и ILSAC. Новая классификация Ассоциации европейских производителей автомобилей (ACEA) заменила пока еще используемую классификацию Комитета производителей автомобилей стран европейского общего рынка ССМС. Следует иметь в виду, что в классификации ACEA (ССМС) сформулированы единые требования

к моторным маслам, согласованные 16 ведущими европейскими фирмами, производящими автомобили.

Европейская классификация эксплуатационных свойств ACEA, предъявляя более жесткие требования к маслам, содержит 9 категорий и разделяет масло по трем назначениям: А – для бензиновых двигателей легковых автомобилей, микроавтобусов, фургонов, (А1-96, А2-96, А3-96); В – для дизелей легковых автомобилей, микроавтобусов, (В1-96, В2-96, В3-96); Е – для дизелей тяжелых грузовых автомобилей, автопоездов (Е1-96, Е2-96, Е3-96).

В табл. 31 классификация моторных масел по ACEA представлена в сопоставлении с ССМС, API и ILSAC. Следует подчеркнуть, что речь идет о приблизительном соответствии классов, а не об их идентичности.

Масла классов А1-96 и А2-96 отличаются только тем, что первые – это энергосберегающие масла. То же относится к маслам классов В1-96, и В2-96. Все прочие эксплуатационные свойства могут быть идентичны и соответствуют стандартным требованиям. По моюще-диспергирующим, противоизносным, антиокислительным свойствам они существенно выше масел двух предшествующих классов.

Масла класса Е1-96 обычно применяют в безнаддувных дизелях.

Масла класса Е2-96 обеспечивают работу безнаддувных дизелей с увеличенным сроком замены и дизелей с умеренным наддувом в условиях обычной эксплуатации.

Масла класса Е3-96 предназначены для дизелей с турбонаддувом, эксплуатируемых в тяжелых условиях и соответствующих по выбросам токсичных веществ нормам

Euro II, т.е. для новейших моделей грузовиков середины 90-х годов. Кроме того, масла класса E3-96 обеспечивают наибольший пробег автомобилей без замены масла.

Таблица 31

Сопоставление классификаций моторных масел

Классификация	Масла для бензиновых легковых автомобилей, микроавтобусов, фургонов			Масла для дизельных легковых автомобилей, микроавтобусов, фургонов			Масла для дизелей тяжелых грузовиков, автопоездов		
	A1-96	A2-96	A3-96	B1-96	B2-96	B3-96	E1-96	E2-96	E3-96
ACEA	A1-96	A2-96	A3-96	B1-96	B2-96	B3-96	E1-96	E2-96	E3-96
CCMC	-	G-4	G-5	-	PD-2	-	D-4	D-4	D-5
API	-	SG	SH	-	-	-	CD	CD	CF-4
ILSAC	-	GF-1	GF-2	-	-	-	-	-	-

Производители моторных масел в своих проспектах, рекламных материалах, на этикетках канистр обычно указывают, каким классам SAE по вязкости и каким по API, ACEA (CCMC) соответствует данный продукт по уровню эксплуатационных свойств и условиям применения. Кроме того, если масло прошло соответствующие испытания и отвечает требованиям каких-то фирменных спецификаций, производитель масла непременно сообщает потребителю о наличии допуска к применению данного продукта со стороны конкретных изготовителей техники. Для этого в обозначении моторных масел используются коды известных фирм-производителей автомобилей.

BMW – знак одобрения на основании испытаний (только всесезонные масла). Porsche – знак одобрения только для синтетических и полусинтетических масел (увеличение



интервала замены), так как Porsche имеет минимальный интервал замены 20000 км.

Mercedes-Benz (MB) – MB 226.0 – сезонное для легковых автомобилей; MB 226.1 – всесезонное для легковых автомобилей; MB-229.1– для новых двигателей легковых автомобилей с 1997 года выпуска (с интервалом замены 30000 км).

Volkswagen-Audi (VW) – (VW)500.00 всесезонное, VW 501.01 – всесезонное. VW-505.00 – для двигателей с турбонаддувом, VWT4 – новая спецификация (увеличение интервала замены).

Пример маркировки моторного масла. Для европейского рынка в ней должны присутствовать четыре параметра: вязкость, эксплуатационные свойства по американской и европейской классификации и одобрение фирм – производителей автомобилей: SAE 5W-50, API SJ/CF, ACEA A3-96, B3-96, VW 501.01/505.00, MB 229.1, BMW, Porsche.

Вязкостно-температурные свойства обозначены SAE 5W-50 (всесезонное масло, сочетающее в себе зимний класс SAE 5W и летний SAE 50).

Эксплуатационные свойства определяем по американской и европейской классификации:

SJ – масло для бензиновых двигателей, легковых автомобилей, выпускаемых с конца 1996 г.

CF – масло для дизелей легковых автомобилей, выпускаемых с 1993 г.

A3-96 – масло экстра-класса для бензиновых двигателей скоростных легковых автомобилей, предъявляющих

особые требования к противоокислительным, вязкостным и противоизносным свойствам масла.

V3-96 – масло экстра-класса для легковых дизельных двигателей с турбонаддувом.

Одобрение производителей:

Volkswagen-Audi: VW 501.01 – всесезонное масло; VW 505.00 – для двигателей с турбонаддувом. Mercedes-Benz: MB 229.1 – масло для двигателей легковых автомобилей выпуска с 1997 г. Одобрено к применению фирмами BMW, Porsche. Такое масло можно применять не только в двигателях экстра-класса, но и в обычных. Чем выше качество масла, тем выше защита двигателя, т.е. дольше срок его службы без ремонта.

Потребитель моторных масел из предлагаемого ассортимента должен выбрать тот продукт, который соответствует сертификации фирмы-изготовителя его транспортного средства. Только при отсутствии на рынке масла фирменной спецификации (т.е. имеющего допуск изготовителя техники) следует приобретать масло, соответствующее базовым требованиям классификаций. При этом для техники американского производства предпочтительны масла, сертифицированные по классификации API, а для европейской – сертифицированные по классификации ACEA (CCMC).

С особой осторожностью следует подходить к выбору масла для двухтактных дизелей. Не случайно в классификации API масла для этих двигателей выделены в самостоятельный класс CF-2, принадлежность к которому устанавливается по результатам ряда испытаний, включающая

стендовые испытания в полноразмерном двухтактном дизеле с турбонаддувом. Масло класса CF-2 отличается высокими противоизносными и противозадирными свойствами и небольшой зольностью.

Некоторые производители техники используют в конструкции двигателей сплавы серебра, фосфористые бронзы или другие особо подверженные коррозии конструкционные материалы. В этих случаях необходимо применять только специальные масла, не содержащие некоторые присадки, которые непременно входят в состав подавляющего большинства моторных масел. Применение обычных масел неизбежно приведет к неполадкам или аварии двигателя.

Выбор вязкостно-температурных характеристик моторного масла зависит от климатических условий, в которых эксплуатируют технику. Инструкции по эксплуатации обязательно предписывают применением масел тех или иных классов SAE в реальном рабочем диапазоне температуры окружающего воздуха. Для разных двигателей эти рекомендации существенно отличаются. Многие изготовители автомобилей предписывают применение только всесезонных масел нескольких классов, например SAE 10W-30, SAE 10W-40 и SAE 15W-40, причем первое только в регионах с холодной зимой и невысокими летними температурами воздуха. Если разрешено применение сезонных масел, следует иметь в виду, что маловязкие зимние масла классов 0W, 5W и 10W нельзя применять при температуре воздуха выше минус 10°C для первых двух и минус 5°C для последнего, а летнее масло класса

SAE 30 и более вязкие – при температуре воздуха +5°C и ниже. Несоблюдение этих условий приводит к высокому износу двигателя из-за недостаточной вязкости зимних масел при высокой температуре и затруднением при холодном пуске двигателей на летних маслах, имеющих слишком высокую вязкость и недостаточную прокачиваемость при низкой температуре.

Уникальными вязкостно-температурными свойствами и, соответственно, широким температурным диапазоном работоспособности обладают синтетические масла классов SAE 5W-50 и даже SAE 10W-60. Использование таких масел может быть целесообразно в регионах с резко континентальным климатом и в горных местах, т.е. при экстремальных условиях в области низких и высоких температур, а также в спортивных автомобилях.

Следует также подчеркнуть, что для двигателей различной конструкции температурные пределы работоспособности масла данного класса SAE существенно могут отличаться. Они зависят от мощности стартеров, пусковой частоты вращения, производительности масляного насоса, гидравлического сопротивления маслоприемного тракта и многих других факторов.

В табл. 32 приведены основные параметры моторных масел фирмы Castrol.

Масло Castrol Formula SLX полностью синтетическое энергосберегающее масло элитного класса. Обладает отличной прокачиваемостью и улучшенными антифрикционными свойствами. Масло исключительно текучее при низких температурах и такое же вязкое, как обычное моторное масло SAE 30 при высоких температурах (выше +150°C).

Таблица 32

## Основные параметры моторных масел фирмы Castrol

Марка масла	Вязкость, мм <sup>2</sup> /с при		Индекс вязкости	Температура, °С	
	40°С	100°С		вспышки	застывания
Castrol Formula SLX SAE 0W-30	64,4	11,6	184	228	-66
Castrol Formula Racing SYNTEC 10W- 60	165,5	24,3	179	240	-57
Castrol TXT SOFTEC PLUS 5W-40	81,3	13,3	169	230	-42
Castrol GTX LIGHTEC 10W-40	101	14,9	154	-	-39
Castrol GTX PROTEC 15 W-40	107	14,2	134	224	-30

Полная маркировка данного масла SAE 0W-30, API SJ/CF/ECII, ACEA A3-96, B3-96, ILSAC CF-1, BMW-500.00 и 505.00, Porsche, Mercedes-Benz.

Castrol TXT Softec Plus – синтетическое легкотекучее энергосберегающее моторное масло. Оно удовлетворяет жестким требованиям, предъявленным современным двигателестроением, и требованиям охраны окружающей среды. Обеспечивает высокую чистоту деталей двигателя, эффективную защиту кулачков и толкателей клапанов от износа, не меняет вязкость даже при длительной нагрузке и высокой температуре. Благодаря быстрому смазыванию двигателя после пуска его износ меньше, чем при применении обычных смазочных материалов.

Полная маркировка: SAE 5W-40, API SJ/CF/EC, ACEA A3-96, B3-96, BMW, VW 500.00/505.00, Porsche, Mercedes-Benz.

Castrol GTX LIGHTEC – энергосберегающее моторное масло. Имеет превосходные свойства при низкотемпературном пуске двигателя и повышенные противоизносные свойства при высокой температуре. Обеспечивает надежную работу двигателя с турбонаддувом. Гарантирует отсутствие нагаров и шламов. Отличается увеличенными интервалами замены. Масло удовлетворяет требованиям, предъявленным новейшими технологиями моторостроения, и требованиям охраны окружающей среды.

Полная маркировка: SAE 10W-40, API SJ/CF/EC, ACEA A3-96, B3-96, VW 500.00/505.00, Porsche, Mercedes-Benz.

Castrol GTX PROTEC – всесезонное минеральное масло для легковых автомобилей. Удовлетворяет требованиям, предъявленным новейшими технологиями моторостроения, и требованиям охраны окружающей среды. Высокая прочность масляной пленки. Эффективная композиция присадок обеспечивает надежную защиту кулачков и толкателей от износа. Низкий расход масла снижает выброс вредных веществ в окружающую среду.

Полная маркировка: SAE 15W-40, API SJ/CF, ACEA A2-96, B2-96, VW 501 01/505.00, Mercedes-Benz, Porsche.

В табл. 33 приведены основные показатели моторных масел фирмы BRITISH PETROLUM.

Основные показатели моторных масел  
фирмы BRITISH PETROLUM

Марка масла	Вязкость кинематическая, мм <sup>2</sup> /с при температуре 100°С	Индекс вязкости	Температура, °С	
			вспышки	застывания
VISCO 5000	13,8	170	232	-36
VISCO 3000	14,8	154	230	-33
VISCO 2000	14,6	141	222	-30
VISCO 2000 Plus	12,0	165	225	-42
VISCO Diesel	14,2	138	210	-28
BP MOTOR OIL	10,6	150	200	-30
VANELLUS C3 EXTRA	13,8	131	220	-27
VANELLUS C3 SAE 30	12,0	102	238	-27
VANELLUS C3 SAE 40	15,8	101	254	-18

VISCO 5000 – синтетическое всесезонное энергосберегающее моторное масло со сверхвысокими рабочими характеристиками для карбюраторных и дизельных двигателей. Обеспечивает защиту двигателя во всем температурном диапазоне его работы. Улучшает экономичность двигателя. Полная маркировка: SAE 5W-40, API SJ и SH/CF/EC, ACEA A3-96, B3-96, VW- 500.00 и 505.00, BMW, Porsche, Mercedes-Benz.

VISCO 3000 – полусинтетическое всесезонное универсальное моторное масло для бензиновых и дизельных двигателей. Гарантирует эффективную защиту в любых

условиях эксплуатации, имеет хорошие низкотемпературные свойства и улучшает экономичность двигателя. Полная маркировка: SAE 10W-40, API SJ/CF, ACEA A3-96, B3-96, VW 500.00 и 505.00, Mercedes-Benz.

VISCO 2000 – минеральное всесезонное универсальное моторное масло для бензиновых и дизельных двигателей. Обеспечивает эффективную защиту двигателя при высоких эксплуатационных нагрузках. Полная маркировка: SAE 15W-40, API SJ и SH/CF, ACEA A2-96, B2-96, VW- 501.01, 505.00.

VISCO DIESEL – минеральное всесезонное универсальное масло для дизелей. Обеспечивает легкий холодный пуск двигателя и его эффективную защиту. Предотвращает образование отложений на рабочих поверхностях двигателя. Полная маркировка: SAE 15W-40, API SE/CF-4/SG, ACEA B2-96, CCMC, D4/PD-2/G4, VW-501.01., 505.00, Mercedes-Benz, Volvo, MAN 217.

BP MOTOR OIL – минеральное всесезонное масло для бензиновых двигателей и дизелей. Полная маркировка: SAE 10W-40, API SF/CC.

VISCO 2000 PLUS – полусинтетическое моторное масло для бензиновых двигателей и дизелей. Полная маркировка: SAE 5W-30, API SG/CD, CCMC G5/PD-2.

VANELLUS C3 EXTRA – минеральное всесезонное со сверхвысокими эксплуатационными характеристиками для дизелей. Полная маркировка SAE 15W-40, API CF, ACEA E3-96, Mercedes-Benz, Volvo, MAN.

В табл. 34 отражены основные показатели моторных масел фирмы Shell.



Таблица 34

## Основные показатели моторных масел фирмы Shell

Марка масла	Вязкость, мм <sup>2</sup> /с при		Индекс вязкости	Температура, °С		Общее щелочное число, мгКОН/г	Сульфатная зольность
	40°С	100°С		вспышки	замерзания		
HELIX ULTRA 5W-40	78,2	14	185	214	-54	10,5	1,15
HELIX PLUS 10W-40	88	13,8	161	220	-36	10,2	1,1
HELIX SUPER 10W-40	101	14,2	144	230	-36	9,7	1,0
HELIX 10W-40	107,8	14,5	142	218	-33	9,7	1,0
HELIX DIESEL ULTRA 5W-30	69	11,4	160	240	-51	12,0	1,3
HELIX DIESEL PLUS 10W-40	89	13,7	157	230	-36	11,5	1,15

VANELLUS C3 – минеральное сезонное масло экстракласса для дизелей. Полная маркировка: SAE 30, 40, API CD/SF, ACEA E1-96, CCMC D4, Mercedes-Benz, Caterpillar.

SHELL HELIX ULTRA – всесезонное синтетическое энергосберегающее моторное масло элитной категории качества на основе уникальной технологии изготовления синтетических масел и присадок SHELL. Обеспечивает экономию топлива, низкую токсичность отработавших газов. Полная маркировка: SAE 5W-40, API SJ/CF/EC, ASEA A3-96/B3-96, Ford, Nissan, Toyota, VW 500.00, BMW, Mercedes-Benz, Porsche.

SHELL HELIX PLUS 10W-40 – всесезонное, с применением уникальной присадки полусинтетическое моторное масло высшей категории для самых современных бензиновых и дизельных двигателей. Обеспечивает эффективную защиту двигателя в экстремальных климатических и дорожных условиях. Полная маркировка: SAE 10W-40, API SJ/CF/EC1, ASEA A3-96/B3-96, BMW, PSA, Mercedes-Benz, VW 500.00 505.00, Rover.

SHELL HELIX DIESEL ULTRA 5W-30 – всесезонное, с использованием присадок SHELL синтетическое дизельное масло элитной категории производится по уникальной технологии. Обеспечивает максимальную защиту дизеля в любых климатических условиях. Рекомендовано для современных дизелей различной конструкции (вихрекамерные, непосредственный впрыск, турбонаддув и с катализатором). Полная маркировка: SAE 5W-30, API CF, ASEA B3-96, Mercedes-Benz, BMW, Rover, VW 505.00.

SHELL HELIX SUPER 10W-40 – всесезонное минеральное масло для высокофорсированных бензиновых и дизельных двигателей. Обеспечивает повышенную защиту и чистоту в экстремальных условиях эксплуатации. Рекомендовано для двигателей, работающих на сжиженном газе. Полная маркировка: SAE 10W-40, API SH/CD, ASEA A2-96/B2-96.

SHELL HELIX 10W-40 – всесезонное минеральное масло с эффективным пакетом присадок. Обеспечивает надежную работу двигателя в жестких климатических условиях. Полная маркировка: SAE 10W-40, API SF/CC, допущено для автомобилей ВАЗ.

SHELL HELIX DIESEL PLUS 10W-40 – всесезонное полусинтетическое масло для дизелей. Произведено с применением уникальной технологии изготовления синтетических масел и присадок SHELL. Обеспечивает самую эффективную защиту двигателей в экстремальных климатических и дорожных условиях. Полная маркировка: SAE 10W-40, API CF, ASEA B3-96, BMW, Mercedes-Benz, VW 505.00.

В табл. 35 приведены основные параметры моторных масел фирмы ESSO.

Таблица 35

Основные параметры моторных масел фирмы ESSO

Марка масла	Вязкость, мм <sup>2</sup> /с при		Индекс вязкости	Температура, °С		Общее щелочное число, мгКОН/г
	40°С	100°С		вспышки	застывания	
ESSO ULTRON 5W-40	88	14,1	165	225	-54	11,0
ULTRA 10W-40	95	14,5	155	215	-36	8,9
ESSOLUBE LDX 10W-40	97	14,3	145	226	-30	10,5
МНС 15W-40	108	14,1	140	229	-30	11,0
ESSO ULTRA DIESEL 10W-40	94	13,9	150	225	-33	11,0
ESSO UNIFLO 15W-40	106	14,7	143	220	-27	13,0

ESSO ULTRON – синтетическое всесезонное масло для бензиновых и дизельных двигателей с турбонаддувом. Обеспечивает мгновенную защиту деталей двигателя

на стадии пуска. Прекрасно защищает детали двигателя от изнашивания. Уменьшает трение и снижает расход топлива, предотвращает отложения. Совместимо с другими синтетическими и минеральными маслами. Полная маркировка: SAE 5W-40, API SJ/CF/EC, ASEA A3-96, B3-96, BMW, Porsche, VW 500.00/505.00.

ESSO ULTRA – полусинтетическое всесезонное масло для бензиновых и дизельных двигателей (включая турбонаддув). Обладает широкими антифрикционными свойствами. Гарантирует отличную надежность смазывания и защиту от износа. Эффективно предотвращает отложения и обеспечивает чистоту двигателя. Полная маркировка: SAE 10W-40, API SJ/CF/EC, ASEA A3-96, B2-96 IES, BMW, VW 500.00/505.00.

ESSOLUBE LDX – полусинтетическое энергосберегающее всесезонное масло для бензиновых двигателей. Обеспечивает надежное смазывание при удлинённых сроках замены масла. Также рекомендовано для дизелей грузового транспорта. Полная маркировка: SAE 10W-40, API CD/SH, CCMC D4/G5/PD-2, Mercedes-Benz, MAN, VW 500.00/505.00.

ESSOLUBE MHC – минеральное всесезонное масло для бензиновых и дизельных двигателей. Отличное моющее свойство, исключает образование отложений и обеспечивает длительный срок службы двигателя. Полная маркировка: SAE 10W-40, API CD/SG, CCMC D4/G4/PD-2, Opel, Mercedes-Benz, MAN, VW 501.01/505.00 (рекомендовано для легковых автомобилей, грузовых и стационарных дизелей).

ESSO ULTRA DIESEL – полусинтетическое всесезонное масло. Обеспечивает легкий пуск дизеля при низких

температурах, хорошие моющие свойства. Полная маркировка: SAE 10W-40, API CD/EC, ACEA, B3-96, VW 505.00 (рекомендуется для дизелей с турбонаддувом).

ESSO UNIFLO – минеральное всесезонное масло для бензиновых и дизельных двигателей (в т.ч. с турбонаддувом). Обеспечивает чистоту и защиту двигателя от отложений. Полная маркировка: SAE 15W-40, API CJ/CF, ACEA A2-96/B2-96, VW 501.01/ 505/00 (рекомендовано для легковых автомобилей).

ESSO UNIFLO DIESEL – минеральное всесезонное масло для всех дизелей легковых автомобилей. Обладает хорошими моющими свойствами, предотвращает образование отложений. Полная маркировка: SAE 15W-40, API CF, ACEA B2-96, VW 505.00, Mercedes-Benz.

Моторные масла нефтяной компании «ЛУКОЙЛ» выпускаются двух марок: SAE 5W-40 и SAE 5W-30. Эти масла универсальные, полусинтетические, приготовленные из многофункционального пакета присадок фирмы «Этил» (США), рекомендованы для высокофорсированных бензиновых и дизельных двигателей легковых автомобилей при низкотемпературных зимних условиях.

Моторные масла «ВЕЛС супертурбо», «ВТЛС супер», «ВЕЛС HD Экстра», «ВЕЛС норд», «ВЕЛС норд луб», «ВЕЛС-1», «ВЕЛС-2» созданы на основе высококачественных базовых масел селективной очистки с добавлением высокоэффективных присадок. «ВЕЛС супер», «ВЕЛС супертурбо», «ВЕЛС HD Экстра» испытаны и одобрены к применению фирмой «Mercedes-Benz». Масла рекомендованы для автомобилей марки ВАЗ, Москвич, ЗАЗ, ГАЗ (в том числе и для ГАЗель).

### 4.3. Трансмиссионные масла

Трансмиссионные масла, как и моторные, классифицируются по SAE, API. Трансмиссионные масла должны:

- предохранять трущиеся поверхности от износа, заедания, питтинга и других повреждений;
- снижать до минимума потери энергии на трение;
- отводить тепло от трущихся поверхностей;
- снижать шум и вибрацию шестерен, смягчать в них ударные нагрузки;
- не быть токсичными.

Для обеспечения надежной и длительной работы агрегатов трансмиссии смазочные масла должны обладать следующими свойствами:

- иметь достаточные противозадирные, противоизносные и противопиттинговые свойства;
- обладать высокой антиокислительной стабильностью;
- иметь хорошие вязкостно-температурные свойства;
- не оказывать коррозионного воздействия на детали трансмиссии;
- иметь хорошие защитные свойства при контакте с водой;
- иметь хорошие антипенные свойства;
- иметь высокую физическую стабильность при длительном хранении.

Все эти свойства достигаются путем введения в состав базового масла соответствующих функциональных присадок: депрессорной, противозадирной, противоизносной, антиокислительной, антикоррозионной, антипенной.

Многообразие вырабатываемых трансмиссионных масел, предназначенных для разнообразной техники, вызвало необходимость разработки и использования их классификаций, которые позволяют правильно выбрать сорт масла для данной конструкции трансмиссии.

В США и странах Западной Европы получили распространение две системы классификации автотракторных трансмиссионных масел;

- классификация SAE J306 C (Американского общества автомобильных инженеров) по вязкостно-температурным свойствам (табл. 36);

- классификация API (Американского нефтяного института) по эксплуатационным свойствам.

Эти классификации дополняют одна другую, а их совместимость использования обеспечивает правильный выбор необходимого сорта масла.

В табл. 36 приведена классификация трансмиссионных масел по SAE J306 C.

Таблица 36

Классификация трансмиссионных масел SAE J306 C

Показатели	Класс вязкости по SAE						
	70	75	80	85	90	140	250
Вязкость при 100°С, мм <sup>2</sup> /С:							
минимальная	4,1	4,1	7,0	11,0	13,5	24,0	41,0
максимальная	-	-	-	-	<24,0	<41,0	-
Максимальная температура °С, при вязкости 150 Па·С	-55	-40	-26	-12	-	-	-

Масла сортов SAE 70W, 75W, 80W и его соответствующие сорта всесезонных масел SAE 75W-90, 80W-90, 85W-140 рекомендуются для использования в странах с холодным климатом в качестве зимних или всесезонных.

По классификации API трансмиссионные масла делят на шесть групп в зависимости от конструкции агрегатов трансмиссии и условий их эксплуатации (по аналогу технических условий на классификацию на классификацию трансмиссионных масел в РФ, ГОСТ 17479.2–85) (табл. 37).

Таблица 37

Группы трансмиссионных масел и область их применения

Группа	Область применения и условия работы
GL-1	В относительно легких условиях эксплуатации (невысокие нагрузки и скорости скольжения) в механических коробках передач с ручным переключением, ведущих мостов с цилиндрическими, червячными и спирально-коническими зубчатыми передачами. Минеральные масла без присадок или с антиокислительными и противопенными присадками без противозадирных компонентов
GL-2	В заметно жестких условиях по нагрузкам и скоростям скольжения в главных передачах грузовых автомобилей с червячными парами; в состав масел входят антифрикционные присадки
GL-3	В обычных трансмиссиях со спирально-коническими шестернями, работающие в умеренно-жестких условиях по скоростям и нагрузкам. Обладают хорошими противоизносными свойствами и слабыми противозадирными
GL-4	Автомобильные трансмиссии с гипоидной передачей, работающие в условиях больших скоростей при высоких крутящих моментах. В состав масла входит противозадирная присадка средней активности (умеренного действия)



GL-5	В очень тяжелых условиях по нагрузкам и скоростям скольжения, включая ударные нагрузки в гипоидных парах легковых и грузовых автомобилях, механических коробках передач. Масла содержат большое количество серофосфоросодержащей противозадирной присадки
GL-6	Автомобильные гипоидные передачи с повышенным вертикальным смещением осей шестерен, т.е. работающие при повышенных скоростях, ударных нагрузках и высоких крутящих моментах. Масла содержат большее количество серофосфоросодержащей противозадирной присадки, чем масло GL-5

Масла GL-4 и GL-5 составляют группу так называемых универсальных трансмиссионных масел, обеспечивающих работу автомобильных трансмиссий с гипоидными и другими типами главных передач в режимах различных скоростей и нагрузок, характерных для современных автомобилей. Кроме того, их используют в коробках передач и раздаточных коробках, хотя для этого не всегда требуются масла, содержащие эффективные противозадирные присадки. Тем не менее использование одного масла в главной передаче и других агрегатах трансмиссии автомобиля целесообразно, так как сокращается ассортимент применяемых масел и исключается возможность заправки агрегата маслом неподходящего сорта.

Классификации SAE и API дают лишь общую характеристику масел, не учитывая всех показателей качества. Более полные требования к физико-химическим и эксплуатационным свойствам масел и их допустимые предельные значения указывают в спецификациях производителей

автомобилей и других машин, которые, как правило, проводят комплексные испытания собственных узлов и агрегатов, после чего на упаковке с проверенным маслом появляются соответствующие надписи.

Перечень апробированных и допущенных к эксплуатации масел обычно указывается в приложениях к инструкции по эксплуатации автомобиля.

В странах Западной Европы и США автомобильные трансмиссионные масла выпускаются по спецификациям двух типов:

- спецификации фирм, производящих автомобили;
- военные спецификации для снабжения армий США и НАТО.

Промышленные спецификации распространяются на все виды масел групп от GL-1 до GL-6 по классификации API, военные только на GL-4 и GL-6. Из данных типов спецификаций, наиболее широко применяемых в США и странах Западной Европы, являются военные спецификации США: MIL-L-2105, MIL-L-2105B и MIL-L-2105C. Военные спецификации дают описание почти всех требований, предъявляемых к смазочным маслам, которые имеются на заправочных станциях США и большинстве других стран.

В табл. 38 приведена краткая характеристика трансмиссионных масел, выпускаемых фирмой Castrol.

Castrol SMX – синтетическое всесезонное масло, обладает хорошими низкотемпературными свойствами. Способствует пониженному износу шестерен, обеспечивает чистоту коробок передач и увеличивает срок их службы. Стабильная вязкость обеспечивает хорошие смазочные

свойства в течение длительного срока эксплуатации. Рекомендовано для механических коробок передач, работающих в тяжелых условиях. Полная маркировка: SAE 80W-90, API GL-4.

Таблица 38

Трансмиссионные масла, выпускаемые фирмой Castrol

Трансмиссионное масло	Вязкость, мм <sup>2</sup> /с при		Индекс вязкости	Температура, °С	
	40°С	100°С		вспышки	застывания
Castrol SMX-80 W-90	88	16,5	198		-45
SMX-S 75/85W	64	11	164		-57
SMX-B 75W-90	97	15	160	240	-57
SAF-X 75W-140	182	25	171		-54
SAF-XJ 75W-140	177	25	174	224	-54
SAF-XO 75W-90	103,4	15,6	163	216	-57
TAF-X S 90-W	76	14,4	198		-54
EPX, SAE 80W	83	10,4	105	210	-34
EP, SAE 80W	90	10,5	100	220	-32
SAE-90	144,5	14,9	100	220	-26

Castrol SMX-S – синтетическое масло. Специальные композиции присадок обеспечивают хорошие синхронизирующие свойства и, таким образом, легкое переключение скоростей в холодном состоянии. Обеспечивает высокий КПД трансмиссии, что приводит к экономии топлива. Рекомендовано для механических коробок передач, работающих в тяжелых условиях. Разработано специально для автомобилей Subaru. Допускается применение и в др. автомобилях

согласно предписаниям изготовителя. Полная маркировка: SAE 75W/85W, API GL-3/4.

Castrol SMX-B – синтетическое всесезонное масло. Отличается высокой устойчивостью к окислению, хорошими смазывающими свойствами, обладает исключительной устойчивостью к механической деструкции. Полная маркировка: SAE 75W-90, API GL-4. Допущено BMW для всех типов автомобилей с четырехцилиндровыми двигателями и четырехступенчатой коробкой передач, работающих в тяжелых условиях.

Castrol SAF-X – синтетическое всесезонное масло. Хорошо работает при низких температурах, не склонно к пенообразованию, исключительно устойчиво к механической деструкции, что способствует сохранению вязкостной характеристики при сверхвысоких и длительных нагрузках. Повышает КПД трансмиссии. Полная маркировка: SAE 75W-140, API GL-5.

Castrol SAF-XJ – синтетическое масло, обеспечивает надежную защиту трансмиссий от износа и низкий уровень шума. Имеет хорошую текучесть при низких температурах, повышает КПД трансмиссии. Полная маркировка: SAE 75W-140, API GL-5. Рекомендовано для дифференциалов с блокировками в полно приводных автомобилях высокой проходимости.

Castrol SAF-XO – синтетическое масло, обладает высокими антиокислительными свойствами и хорошей текучестью при низких температурах, противоизносными свойствами и низкой склонностью к пенообразованию. Полная маркировка: SAE 75W-90, API GL-5. Рекомендовано

для задних мостов BMW без дисковых блокирующих дифференциалов и специальных задних мостов VW/Audi.

Castrol TAF-XS – синтетическое всесезонное масло. Хорошо работает при низких температурах и обеспечивает работу синхронизаторов при их покрытии молибденом или цветными металлами. Обеспечивает высокий КПД трансмиссии, обладает хорошими противозадирными свойствами. Не содержит в себе хлора. Полная маркировка: SAE 75W-90, API GL-4/5. Разработано специально для автомобилей Subaru и Susuki. Рекомендуется также для всех, трансмиссий, для которых необходимо масло API GL-4.

Castrol EPX – минеральное всесезонное масло. Обладает хорошими противоизносными свойствами, низкой склонностью к пенообразованию. Уменьшает шум в трансмиссиях и способствует повышению их КПД. Полная маркировка: SAE 80W и 90, API GL-5, MIL-L-2105B, Mercedes-Benz. Рекомендовано для всех механических трансмиссий, для которых требуется масло API GL-5.

Castrol EP – всесезонное минеральное масло. Обладает хорошими противоизносными свойствами и низкой склонностью к пенообразованию. Способствует повышению КПД трансмиссий. Полная маркировка: SAE 80W и 90, API GL-4, MIL-L-2105, Mercedes-Benz, MAN. Рекомендовано для механических коробок передач и приводов задних мостов, для которых требуется трансмиссионное масло API GL-4.

В табл. 39 приведена техническая характеристика трансмиссионных масел фирмы BRITISH PETROLEUM.

Таблица 39

## Трансмиссионные масла фирмы BRITISH PETROLEUM

Марка масла	Вязкость, кинематическая мм <sup>2</sup> /с при		Индекс вязкости	Температура, °С	
	40°С	100°С		вспышки	застывания
ENERGEAR SGX	74	14,0	197	178	-45
ENERGEAR EP	94	10,4	97	>200	-24
ENERGEAR EP	181	11,4	94	> 200	-18
ENERGEAR HYPO T4	54	8,9	141	175	-45
ENERGEAR HTX 220	220	27,0	154	270	-45
ENERGEAR HYPO	94	14,0	150	>200	-42
ENERGEAR HYPO	132	13,4	99	220	-30
ENERGEAR HYPO	195	16,9	91	220	-21
ENERGEAR HYPO	472	28,5	90	220	-15
ENERGEAR FE	237	25,7	139	220	-27
ENERGEAR MBE	195	17,6	97	220	-27
ENERGEAR LIMSLIP 90	175	15,8	95	212	-21
ENERGEAR SHX	100	15,7	160	216	-57
ENERGEAR SHX-LS	138	19,8	165	214	-54
ENERGEAR SHX-ZR	180	24,7	169	224	-54

ENERGEAR SGX – синтетическое всесезонное с высокими эксплуатационными свойствами для четырех- и пятиступенчатых коробок передач. Совместимо со всеми

конструкционными материалами, а также с маслами на минеральной основе. Полная маркировка: SAE 75W-90; MIL-L-2105/2105 B, C, GL 45, VW 501,50.

ENERGEAR EP – минеральное масло для цилиндрических прямозубых, конических или геликоидальных зубчатых передач, для трансмиссий и осей, работающих в условиях умеренных нагрузок и давлений. Полная маркировка: SAE 80W, 80W-90, API GL-4, MIL-L-2105, Mercedes-Benz, MAN 341.

ENERGEAR HTX 220 – синтетическое всесезонное масло для автомобилей BMW выпуска до 1991 г.

ENERGEAR HYPO – полусинтетическое (SAE 75W-90) и минеральные (SAE 80W-90, 85W-140) трансмиссионные масла для гипоидных ведущих мостов и некоторых коробок передач. Обладают высокими противоизносными и противозадирными свойствами. Могут использоваться при экстремальных контактных давлениях. Полная маркировка: SAE 75W-90, 80W-90, 85W-140, API-GL-5, MIL-L-2105 B, C, D, Mercedes-Benz 235.0, MAN 342.

ENERGEAR MBE – минеральное всесезонное универсальное трансмиссионное масло для гипоидных передач и самоблокирующихся дифференциалов автомобилей Mercedes-Bens. Полная маркировка: SAE 85W-90, API GL-5, MIL-L-2105B.

ENERGEAR FE – полусинтетическое всесезонное масло для гипоидных дифференциалов. Полная маркировка: SAE 80W-140, API GL-5, MIL-L-2105 B, C, D.

ENERGEAR HYPO TL – полусинтетическое всесезонное масло для коробок передач автомобилей Peugeot и Citroen. Полная маркировка: SAE 70W/80W, API GL-5, PSA B712315.

ENERGEGEAR LIMSLIP – минеральное трансмиссионное масло для самоблокирующихся дифференциалов, обладает высокими противоизносными и противозадирными свойствами. Полная маркировка: SAE 90, API GL-5, MIL-L-2105 D, Borg-Warner.

ENERGEGEAR SHX – синтетическое всесезонное масло для гипоидных передач и дифференциалов. Полная маркировка: SAE 75W-90; API GL-5, MIL-L-2105 B; C BMW (модели с августа 1993 г.).

ENERGEGEAR SHX-LS – синтетическое всесезонное масло для самоблокирующихся дифференциалов. Полная маркировка: SAE 75W-90; API GL-5; MIL-L-2105 B, C, BMW (модели с января 1994 г.).

ENERGEGEAR SHX-ZR – синтетическое всесезонное масло для самоблокирующихся дифференциалов. Полная маркировка: SAE 75W-140; API GL-5; MIL-L-2105 B, C; BMW (модели с января 1996 г.).

Многие изготовители автомобилей имеют собственные методы испытаний трансмиссионных масел первой заправки, например General Motors, Ford, MAN, Mercedes-Benz, Volkswagen и некоторые другие.

Почти все автомобили фирм Западной Европы полностью или в качестве основы используют спецификации США MIL-L-2105 B или MIL-L-2105 C.

В табл. 40 приведены основные параметры трансмиссионных масел фирмы SHELL.

SHELL SPIRAX G – высококачественное всесезонное масло трансмиссионное для механических коробок передач (в т.ч. с синхронизаторами), работающих в условиях



высоких скоростей и крутящих моментов и ведущих мостов для условий средней жесткости. Полная маркировка: SAE 80W-90, API GL-4.

Таблица 40

Трансмиссионные масла фирмы SHELL

Трансмиссионное масло	Вязкость, мм <sup>2</sup> /с при		Индекс вязкости	Температура, °С	
	40°С	100°С		вспышки	застывания
SPIRAXG SAE 80W-90	160	15,9	90	175	-27
SAE 140	559	32,7	89	199	-9
SPIRAX NORD G-75 W-90	65	14,3	229	125	-48
SPIRAX GX 80 W	78	9,5	-	218	-33
SPIRAX MA 80 W	87	9,8	95	177	-33
SPIRAX A SAE 80W-90	154	15,8	85	166	-27
SAE 85 W-140	423	29,9	98	212	-15
SPIRAX NORD A 75 W-90	89,2	14,0	176	177	-33
SPIRAX AX SAE 90	172	16,7	-	227	-33
SAE 80W-90	169	16,8	-	227	-33
SPIRAX MB 90	184	16,9	97	268	-18
TRANSAXLE OIL 75W-90	81	14,9	194	205	-48
GETRIEBE OIL LS 90	168	16,6	104	210	-30

SHELL SPIRAX NORD G – высококачественное всесезонное полусинтетическое масло для механических коробок передач (в т.ч. с синхронизаторами), работающих в условиях средней жесткости. Имеет хорошие вязкостные характеристики при экстремально низких температурах,

отличается высокой термической и окислительной стабильностью. Полная маркировка: SAE 75W-90, API GL-4, VW 501.50.

SHELL SPIRAX GX – энергосберегающее минеральное трансмиссионное масло, содержит многофункциональные присадки нового поколения. Имеет повышенный срок замены в коробках передач перспективных конструкций с синхронизаторами, а также в ведущих мостах, работающих в условиях средних нагрузок. Масло отличается высокой стабильностью в течение всего срока службы. Полная маркировка: SAE 80W, API GL-4, Mercedes-Benz-235.5, 235.1, MAN 341 (EOD); ZFTE-ML 02, 08, Eaton; Isuzu.

SHELL SPIRAX A – высококачественное всесезонное масло для различных агрегатов автомобильных трансмиссий. Предназначено для тяжело нагруженных гипоидных передач и других узлов, работающих в условиях высоких скоростей и ударных нагрузок. Полная маркировка: SAE 80W-90, API GL-5, MIL- L-2105 D Mask GO-G.

SHELL SPIRAX NORD A 75W-90 – полусинтетическое всесезонное масло, для различных агрегатов автомобильных трансмиссий, требующих применения масел с хорошими противозадирными свойствами тяжело нагруженных гипоидных передач и других узлов, работающих в условиях высоких скоростей и высокого крутящего момента. Масло имеет хорошие вязкостные характеристики в условиях экстремально низких температур и отличается высокой термической и окислительной стабильностью. Полная маркировка: SAE 75W-90, API GL-5, MIL-L-2105 D и Mask GO-G.

SHELL SPIRAX AX – энергосберегающее минеральное масло высокого качества. Разработано с использованием многофункциональных присадок нового поколения для применения с повышенным сроком замены в агрегатах тяжело-нагруженных ведущих мостов и несинхронизированных механических коробок передач. Качество масла обеспечивает снижение потерь мощности и снижение износа агрегатов трансмиссии. Полная маркировка: SAE 80W-90, API GL-5, MIL-L-2105 D, MAN 342, VOLVO 97310, EATON.

SHELL SPIRAX MB – качественное минеральное масло, содержащее многофункциональные присадки, благодаря которым обеспечиваются надежные противоизносные свойства, окислительная стабильность и защита от коррозии. Предназначено для зубчатых передач, работающих в условиях крайне тяжелых нагрузок – скоростей. Полная маркировка: SAE 75W-90; API GL-5; MIL-L-2105 D, MAN 342, MB 235.0.

TRANSAXLE OIL – всесезонное синтетическое масло высшего качества для высоконагруженных агрегатов трансмиссий легковых автомобилей, особенно для коробок передач, совмещенных с главной передачей. Обеспечивается длительная и надежная работа как гипоидных передач, так и синхронизаторов, значительное уменьшение потерь мощности в трансмиссии. Полная маркировка: SAE 75W-90, API GL-5, MIL-L-2105 D, допущено Ferrari и Porsche (96.6).05.

GETRIEBE OIL LS – высококачественное минеральное масло для ведущих мостов с самоблокирующимися дифференциалами и дифференциалами повышенного

трения. Полная маркировка: SAE 90, API GL-5, MIL-L-2105 В и Ford ESW-M2C 119-A.

В табл. 41 приведены основные показатели трансмиссионных масел фирмы ESSO.

Таблица 41

Трансмиссионное масло фирмы ESSO

Трансмиссионное масло	Вязкость, мм <sup>2</sup> /с при		Индекс вязкости	Температура, °С	
	40° С	100° С		вспышки	застывания
ESSO GEAR OIL GX-D					
SAE 80W	90	10,1	-	210	-30
SAE 85W-90	200	17,4	-	220	-24
ESSO GEAR OIL GP-D					
SAE 80W	90	10	-	218	-30
SAE 85W-90	202	17	-	225	-21
SAE 85W-140	375	28	-	230	-21
ESSO GEAR OIL GX					
SAE 75W-90	100	15	153	208	-40

ESSO GEAR OIL GX-D – минеральное масло. Уменьшает износ и пеннообразование, защищает детали трансмиссии от коррозии, обладает хорошей текучестью при низких температурах, совместимо с уплотнительными материалами. Полная маркировка: SAE 80W, 85W-90, API GL-5, MIL-I-2105 D, MAN 342, MB 235. Рекомендовано для коробок передач с гипоидным зацеплением, коническим зацеплением главных передач, карданных приводов и коробок передач мотоциклов.

ESSO GEAR OIL GP-D – минеральное масло. Уменьшает износ, устойчиво к окислению, обладает хорошей

текучестью при низких температурах, отличается низким пенообразованием, защищает детали трансмиссий от коррозии, совместимо с резиновыми уплотнениями. Полная маркировка: SAE: 80W, 85W-90, 85W140, API GL-4, VW 726, MAN 341, MB-235.1, Volvo, MIL-L-2105. Рекомендовано для механических коробок передач, рулевого управления, главных передач (кроме гипоидных).

ESSO GEAR OIL GX – всесезонное полусинтетическое масло. Высокоэффективно для гипоидных передач и специальных ступенчатых коробок передач. Предназначено и для предельно низких температур эксплуатации. Полная маркировка: SAE 75W-90; API GL-5. Рекомендовано для главных передач современных конструкций с высокой нагрузкой в специальных ступенчатых коробках передач.

Трансмиссионные масла нефтяной компании «Лукойл» выпускаются следующих марок: ВЕЛС ТМ, ВЕЛС ТРАНС-5, ВЕЛС ТРАНС-3 и ТАД-17и. Эти масла созданы на базе экстрактов от фенольной очистки деасфальтизатов или остаточных масел и дистиллятных масел с введением присадок.

Масла ВЕЛС ТМ, ВЕЛС ТРАНС-5 и ТАД-17и испытаны и допущены к применению НТЦ «АвтоВАЗ» для всех агрегатов трансмиссий автомобилей ВАЗ, «Волга», «Москвич». Можно использовать также и для агрегатов трансмиссий автомобилей иностранных марок.

Масло ВЕЛС ТРАНС-3 рекомендовано для трансмиссий грузовых автомобилей с негипоидными передачами.

#### 4.4. Масла для автоматических коробок передач

Масла и жидкости для автоматических коробок передач имеют особые маркировки, наиболее распространенные из которых Dexron, Type A, Type F, Mercon. Различаются они в основном фрикционными характеристиками. Все эти масла представляют собой минеральные масла с хорошей низкотемпературной текучестью.

Type AU DEXRON соответствуют требованиям, предъявленным к автоматическим трансмиссиям General Motors, Mercon – к автоматическим трансмиссиям Ford, выпущенным после 1981 г., а Type F – к Ford выпуска до 1981 г. Это не означает, что они не годятся для коробок передач других производителей – привязка к фирме означает лишь, что масла разрабатывались по ее заказу и сертифицировались ее специалистами.

В табл. 42 приведены основные параметры жидкостей для автоматических трансмиссий фирмы Castrol.

GASTROL TRANSMAX S – синтетическое масло. Обладает низкой склонностью к пенообразованию, а низкотемпературные свойства обеспечивают легкость переключения передач. Имеет хорошие антифрикционные свойства, отличается высокой стабильностью против старения, что позволяет увеличивать сроки его замены. Рекомендовано для всех автоматических коробок передач легковых и грузовых автомобилей, а также систем рулевого управления с сервоприводом.

GASTROL TRANSMAX Z – синтетическое масло. Характеризуется высокой стойкостью к механической деструкции, отличными антифрикционными и антикоррозионными

свойствами, а также высокой стабильностью против старения. Низкотемпературные свойства обеспечивают легкость переключения передач. Рекомендовано для всех автоматических коробок передач всех легковых и грузовых автомобилей, а также систем рулевого управления с сервоприводом.

Таблица 42

Основные параметры жидкостей для автоматических трансмиссий фирмы Castrol

Жидкость для автоматических трансмиссий	Вязкость, мм <sup>2</sup> /с при		Индекс вязкости	Температура, °С	
	40° С	100° С		вспышки	застывания
GASTROL TRANSMAXS	35	7,1	170	-	-60
GASTROL TRANSMAX Z	36	7,1	170	-	-60
GASTROL TQ-D	36,8	7,4	174	200	-42
GASTROL TQ DEXRON III	35	7,0	160	-	-43

GASTROL TQ-D – рекомендовано для всех автоматических коробок передач и сервоуправлений. Прошло широкую проверку и сертифицировано General-Motors. Подходит также для всех автоматических коробок передач и сервоуправлений фирмы Ford.

GASTROL TQ DEXRON III – универсальное масло на минеральной основе. Обладает хорошей текучестью при низких температурах, высокой устойчивостью к старению, защищает от износа и коррозии. Имеет постоянный коэффициент

трения и широкий температурный диапазон применения. Совместимо со всеми уплотнительными материалами. Сертифицировано фирмой Mercedes Benz и рекомендовано для автоматических коробок передач и рулевых управлений с сервоприводом легковых и грузовых автомобилей.

В табл. 43 приведены параметры трансмиссионных масел фирмы BRITISH PETROLEUM.

Таблица 43

Основные параметры трансмиссионных масел  
фирмы BRITISH PETROLEUM

Жидкости для автоматических трансмиссий	Вязкость кинематическая, мм <sup>2</sup> /с при температуре		Индекс вязкости	Температура, °С	
	40°С	100°С		вспышки	застывания
AUTRAN DX III	33,5	7,2	187	202	-51
AUTRAN LTF	32,5	7,4	205	240	-51
AUTRAN MBX	39,0	7,5	165	217	-42
AUTRAN ATF-900	36,7	8,0	201	220	-42
AUTRAN MM-SP	37,0	7,5	177	204	-45
AUTRAN MM-SPII	37,0	7,5	172	196	-42
AUTRAN MT-75	36,0	7,2	150	210	-40
AUTRAN GM-MP	34,3	7,4	192	210	-42

AUTRAN DX III – полусинтетическое универсальное масло для автоматических трансмиссий. Сертифицировано фирмой Ford.

AUTRAN LTF – синтетическая жидкость для автоматических трансмиссий и гидроусилителей рулевого управления. Сертифицировано фирмами: Mercedes-Benz, MAN, Caterpillar, Ford и др.



ATF-900 – полусинтетическое масло для автоматических коробок передач, не содержит модификаторов трения. Сертифицировано фирмой Ford.

AUTRAN MBX – полусинтетическое масло для коробок передач и гидроусилителей рулевого управления. Сертифицировано фирмами: Ford, Mercedes-Benz, MAN 339, Allison, Renk, Voith и др.

AUTRAN GM-MP – полусинтетическая многофункциональная жидкость для автоматических трансмиссий и гидроусилителей руля. Сертифицировано фирмой Mercedes-Benz 236.2, 236.5.

AUTRAN MM-SP – минеральное масло для автоматических коробок передач Mitsubishi, Magna и Hyundai.

AUTRAN MM-SPII – полусинтетическое масло для автоматических коробок передач автомобилей Mitsubishi (переднее приводные модели) всех автомобилей Hyundai.

AUTRAN MT-75 – полусинтетическое масло для коробок передач Ford MT 75.

В соответствии с рекомендацией изготовителей автомобилей жидкости для автоматических трансмиссий могут применяться в механических коробках передач с ручным приводом.

В табл. 44 приведены марки жидкостей для автоматических трансмиссий, выпускаемых фирмой SHELL.

Жидкость Donax TA – предназначена для автоматических трансмиссий и гидравлических систем легковых автомобилей. Обеспечивает надежную работу коробок передач и гидросистем в широком диапазоне температур. Снижает износ узлов агрегатов. Соответствует требованиям GM Dexron IID.

Основные параметры жидкостей для автоматических трансмиссий фирмы SHELL

Марки жидкостей для автоматических трансмиссий	Вязкость, мм <sup>2</sup> /при		Индекс вязкости	Температура, °С	
	40°С	100°С		вспышки	застывания
DONAX TA	34,6	7,1	140	190	-45
DONAX TG	35	7,0	175	200	-40
DONAX TF	40	8,2	176	174	-42
DONAX TM	40	7,5	155	171	-42
DONAX TX	34	7,2	190	152	-45

Donax TG – высококачественная жидкость для автоматических трансмиссий и гидравлических систем легковых автомобилей. Имеет стабильные вязкостные характеристики и противоизносные свойства. Соответствует требованиям GM Dexron IIF, FordMercon, GM Allison C-4.

Donax TM – высококачественная жидкость для автоматических трансмиссий и гидросистем легковых автомобилей, а также внедорожной техники.

Соответствует требованиям GMTunA, Суффикс A, GM Alliso C-4, Mercedes-Benz 236,2.

Donax TX – жидкость элитного качества для современных автоматических трансмиссий и гидросистем легковых автомобилей на основе уникальной синтетической технологии фирмы Shelle. Отличается стабильностью фрикционных характеристик и отличными противоизносными свойствами. Превосходит требования спецификации GM Dexron III, FordMercon, GM Allison C-4, Voith G 607, ZE TE ML-14.

В табл. 45 приведены основные показатели жидкостей для автоматических трансмиссий фирмы ESSO.

ESSO Automatik Transmission Fluid (30320) – всесезонное минеральное масло, соответствующее стандартам General Motors DEXRON III, IID, IIE. Допущено к применению: General Motors Dexron III (включая IIE), Ford Mercon, Allison C-4, Mercedes-Benz 236,1/235,5.

Таблица 45

Основные параметры жидкостей для автоматических трансмиссий фирмы ESSO

Марка жидкости для автоматической трансмиссии	Вязкость, мм <sup>2</sup> /при		Индекс вязкости	Температура, °С	
	40° С	100° С		вспышки	застывания
ESSO ATF-F (30320)	35	7,4	187	195	-48
ESSO ATF-D (21611)	40	7,8	-	210	-42

ESSO ATF-D (21611) – всесезонное минеральное масло для автоматических коробок передач. Обладает высокой устойчивостью к окислению и сопротивлением срезу масляной пленки. Допущено к применению: Mercedes-Benz 236.7, MAN 239, BMW, Allison C-4, Renk, ZE TE ML 09.11.14. Рекомендовано для жидкостных муфт сцепления.

#### 4.5. Технические и рабочие жидкости

В этом разделе приводятся данные охлаждающих жидкостей для двигателя внутреннего сгорания и тормозных жидкостей для легковых и грузовых автомобилей.

Фирма BRITISH PETROLLEUM выпускает концентраты охлаждающих жидкостей BP ANTIFREEZE и BP ANTI-FROST X 2270 A на основе этиленгликоля. Применяются в смеси с дистиллированной водой в концентрации 25–50%. Охлаждающие жидкости обеспечивают нормальную работу системы охлаждения при отрицательных температурах (от –35°С до –38°С). Предотвращают перегрев двигателя в летнее время, защищают систему охлаждения от коррозии и совместимы с резиновыми уплотнениями.

Специальный допуск и спецификации: BS 6580 (Англия); NER 15-16 (Франция); CUNA NC 956-16 (Италия); ONORM V 5123 (Австрия); SAE J-1034, ASTM D-3306, (США); JIS K 2224 (Япония); BMW, Opel, MB 352.3.

Фирма SHELL выпускает концентрированный и разбавленный антифризы, а GLYCOSHELL CONCENTRATE/FROSTVAESKE-KONSENTRAT – высококачественный антифриз и охлаждающий агент для круглогодичного применения во всех двигателях внутреннего сгорания с жидкостной системой охлаждения. Защищает системы охлаждения от замерзания и коррозии. Соответствует большинству спецификаций европейских фирм-изготовителей двигателей: BMW N600, 69;0; GM 040,0240; SAAB 6901599; Volvo 12860 83; Mercedes-Benz DBL 7700,00, 325,25; VW TL 774 C.

Фирма BRITISH PETROLEUM выпускает несколько гидравлических рабочих жидкостей:

HYDRAVLIC LHM – тормозная жидкость на масляной основе для гидравлических систем, приводов тормозов и сцепления, гидроусилителей рулевого управления автомобилей Citroen и некоторых других. Эта жидкость имеет специальный допуск и спецификации от фирм Citroen 24338; Ford M16 C-59A; DCSEA 405(Франция); ISO 7308.

HYDRAVLIC LHM NG – гидравлическая тормозная жидкость зеленого цвета на масляной основе для гидравлических систем, привода тормозов и сцепления, гидроусилителя рулевого управления автомобилей Citroen и некоторых других. Специальные допуски и спецификации: ISO 7308; Citroen B 712710.

BRAKE FLUID DOT-4 – синтетическая тормозная жидкость на основе гликолевых эфиров борной кислоты. Рекомендуется для систем приводов тормозов и сцепления. Специальные допуски и сертификации: FMVSS N 116 DOT-4, SAE J1703; ISO 4925.

Фирма SHELL выпускает тормозную жидкость BRAKE FLUID DONAXYB/BREMSEVAESKE 281022, которая соответствует требованиям SAE J 1703 и FMVSSNO 116 DOT- 3 и DOT-4. Можно применять в дисковых и барабанных тормозных системах, сцеплениях и других устройствах, для которых рекомендована жидкость SAE J 1703.

## 4.6. Пластичные смазки

Пластичные смазки по консистенции занимают промежуточное положение между маслами и твердыми смазочными материалами (например графитами). При невысокой температуре и отсутствии нагрузки смазка сохраняет форму, приданную ей ранее, а при нагреве и под нагрузкой начинает слабо течь – настолько слабо, что не выходит из зоны трения и не просачивается через уплотнения. Основные функции пластичных смазок те же, что и жидких масел: снижение износа, предотвращение задиров, защита от коррозии и т.д. Специфика лишь в области применения. Пластичные смазки используются в негерметичных и даже в открытых узлах; пригодны для смазывания сильно изношенных пар трения. Смазки отличаются способностью прочно держаться на смазываемых поверхностях и очень длительным сроком эксплуатации и хранения.

Технология получения пластичных смазок в дальнейшем зарубежье практически не отличается от российских технологий. Пластичные смазки получают путем добавления в минеральную или синтетическую масляную основу различных загустителей, под действием которых масло становится малоподвижным. В качестве загустителей применяют углеводороды (парафин, цезерин, петролатум). В зависимости от класса смазки содержание загустителя может составлять от 5 до 30% ее массы. Именно его типом и количеством определяются эксплуатационные свойства смазки, поэтому в ее название, как правило, он присутствует: литиевая смазка, кальциевая и другие.

Чтобы «подстраховать» работу смазки в запредельном тепловом и нагрузочном режиме, иногда в нее вводят твердые добавки – графит и диосульфит молибдена. Заканчивается процесс изготовления добавлением в смазку различных присадок (по назначению аналогичных масляным), особое место среди которых занимают адгезионные, т.е. клейкие – они усиливают действие загустителя и повышают способность смазки держаться на металле.

Основным показателем качества смазок является температура каплепадения и пенетрация.

Ассортимент пластичных смазок довольно широк. По назначению их делят на четыре группы: антифрикционные, консервационные, канатные и уплотнительные, однако это деление весьма условно. Большинство антифрикционных смазок можно использовать для консервации, например, многие уплотнительные – в качестве антифрикционных.

Международная классификация пластичных смазок по консистенции NLGI (National Lubricating Grease Institute, USA) делит их на девять классов (табл. 46). Критерием деления является уровень пенетрации.

Ниже приводится краткая техническая характеристика пластичных смазок известных фирм.

Фирма BRITISH PETROLEUM выпускает несколько марок пластичных смазок на основе литиевого мыла с различными по своему назначению присадками.

ENERGREASE L21M – содержит диосульфит молибдена, ингибиторы коррозии и окисления. Применяется для тяжело нагруженных пар с малыми относительными

скоростями движения и для пар с возвратно-поступательным движением. Рабочая температура от  $-25^{\circ}\text{C}$  до  $+130^{\circ}\text{C}$ , температура каплепадения  $+190^{\circ}\text{C}$ . Специальные допуски и спецификации: Caterpillar; Ford ECA MIC 71 A/75A. Расфасована в таре массой брутто 0,4 кг, 15 кг, 25 кг и 180 кг.

Таблица 46

Классификация пластичных смазок

Класс	Диапазон пенетрации	Визуальная оценка консистенции
000	445-475	очень мягкая, аналогичная очень вязкому маслу
00	400-430	
0	355-385	мягкая
1	310-340	
2	265-295	вазелинообразная
3	220-250	почти твердая
4	175-205	твердая
5	130-160	
6	85-115	очень твердая, мылообразная

ENERGREASE LS-EP 2G - содержит графит, противозадирные присадки, ингибиторы окисления и коррозии. Применяется как смазка подшипников, шасси, шарниров угловых скоростей, обеспечивает высокую степень защиты металлических поверхностей, выдерживает высокие нагрузки, в т.ч. и ударные. Водостойкая. Рабочая температура от  $-25^{\circ}\text{C}$  до  $+140^{\circ}\text{C}$ , температура каплепадения  $+190^{\circ}\text{C}$ . Расфасована в таре масса брутто 0,5 и 25 кг.



ENERGREASE L2 - применяется для смазывания подшипников ступиц колес, шасси, подшипников насосов (систем охлаждения) и цепных передач, а также для централизованных смазочных систем. Рабочая температура от минус 25°C до +130°C, температура каплепадения +195°C. Смазка класса NLGI-2. Расфасована в таре брутто 0,5 кг, 15 кг, 60 кг, 180 кг.

ENERGREASE LC2 - многоцелевая для смазывания подшипников качения и скольжения всех типов. Эффективна в условиях высоких температур. Сохраняет несущую способность при экстремальных давлениях. Надежно защищает от коррозии. Устойчива к окислению и воздействию влаги. Рабочая температура от минус 30°C до +160°C, температура каплепадения более +240°C. Смазка класса NLGI-2.

ENERGREASE LS3 - влагостойкая смазка, предназначена для смазывания всех подшипников при нормальных нагрузочных режимах. Имеет продолжительный срок службы. Обеспечивает высокую степень защиты металлических поверхностей. Рабочая температура от минус 26°C до +130°C, температура каплепадения +195°C. Смазка класса NLGI-2. Фирма Shell выпускает пластичные смазки на литиевой основе и литий-кальциевой.

RETINAX EP2 - высококачественная многоцелевая автомобильная смазка на основе литиевого мыла. Обладает хорошей механической стабильностью, защитными и противозадирными свойствами. Рекомендована для подшипников и шарниров рулевого управления и трансмиссии, генераторов и подшипников систем охлаждения.

RETINAX HDX2 – многоцелевая автомобильная литий-кальциевая смазка с повышенным ресурсом для особо тяжелых условий эксплуатации. Содержит диосульфит молибдена. Отличается высокими противоизносными и противокоррозионными свойствами. Обеспечивает надежную работу смазываемых узлов и деталей при ударных нагрузках и во влажной среде. Рекомендуются для шарниров и шкворней подвески, карданного вала.

RETINAX EPL2 – высококачественная литиевая смазка с высокими антиокислительными, защитными и противозадирными свойствами. Хорошо сбалансированный состав позволяет заметно улучшить фрикционные характеристики и снизить потери на трение. Смазка получила одобрение фирмы Mercedes-Benz (MB 267) и рекомендована для подшипников ступиц колес автомобилей.

Retinax HD 2 – многоцелевая автомобильная литий-кальциевая смазка с повышенным ресурсом. Имеет высокие противоизносные свойства, стабильна в условиях сильной вибрации и тяжелых нагрузок. Рекомендована для подшипников колес, сочленений карданных валов, шасси и др.

Следует помнить, что в современном автомобиле в узлы трения пластичные смазки закладываются на весь срок службы и производители даже не считают нужным предлагать карты смазки к руководствам по эксплуатации. Эксплуатационникам более старых машин необходимо придерживаться двух советов: не использовать смеси смазок различных типов и не заполнять узлы трения смазкой до отказа, так как при нагревании она увеличивается в объеме и может выдавливаться через уплотнения.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Охарактеризовать классификацию моторных масел по SAE J 300 DEC95.
2. Охарактеризовать температурные пределы применения сезонных и всесезонных моторных масел.
3. Назовите эксплуатационные свойства моторных масел категории «Service» и «Commercial».
4. Охарактеризовать классификацию API моторных масел по эксплуатационным свойствам категории «S» и «C».
5. В чем сущность Европейской классификации эксплуатационных свойств моторных масел (по ACEA)?
6. Классификация моторных масел по ILSAC.
7. Особенности маркировки моторных масел для европейского рынка. Привести примеры.
8. Характеристика и маркировка масел для двухтактных двигателей.
9. Охарактеризовать марки моторных масел ведущих фирм (Castrol, British Petroleum, Shell, ESSO и др.)
10. Классификация трансмиссионных масел по SAE J 306 C.
11. Характеристика трансмиссионных масел по API и область применения.
12. Характеристика трансмиссионных масел, выпускаемых фирмой Castrol, British Petroleum.
13. Характеристика марок жидкостей для автоматических трансмиссий, выпускаемых фирмами Shell, ESSO.
14. Характеристика охлаждающих жидкостей для двигателей внутреннего сгорания.
15. Характеристика тормозных жидкостей для легковых и грузовых автомобилей.
16. Классификация и характеристика пластичных смазок.

## **Глава 5**

### **ОСНОВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО И ЭКОНОМНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОПЛИВ И СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

#### **5.1. Пути сокращения потерь нефтепродуктов**

Задачей всех эксплуатационщиков современных автомобилей, тракторов и др. машин является сокращение, а при возможности полное исключение потерь нефтепродуктов. Устранение потерь, рациональное использование и экономия нефтепродуктов позволяют получить не только экономический эффект, заключающийся в стоимости сэкономленного нефтепродукта, но и в значительной степени сохранить топливные ресурсы республики. Топливо, смазочные материалы, пластичные смазки и технические жидкости нужно экономить на всех участках их использования. Этого достигают не только при технически правильной организации транспортирования, слива и хранения нефтепродуктов, но и применением их при эксплуатации машинно-тракторного парка строго по назначению. Сохранение качества используемых нефтепродуктов

имеет также большое значение для обеспечения надежной и долговременной работы машинно-тракторного парка. Предупреждение потерь и утечек нефтепродуктов является исключительно важным для защиты окружающей среды. Попадание только 1 г нефтепродукта приводит в непригодность 10 м<sup>3</sup> питьевой воды, а содержание 10 г его в 1 м<sup>3</sup> делает ее ядовитой, непригодной для питья и приготовления пищи, рыба в ней гибнет. Отрицательно влияют растекающиеся нефтепродукты и на растительность.

Чтобы решение вопросов экономии нефтепродуктов было успешным, необходимо знать причины и источники их потерь.

При обращении с нефтепродуктами и эксплуатации машинно-тракторного парка необходимо выполнять следующие правила:

- знать ассортимент и свойства нефтепродуктов, применяемых для тракторов, автомобилей, комбайнов, дорожных и сельскохозяйственных машин;
- правильно организовать работу нефтесклада предприятия и поставок заправки и оснастить их необходимыми техническими средствами, обеспечивающими механизированный слив, отпуск и заправку;
- использовать наряду со стационарным оборудованием передвижные механизированные средства для заправки машин непосредственно при работе агрегатов в поле только отстоянным топливом;
- обеспечить соответствующее хранение нефтепродуктов, не допуская ухудшения их первоначальных качеств за счет загрязнения, обводнения, испарения и окисления;

- применять для транспортирования нефтепродуктов специальные и только исправные технические средства, не допускающие загрязнения и утечек;
- проводить правильное техническое обслуживание систем питания и смазки, механизмов двигателей тракторов, автомобилей и других машин;
- наладить систематический контроль качества используемых нефтепродуктов и не допускать, применения для машинно-тракторного парка топливо-смазочных материалов, не соответствующих требованиям стандарта;
- контролировать применение и разрабатывать технически обоснованные нормы расхода топлива и смазочных материалов, особенно для новой техники;
- соблюдать установленные правила по технике безопасности и противопожарным мероприятиям на всех участках при хранении, транспортировании и использовании нефтепродуктов.

#### **Транспортирование и слив нефтепродуктов.**

Нефтепродукты следует перевозить в технически исправных герметизированных цистернах, что обеспечивает чистоту топлива и до минимума сокращает потери его от разлива и испарения. Чтобы уменьшить потери при заполнении цистерн, рекомендуется заправлять их не открытой струей, что приводит к разбрызгиванию и испарению топлива, а способом нижнего налива под уровень. В этом случае потери бензина, в частности, уменьшаются примерно в три раза.

В табл. 47 приведены значения потерь нефтепродуктов при различных условиях их использования.

Таблица 47

## Потери нефтепродуктов

Источники потерь	Нефте- продукт	Потери	
		кг	%
<i>При транспортировании</i>			
Заполнение бензовоза: выше отметки (за рейс) ниже отметки (за рейс)	Бензин	10-12	0,4-0,5
	-»-	3-10	0,1-0,4
Неполное закрытие горловины бензовоза (за рейс)	-»-	15-40	0,6-1,7
Неплотности в топливопроводах и швах бензовоза	-»-	2-10	0,1-0,4
Неплотности в пробке бочки (на бочку)	-»-	0,1-1	0,07-0,7
<i>При наливе, сливе</i>			
Налив открытой струей ниже уровня, на 1 м <sup>3</sup>	Бензин	2-3	0,2-0,3
Остаток в бензовозе (за рейс)	-»-	20-25	1,1-5
Остаток в рукавах (за рейс)	-»-	5-8	-
Неисправные средства перекачки (за рейс)	-»-	2-10	0,1-0,4
<i>При хранении (резервуар емкостью 10 м<sup>2</sup>)</i>			
Заполнение резервуара на 20-60% (в год)	Бензин	70-140	8,5-15
Не окрашенный в светлый цвет резервуар (в год)	-»-	65	1,0
Резервуар без дыхательного клапана (в год)	-»-	2000	-
Подтекание задвижки со скоростью одна капля в секунду (в год)	-»-	1200	-
Микротрещины в сварочном шве (на 1 м в сут.)	-»-	50	-
<i>При заправке (отпуске)</i>			
Неплотности в соединениях средств заправки (в год)	Бензин	1000-2000	0,4-0,5
Заправка без раздаточного крана (в год)	-»-	-	0,18-0,2
Заправка кружкой из бака (в год)	Масло	-	3,5-10
Заправка без шприцев вручную (в год)	Соли-дол	-	17-20

Необходимо следить за герметичностью всех соединений и уплотнений автоцистерны, исправностью дыхательных клапанов. Для уменьшения нагревания нефтепродуктов в летнее время цистерны окрашивают в светлые тона. При выдаче сливают все топливо из соединительных рукавов и шлангов.

**Хранение топлив и смазочных материалов.** В результате неплотного соединения трубопроводов, негерметичности люков и крышек резервуаров, неисправности дыхательных клапанов, трещин в сварных швах и нагревания солнечными лучами топливо может утекать, испаряться, а также загрязняться пылью воздуха и атмосферной влагой. В результате этого происходят количественные потери нефтепродукта и снижается его качество.

К большим потерям топлива приводит подкапывание при заправке, просачивание через микротрещины в сварном шве (потение), неплотные соединения трубопроводов, кранов и люков. Чтобы избежать таких потерь, необходимо своевременно и тщательно проводить техническое обслуживание и ремонт оборудования постов заправки и нефтескладов.

Для временного ремонта резервуаров используют аварийные замазки и клеи. Выпускают специальный набор ОП-1764, состоящий из материалов и инструментов для ремонта с помощью полимерных материалов.

В состав смазки входят: эпоксидная смола ЭД-5 или ЭД-6, как основное связующее вещество в смеси, отвердитель полиэтилен-полиамин, пластификатор дибутилфталат и наполнители - тонкоизмельченные порошки (цемент,



алюминиевая пудра и т.д.). В табл. 48 приведен состав эпоксидных смол.

Таблица 48

Состав эпоксидной смолы для устранения дефектов  
на нефтеоборудовании

Материал	Состав, % по массе			
	N1	N2	N3	N4
Эпоксидная смола ЭД-5 и ЭД-6	100	100	100	100
Дибутилфтолат	12/20	12/20	12/20	12/20
Полиэтиленполиамин	12/10	12/10	12/10	12/10
Наполнители:				
цемент марки 400	-	20	-	20
алюминиевая пудра	-	-	25	20
порошок слюды	-	-	25	-

\* В числителе – для смолы ЭД-5, в знаменателе – для смолы ЭД-6

Большое количество нефтепродуктов теряется в результате нагревания резервуаров солнечными лучами. Из бензина испаряются легкие фракции, что ухудшает пуск двигателя, снижаются противодетонационные качества бензина. На таком бензине двигатель будет работать неэкономно, с повышенным износом деталей. При нагревании топливо окисляется, образуются смолисто-асфальтовые соединения. Они вызывают усиленное нагарообразование в камере сгорания двигателя, что способствует повышению его теплонапряженности и снижению экономичности. Все это вызывает уменьшение межремонтного срока работы двигателя на 20–30% и повышение расхода топлива примерно на 6–8%.

Резервуар для хранения топлива нагревается солнечными лучами меньше, если он окрашен в светлые цвета и находится в тени. В резервуаре, окрашенном в темный цвет, температура топлива достигает  $+30^{\circ}\text{C}$  и выше, а в резервуаре, окрашенном в светлый цвет, она составляет около  $+12^{\circ}\text{C}$ .

Установлено, что за год хранения в результате испарения потери бензина в зависимости от окраски резервуара составляют: при черном цвете – 1,24%; при красном – 1,14%; при сером – 1,03%; при серебристом – 0,83%.

Эффективным средством борьбы с потерями бензина от испарения является подземная установка резервуаров. В этом случае потери от испарения уменьшаются практически в три раза.

**Организация эксплуатации машинно-тракторного парка.** Вопросы правильной организации использования машин являются первостепенными в деле экономии нефтепродуктов. Один из способов экономного расходования топлива – наиболее полная загрузка мощности двигателя машины. При эксплуатации трактора с загрузкой мощности двигателя меньше номинальной удельный расход топлива на единицу мощности значительно возрастает. Следовательно, при выполнении одинакового объема работ тракторами с различной загрузкой мощности двигателя расход топлива на единицу выполняемой работы будет различным. Так, при загрузке двигателя трактора, составляющей около 60% от номинальной, расход топлива на единицу выполняемой работы повышается на 30%. При среднем расходе топлива около 10 кг на один условный

эталонный гектар эксплуатация 100 тракторов с недогрузкой мощности двигателей на 30–40% приведет к перерасходу около двух тонн топлива за одну смену.

Несвоевременное техническое обслуживание, например воздухоочистителя двигателя, приводит к значительному повышению сопротивления воздуха, идущего в камеры сгорания, и вызывает снижение мощности двигателя на 2–3%. При этом удельный расход топлива повышается на 3–4%. В табл. 49 приведены характерные технические неисправности двигателей и машины в целом, которые снижают экономичность их работы. Как видно из приведенных данных, к наибольшим потерям топлива приводят неисправности в карбюраторе, при неработающей искровой свечи и форсунке, нарушении фаз газораспределения, несоблюдении теплового режима эксплуатируемого двигателя и параметров в ходовой части колесной машины.

Таблица 49

Потери топлива при работе технически  
неисправных машин

Наименование неисправности	Перерасход топлива % от расхода по норме
1	2
<i>Система питания</i>	
Подтекание трубопроводов из бензобака	0,1–0,4
Неплотное закрытие бензобака (отсутствие стандартной пробки)	0,7
Негерметичность клапана экономайзера карбюратора	10–15

## Окончание таблицы 49

1	2
Увеличение отверстия жиклера на 10%	5-7
Неисправность одной форсунки	30-35
Засорение впускного трубопровода (воздухоочистителя)	2-3
Отложение смол в выпускном патрубке	7-8
<i>Система зажигания</i>	
Неправильная установка угла опережения зажигания	5-6
Отказ вакуум-регулятора	4-6
Ошибка в регулировке контактов прерывателя (на 0,2 мм)	7-10
Неработающие искровые свечи зажигания (одна-две в шестицилиндровом двигателе)	25-60
<i>Система охлаждения</i>	
Накипь в системе охлаждения (больше 1 мм)	7-8
Понижение температуры охлаждающей жидкости (до 40-50°C)	8-10
<i>Цилиндропоршневая группа и газораспределение</i>	
Неправильная регулировка зазора между клапанами и толкателями	5-7
Износ цилиндропоршневой группы (на 0,01 мм)	0,5
Нагар в камере сгорания	5-6
<i>Ходовая часть</i>	
Неправильная регулировка сцепления, подшипников, тормозов	10-20
Неправильная регулировка сходимости передних колес	5-7
Снижение давления воздуха в шинах, МПа:	
на 0,05-0,1	4-5
на 0,15	17-20

Большое влияние на уменьшение расхода топлива оказывает рациональное использование машинно-тракторного парка. В табл. 50 приведены потери нефтепродуктов при неправильном использовании машин.

Таблица 50

Потери нефтепродуктов при нерациональном  
использовании техники

Причины перерасхода	Потери (перерасход)	
	единицы измерения	значение
<i>Эксплуатация грузовых автомашин</i>		
Низкий коэффициент использования пробега (при понижении на 0,01)	%	1,2
Низкий коэффициент использования грузоподъемности (при понижении на 0,01)	%	0,6
Недостаточное использование прицепов автопоездов (при повышении на 1%)	%	0,5
<i>Использование тракторов</i>		
Работа трактора ДТ-75М в холостую (1-2 ч. в смену)	кг/день	3-5 (500 кг/год)
Недоиспользование мощности (тягового усилия на 40-50-60%)	% от общего расхода	7-10-15
Работа трактора на малых загонах (до 500 м)	% от нормы расхода	5-7
Работа трактора на пониженных скоростях	%	5-6
Большие переезды на заправку и машинный двор	% на трактор в год	0,4-0,5
Работа на тракторе после ремонта без обкатки	%	2-2,5
<i>Содержание машин</i>		
Отсутствие подогрева двигателя зимой	кг на машину в сезон	500-600
Подогревание двигателя зимой без закрытия радиатора	кг в сезон	400
<i>Вождение</i>		
Низкая квалификация водителей	%	2-6
Низкая квалификация механизаторов	%	5-10
Движение автомобиля без использования наката	%	5-15
Длительное движение автомобиля на промежуточных скоростях с включенным передним мостом	%	15-20

Анализируя данные табл. 50 можно сделать вывод, что наибольший перерасход топлива происходит при длительной работе машины на холостом ходу, при неправильной организации использования машины, при отсутствии предпускового подогрева двигателя в холодное время года и т.д. Следует также отметить, что нерациональное использование машины приводит также и к перерасходу дорогостоящих смазочных материалов.

## **5.2. Сбор и повторное использование отработанных нефтепродуктов**

Сбор и повторное использование отработанных нефтепродуктов служит одним из способов их экономии и в то же время является эффективной мерой по предотвращению загрязнения окружающей среды. На отработанные нефтепродукты существует ГОСТ 21046–81 «Нефтепродукты отработанные. Общие технические условия». Он распространяется на отработанные нефтепродукты, которые предприятия различных отраслей народного хозяйства сдают специальным организациям для регенерации, переработки и другого рационального использования.

Обработанные нефтепродукты в зависимости от условий применения и назначения делятся на три группы: масла моторные отработанные (ММО); масла промышленные отработанные (МИО), а также турбинные и компрессорные масла; смесь нефтепродуктов отработанных

ных (СНО). В группу СНО входят смеси, состоящие из отходов бензина, дизтоплива, керосина, трансмиссионных масел и пластичных смазок.

В отработанные нефтепродукты первых двух групп при их сборе не должны сливать или подмешивать бензин, керосин, нигрол, смазки и другие вещества. Смазочные масла этих групп идут на регенерацию (восстановление), а затем на повторное использование для тех же машин с дополнительным введением соответствующих присадок. Восстановленные масла по качеству не уступают свежим.

Чтобы обеспечить возможность регенерации и дальнейшего использования отработанных нефтепродуктов третьей группы, а также рационального использования регенерированных масел, в СНО запрещается сливать синтетические, коррозионно-агрессивные, токсичные вещества и другие продукты ненефтяного происхождения.

В соответствии с ГОСТ 21046-81 установлены определенные физико-химические показатели качества отработанных нефтепродуктов различных групп (табл. 51).

Отработанные нефтепродукты из различных ремонтных мастерских со станций технического обслуживания автомобилей, автозаправочных и других мест отпуска или сбора поставляют центральным нефтебазам в бочках или автоцистернах с указанием марки. Хозяйствам, сдавшим отработанные нефтепродукты на нефтебазы, оплачивают их стоимость согласно утвержденным расценкам.

Сбор отработанных смазочных масел и других нефтепродуктов организуют на пунктах технического обслуживания автомобилей и тракторов, в бригадах, нефтескладах,

на стационарных постах заправки машин, а также в ремонтных мастерских. При сборе нефтепродукты сливают в тару через воронки с сеткой, размер ячейки которой не превышает 1 см<sup>2</sup>. На таре указывают наименование сливаемого нефтепродукта.

Таблица 51

Физико-химические показатели отработанных продуктов

Показатели	Норма для групп		
	ММО	МИО	СНО
Вязкость кинематическая, мм <sup>2</sup> /с (сСт), не менее: при 50°С при 100°С			
	25	5	-
	5	-	-
Вязкость условная при 20°С, не менее	29	13	-
Температура вспышки в открытом тигле, °С, не ниже	100	120	-
Массовая доля, %, не более: механических примесей воды топлива			
	2	2	3
	4	4	5
	6	6	-

Отработанные нефтепродукты могут использоваться на предприятиях в качестве котельно-печного топлива, для консервации техники, а также в узлах и механизмах машин, где допускается их применение. Определение расхода отработанных нефтепродуктов для наружной консервации и на технологические нужды, в том числе для термической обработки деталей при ремонте машин, производится в соответствии с действующей документацией.



### **5.3. Техника безопасности и противопожарные мероприятия при обращении с нефтепродуктами**

Все виды нефтепродуктов огнеопасны и вредны для здоровья человека, поэтому при приеме, хранении, отпуске и заправке топливо смазочных материалов необходимо строго соблюдать соответствующие правила.

Одно из важнейших организационных мероприятий, которое предупреждает различные несчастные случаи при обращении с нефтепродуктами, а также при техническом обслуживании и ремонте нефтяного оборудования, – тщательный инструктаж каждого работника нефтебазы (нефтезаправочной станции), а затем строгое соблюдение всех правил техники безопасности и противопожарных мероприятий.

На нефтескладах и стационарных постах заправки необходимо соблюдать установленные нормы противопожарных разрывов и до окружающих построек. Во избежание появления искр от разрядов статического электричества все трубопроводы и резервуары тщательно заземляют. Стационарные посты заправки с топливозаправочными колонками и агрегатами оборудуют молниеотводами. Нефтесклады оснащают соответствующими комплектами первичных средств пожаротушения, включающими щиты с пожарным инвентарем и ящиками с песком, огнетушителями, кошму, штыковые лопаты, крюки, багры и прочий инструмент.

Нефтетара (резервуары, бочки, бидоны), предназначенные для хранения этилированного бензина, а также автоцистерны, используемые для его перевозки, снабжают

предупредительными надписями: «Этилированный бензин ядовит! Годен только в качестве топлива для двигателей». Такие надписи делают у бензозаправочных колонок и раздаточных кранов.

Все противопожарные мероприятия, равно как и по технике безопасности, указываются в специальной литературе. Здесь внимание обращено только на исключительно необходимые.

Нефтепродукты по степени огнеопасности делятся на легковоспламеняющиеся (бензин, керосин и дизельное топливо) и горючие (смазочные масла различных групп). Поэтому при обращении с нефтепродуктами требуется особая осторожность во избежание их воспламенения.

Некоторые сорта дизельного топлива имеют облегченный фракционный состав и температуру вспышки в закрытом тигле ниже 40°C. По существу их можно отнести к легковоспламеняющимся жидкостям. На всех этапах транспортирования, хранения, применения таких топлив требуют особенно внимательного обращения. Для бензинов, керосинов, дизельного топлива можно считать, что взрывоопасными будут смеси, когда в воздухе по объему содержания от 1,1% до 6% паров. Эти пределы могут несколько изменяться в зависимости от температуры окружающей среды, давления, влажности воздуха, вида нефтепродуктов и условий смесеобразования.

Если же возник пожар, то при тушении горящих нефтепродуктов применяют химическую пену, углекислый газ, песок и землю. Использовать воду категорически запрещается, так как удельный вес ее выше, горящий нефтепродукт всплывает на поверхность воды и продол-

жает гореть, растекаясь вместе с ней и способствовать этим расширению пожара.

Наиболее распространенными и надежными средствами тушения горящих нефтепродуктов служат огнетушители. Их выпускают двух типов – пенные и углекислотные. Пенные огнетушители ОП-3, ОП-5 и ОПМ при включении в работу образуют пену в результате взаимодействия водных растворов кислоты и щелочи в присутствии пенообразователя. Время действия огнетушителя 1 мин., дальностью струи пены 6–8 м. Углекислотные огнетушители ОУ-2, ОУ-5 и ОУ-8 основаны на действии жидкой углекислоты, которая, попадая в раструб, переходит в газообразное состояние. При этом образуются белые хлопья с температурой минус 79°С. Нефтепродукты в емкостях тушат огнетушителями, направляя струю на стенки у краев очага так, чтобы не разбрызгивать горящий нефтепродукт.

Огнетушители вместе с противопожарным инвентарем (баграми, лопатами) размещают на специальных щитах у приемораздаточных площадок, на заправке и других местах, где проводят операции с нефтепродуктами. Вблизи противопожарных щитов ставят ящики с песком.

#### **5.4. Охрана окружающей среды**

Ввиду того, что нефтепродукты являются токсичными веществами, они могут оказывать существенное воздействие на окружающую среду. Наибольшее количество загрязнений в атмосферу поступает в результате сжигания

топлива в двигателях автомобилей или другой машины, самыми вредными из которых являются оксид углерода, углеводороды и диоксид азота. В табл. 52 приведено содержание вредных веществ при работе двигателя в различных режимах загрузки.

Таблица 52

Содержание вредных веществ в отработавших газах (в %) на характерных режимах работы автомобиля

Компоненты	Режим работы			
	Холостой ход	Постоянная скорость движения	Ускорение от 0 до 40 км/ч	Замедление автомобиля от 40 до 0 км/ч
Оксид углерода	0,5–8,5	0,3–3,5	2,5–5,0	1,8–4,5
Углеводороды	0,03–0,12	0,02–0,60	0,12–0,17	0,23–0,44
Оксиды азота	0,005–0,01	0,1–0,2	0,12–0,19	0,003–0,005

Количество вредных веществ (в массовых долях) подсчитывают умножением часового (линейного) расхода топлива на соответствующие коэффициенты, определяющие выброс транспортными средствами этих веществ:

	для бензина	для дизельного топлива
Оксид углерода	0,6	0,1
Углеводороды	0,1	0,03
Диоксид азота	0,04	0,04

Известно, что для режима работы автомобиля приготавливаются различные составы горючей смеси, обеспечивающие минимальное содержание вредных веществ

в продуктах сгорания. Поэтому эксплуатация автомобиля должна осуществляться с наиболее выгодными составами горючей смеси, а это обеспечивается технически исправным двигателем и отрегулированными системами питания, впрыска, зажигания и качественным топливом.

В настоящее время введен в действие закон об охране атмосферного воздуха, который обязывает водителя любого автотранспортного средства поддерживать эксплуатируемый двигатель на чистоту выхлопа отработанных газов. Установленный срок периодического контроля по пробегу автомобиля (10 тыс. км) не гарантирует постоянство допустимого предела концентрации отработавших газов, так как содержание вредных веществ компонентов зависит от факторов, в том числе от технического состояния автомобиля, условий эксплуатации, качества топлива, опыта работы водителя и т.д.

Согласно действующего стандарта объемная доля оксида углерода (в %) в отработавших газах автомобилей с бензиновыми двигателями не должна превышать норм, указанных ниже для автомобилей изготовленных:

до 1.07.1978 г.	$n_{g-мин.х.х.}$	$n_{g-ном.х.х.}$
с 1.07.1978 г. до	3,5	2,0
01.01.1980 г.	2,0	1,5
После 01.01.1980	1,5	1,0

Как видно из приведенных значений по годам, показатель содержания СО в отработавших газах снижается за счет конструктивного совершенства автомобильного двигателя.

Сбор и повторное использование отработанных нефтепродуктов является одним из важнейших элементов в решении вопроса сохранности окружающей среды.

Определенный вред окружающей среде наносит неправильное обращение с низкозамерзающими охлаждающими жидкостями (антифризы).

Отработавшие антифризы марки А-40, А-65 и Тосолы марки А-40, А-65 недопустимо сливать на землю и в канализацию, так как их основа, этиленгликолевый спирт, в сильной степени ядовит для человека. Если плотность антифриза (процентное содержание этиленгликоля в смеси с дистиллированной водой) нормальная, то после отстоя и отфильтрования его можно использовать на долив в систему охлаждения, но в небольших количествах. Если есть возможность – сдайте отработавший антифриз или Тосол в пункты приема.

Проблематичными в вопросе охраны окружающей среды являются сменные топливные и масляные фильтры, уплотнительные сальники, прокладки и др. Поэтому необходимо обеспечить утилизацию отработавших свой срок деталей и узлов, которые пропитаны нефтепродуктами или другими жидкостями.

Смену моторного и др. масел следует производить на станциях технического обслуживания или в условиях, обеспечивающих сбор отработанных нефтепродуктов.

## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Охарактеризовать виды потерь эксплуатационных материалов.

2. Знания каких правил необходимо выполнять при обращении с нефтепродуктами?
3. Перечислить источники потерь нефтепродуктов при различных условиях их использования.
4. Основные правила хранения топлив и смазочных материалов.
5. Влияние технического состояния машин на потери топлива и смазочных материалов.
6. Влияние нерационального использования машины на потери (перерасход) топлив и смазочных материалов.
7. Сбор и повторное использование отработанных нефтепродуктов как сказывается на их экономии и охране окружающей среды?
8. Основные требования к сбору отработанных эксплуатационных материалов.
9. Перечислить пути и способы снижения выброса вредных веществ автомобильным транспортом в окружающую среду.

## Глава 6

### УСТРОЙСТВО РУЧНОЙ ЛАБОРАТОРИИ «РЛ». МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА НЕФТЕПРОДУКТОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ

#### 6.1. Устройство ручной лаборатории «РЛ»

Ручная лаборатория «РЛ» предназначена для отбора проб топлив и смазочных материалов и проверки их качества простейшими методами. Содержимое лаборатории (приборы, химреактивы и различные принадлежности) помещается в деревянный ящик с откидной крышкой и внутри – полочкой. Все оборудование находится в специальных гнездах и фиксируется эластичными поясками и вертушками.

Лаборатория «РЛ» может быть развернута в помещении, под навесом или в другом укрытии, защищенном от ветра и атмосферных осадков. Для приведения лаборатории в рабочее состояние необходимо открыть крышку ящика, откинуть наружу полочку с набором ареометров, вынуть и разместить на рабочем столе необходимые приборы, реактивы и принадлежности.



В лаборатории имеются трубчатые пробоотборники, лот-пробоотборник, комплект ареометров, спирто- и гидрометр, мерные цилиндры, мензурки, бутылки с пробками, коническая воронка, воронка-отстойник, ершик, пробирки с зажим-держателями, лопаточки, марганцовокислый калий, водочувствительная паста, резиновая трубка, белая ткань, карандаш-стеклограф и др.

Трубчатые пробоотборники, которые расположены на внутренней стороне крышки «РЛ», предназначены для взятия проб жидких топлив, масел и консистентных смазок из мелкой тары (бочки, барабаны, канистры, топливные баки машин и др.). Они выполнены в виде трубок (рис. 6, б) из алюминия и стали. Алюминиевых трубок диаметром 18 мм имеется три: одна удлинительная, а две другие имеют различный диаметр оттянутого конца. Трубка с меньшим диаметром предназначена для отбора проб жидких топлив, а большего – для взятия проб масел. Стальная трубка диаметром 40 мм имеет продольный вырез по всей длине и предназначена для отбора проб консистентных (пластичных) смазок.

Лот-пробоотборник с рулеткой или шнуром (рис. 6, а) предназначен для взятия проб жидких нефтепродуктов из больших резервуаров, подземных хранилищ, транспортных средств и др. Он состоит из цилиндрического стакана с наружным диаметром 55 мм и высотой 155 мм. Сверху стакан закрывается навинчивающейся крышкой. К боковой поверхности стакана в вертикальной плоскости прикреплена металлическая линейка с двумя зажимами. Внутри стакана находится трубка диаметром 14 мм, один конец

которой глухо присоединен к доньшку стакана, а другой – свободный. Высота трубки 130 мм. Крышка стакана имеет захват для присоединения рулетки или шнура и штупер, на который при взятии пробы одевается резиновая трубка.

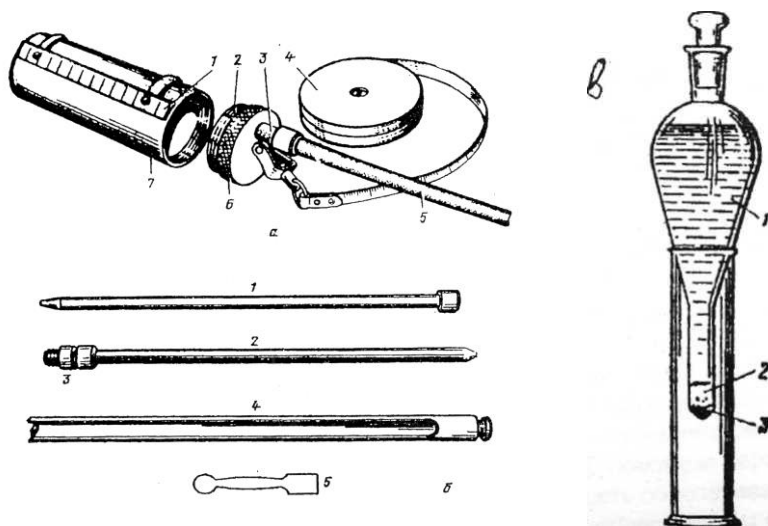


Рис. 6. Общий вид пробоотборников лаборатории «РЛ»:  
*а* – лот с рулеткой для отбора проб топлива: 1 – линейка; 2 – резьба; 3 – штупер; 4 – рулетка; 5 – резиновая трубка; 6 – крышка; 7 – стакан;  
*б* – пробоотборники: 1, 2, 4 – трубки, соответственно, для отбора жидкого топлива, масла, пластичных смазок; 3 – переходник, 5 – лопаточка;  
*в* – отстойник: 1 – топливо; 2 – вода; 3 – механические примеси

В комплект измерительных приборов входят ареометры (нефтенсиметры) для замера плотности нефтепродуктов (бензинов, керосинов, дизтоплив и масел), спиртометр и гидрометр – для определения крепости спирта и температуры замерзания этиленгликолевых

жидкостей (тосолы, антифризы). Ареометр и спиртометр имеют две шкалы: крепости и температуры замеряемого спиртового продукта, а гидрометр три шкалы: процентного содержания этиленгликоля, растворенного в воде, температуры замерзания жидкости (красная шкала) и температуры замеряемого этиленгликолевого продукта. Ареометры, спиртометр и гидрометр хранятся в отдельных пеналах.

Мерные цилиндры (стеклянный и металлический) предназначены для отмера проб с целью определения плотности или других показателей.

Воронка-отстойник (рис. 6, *в*) служит для отстаивания пробы нефтепродукта с целью определения в нем содержания воды, механических примесей, кварца и др.

Марганцовокислый калий и водочувствительная паста предназначены для определения содержания воды в нефтепродуктах различными методами, а также для определения содержания непредельных углеводородов в жидких топливах.

Стеклянные бутылки и пробирки предназначены для подготовки средней пробы нефтепродукта и для отбора пробы для ее анализа. Для пометки посуды с пробойми имеется стеклограф темного цвета.

## **6.2. Меры безопасности**

При работе с лабораторией необходимо строго соблюдать правила пожарной безопасности:

– не разворачивать лабораторию вблизи открытого пламени;

- пробы с легковоспламеняющимися нефтепродуктами и другими веществами не разливать вблизи открытого пламени.

При обращении с нефтепродуктами и др. легковоспламеняющимися веществами надо остерегаться их разбрызгивания и попадания на кожу лица и рук. Не допускать скопления пара нефтепродуктов в рабочем помещении; во избежание этого все пробы закрывать пробками и периодически проветривать помещение. При работе со стеклянной посудой нельзя прилагать излишних усилий при закрытии пробками. При нагревании проб в пробирках необходимо пользоваться пробиркодержателями или пинцетами. При порезе рук немедленно извлекают осколки, рану смазывают йодом, забинтовывают.

Хранить лабораторию следует в сухом помещении. Химические реактивы, ареометры и стеклопосуда подвергаются периодическому визуальному осмотру с целью обнаружения изменения цвета или обводнения химреактивов и целостности стеклянных приборов, пробирок и др.

### **6.3. Методы определения некоторых показателей качества нефтепродуктов и технических жидкостей**

#### *6.3.1. Порядок отбора средней пробы*

Для определения показателей качества нефтепродуктов необходимо взять пробу, которая по своему составу характеризует общий объем исследуемого продукта.

Для отбора проб нефтепродуктов и других жидкостей из резервуаров, автомобильных цистерн, бочек и других средств хранения и транспортирования установлены общие требования, которые изложены в ГОСТ 2517-85 «Нефть и нефтепродукты. Методы отбора проб».

Сущность метода отбора проб трубчатыми пробоотборниками заключается в следующем. Из крышки ящика вынимаются две трубки: одна удлинительная, а другая с оттянутым концом. Если вязкость продукта малая, то выбирают трубку с концом меньшего (рис. 6, б) диаметра, а если большая вязкость, то наоборот. С помощью переходника (штуцера) плотно соединяются две трубки, герметичность обеспечивается уплотнительными прокладками.

Перед отбором пробы подготовленный пробоотборник ополаскивается отбираемым продуктом. Для этого опускают пробоотборник на 200–400 мм в продукт, дают ему наполниться и, закрыв большим пальцем торец верхней удлинительной трубки, извлекают его. Затем, переверачивая его, ополаскивают внутреннюю поверхность, а продукт из пробоотборника сливают обратно в ту же тару. После ополаскивания пробоотборник снова погружают в продукт, дают ему наполниться и извлекают из тары. Отобранную пробу сливают через воронку в чистую сухую посуду.

При отборе проб консистентных смазок выбирают трубку большого диаметра с вырезом (рис. 6, б) и соединяют с удлинительной. Отборник внедряется в смазку, проворачивается вокруг своей оси на  $180^\circ$  и вынимается из тары. С помощью лопаточки 5 на заранее подготовленную чистую и сухую поверхность производится срез смазки

вдоль выреза и обращается внимание на однородность продукта по глубине пробы. Удаление смазки из пробоотборника производится с помощью лопаточки, ее вставляют в верхнюю часть прорези и, перемещая вниз, выдавливают смазку в чистую сухую посуду.

Верхний слой смазки толщиной 5 мм в пробу не включают.

Если высота слоя смазки больше высоты выреза, проба отбирается в два приема: сначала на глубину, равную высоте выреза у пробоотборника, затем на глубину, оставшуюся до дна емкости (бидона, бочки). При этом вторая часть пробы отбирается через образовавшееся отверстие в смазке (в гнезде) от первой пробы.

Отбор проб светлых нефтепродуктов из резервуаров, цистерн и других крупных емкостей осуществляется с помощью переносного металлического лота отборника (рис. 6, а).

Прежде чем приступить к отбору пробы, необходимо убедиться в чистоте лота и сполоснуть его отбираемым продуктом. После этого к захвату прикрепить рулетку ( $L = 10$  м) или шнур и на штуцер одеть один конец резиновой трубки, а другой – необходимо зажать. Затем лот, придерживая за шнур и трубку, опускается до заданной высоты налива и разжимается конец резиновой трубки. За счет гидростатического давления жидкости воздух вытесняется из полости лота через резиновую трубку и заполняется лот продуктом в течение одной минуты.

Затем лот извлекается из резервуара, отвинчивается крышка и проба выливается в заранее подготовленную чистую посуду.

### *6.3.2. Определение содержания воды в резервуаре с нефтепродуктом*

Для определения высоты слоя воды, находящегося на дне резервуара, на линейку лота наносят тонкий слой водочувствительной пасты или под зажимы закладывают пакетики марли с кристаллами марганцовокислого калия. Лот опускают в резервуар и устанавливают на его дно. Во время заполнения лота продуктом рекомендуется несколько раз приподнять его на 20–40 мм от дна резервуара и снова опустить. Это необходимо во избежание забивания отверстия в доньшке лота продуктами отстоя от грязи, коррозии и др. При контакте водочувствительной пасты с водой паста быстро смывается и деление смывтой пасты на линейке показывает уровень воды в резервуаре.

При использовании пакетов с кристаллами марганцовокислого калия определяются промежуточные уровни воды в резервуаре. Так, если нижний пакетик приобрел малиновый цвет, а верхний нет, то уровень воды находится между этими двумя пакетиками и требуется промежуточная закладка пакетиков под металлическую линейку лота.

### *6.3.3. Определение содержания воды в масле*

Воронка-отстойник, имеющаяся в лаборатории (рис. 7), предназначена для разделения имеющихся взвесей в нефтепродуктах и других жидкостях.

Определить наличие воды в маслах (смазках) можно следующим образом. В чистую сухую бутылку отбирается проба масла в объеме 50–100 мл и добавляется такое же количество обезвоженного бензина. Смесь осторожно перемешивается и через воронку сливается в отстойник.

По истечению 20–30 мин через краник отстойника производится слив отстоя в чистую сухую пробирку диаметром 25 мм в количестве 3–5 мл. Затем в пробирку необходимо бросить 3–5 кристалла марганцовокислого калия и произвести наблюдение за спускающимися на дно кристаллами. Если при этом образуется шлейф малинового цвета, значит, в испытываемом нефтепродукте имеется вода.

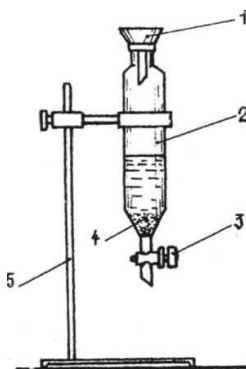


Рис. 7. Общий вид воронки-отстойника для определения содержания воды в нефтепродукте:  
1 – воронка; 2 – отстойник; 3 – краник; 4 – отстой;  
5 – штатив лабораторный

Для определения наличия воды в маслах метод отстаивания взятой пробы менее приемлем, так как требуется продолжительное время, поэтому применяется метод на потрескивание. Сущность этого метода заключается в следующем. В сухую и исправную пробирку диаметром 15–20 мм наливают 3–4 мл испытуемого масла. Затем, закрепив пробирку пробиркодержателем, масло подогревают над открытым пламенем газовой горелки или на электроплитке,



можно над пламенем обычной свечи. При наличии воды в пробе масло вспенивается, слышно характерное потрескивание, вызванное испарением воды. Если потрескивание не слышно, но верхняя часть пробирки помутнела, значит в нефтепродукте содержатся следы воды (менее 0,05%). Такое масло пригодно для эксплуатации.

#### *6.3.4. Определение плотности нефтепродуктов*

Одним из важных показателей качества продукта является его плотность. Плотность – это масса вещества, содержащаяся в единице объема, размерность – кг/м<sup>3</sup>. В производственных условиях часто пользуются понятием относительной плотности. Это плотность нефтепродукта при 20°C, отнесенная к плотности дистиллированной воды в том же объеме при 4°C. Плотность воды при 4°C равна 1 г/см<sup>3</sup>, следовательно численное значение плотности и относительной плотности при различных температурах будет одинакова.

В лабораторной практике для измерения плотности используется ареометрический метод. Ареометры постоянной массы со шкалой, градуированной в единицах плотности (кг/м<sup>3</sup>), носят название денсиметров, а со шкалой, градуированной в единицах концентрации – % (по объему) – собственно ареометров.

На рис. 8 приведены два типа нефтденсиметров, отличающихся друг от друга высотой шкал определения плотности нефтепродуктов. Высота шкалы нефтденсиметра типа I больше, чем у типа II, значит, предел допустимой погрешности плотности меньше и составляет 0,5 кг/м<sup>3</sup>.

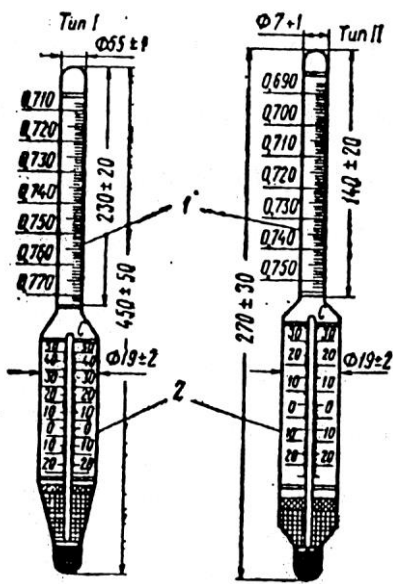


Рис. 8. Общий вид нефтенсисметров типа I и II:  
1 - шкала для определения плотности; 2 - термометры

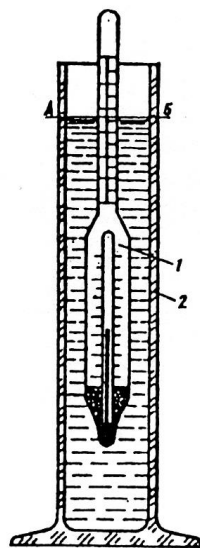


Рис. 9. Прибор для определения плотности жидкости (нефтепродуктов):  
1 - нефтенсисметр (ареометр);  
2 - стеклянный цилиндр

Нефтенсисметры стеклянные по ГОСТ 18481-81 изготавливаются трех типов: с внутренними термометрами АНТ-1, АНТ-2 и без термометра АН.

Содержание метода в определении плотности жидкости (нефтепродуктов и др.) заключается в погружении ареометра в испытываемый продукт (рис. 9), снятия показаний по шкале и определении температуры нефтепродукта. Последнее необходимо для приведения значения плотности к стандартным значениям (при  $t = 20^{\circ}\text{C}$ ) через поправочный коэффициент таблицы ГОСТа (табл. 53).

Средние температурные поправки  
плотности нефтепродуктов

№ п/п	Плотность по ареометру, г/см <sup>3</sup>	Температур- ная поправка на 1°С	Плотность по ареометру, г/см <sup>3</sup>	Температур- ная поправка на 1°С
1	0,6900–0,6999	0,000910	0,8500–0,8599	0,000699
2	0,7000–0,7099	0,000897	0,8600–0,8699	0,000686
3	0,7100–0,7199	0,000884	0,8700–0,8799	0,000673
4	0,7200–0,7299	0,000870	0,8800–0,8899	0,000660
5	0,7300–0,7399	0,000857	0,8900–0,8999	0,000647
6	0,7400–0,7499	0,000844	0,9000–0,9099	0,000633
7	0,7500–0,7599	0,000831	0,9100–0,9199	0,000620
8	0,7600–0,7699	0,000818	0,9200–0,9299	0,000607
9	0,7700–0,7799	0,000805	0,9300–0,9399	0,000594
10	0,7800–0,7899	0,000792	0,9400–0,9499	0,000581
11	0,7900–0,7999	0,000778	0,9500–0,9599	0,000567
12	0,8000–0,8099	0,000765	0,9600–0,9699	0,000554
13	0,8100–0,8199	0,000752	0,9700–0,9799	0,000541
14	0,8200–0,8299	0,000738	0,9800–0,9899	0,000528
15	0,8300–0,8399	0,000725	0,9900–0,9999	0,000515
16	0,8400–0,8499	0,000712		

Определение приведенной плотности испытываемого нефтепродукта производится по формуле:

$$S_4^{*} = S^1 + \chi(t-20),$$

где  $S^1$  – плотность нефтепродукта при температуре испытания, относительная, г/см<sup>3</sup>;  $t$  – температура испытания, °С;  $\chi$  – средняя температурная поправка плотности нефтепродукта на 1°С.

Эта формула, предложенная Д.И. Менделеевым, показывает, что плотность нефтепродуктов уменьшается с повышением температуры и увеличивается с ее понижением.

Следует обратить внимание, что по ГОСТ 18481–81Е изготавливаются ареометры для измерения плотности электролитов АЭ-1, АЭ-2, АЭ-3 и ареометры для измерения плотности кислот АК.

#### *6.3.5. Определение крепости этилового спирта*

Крепость этилового спирта определяется концентрацией самого спирта в водном растворе. Для измерения объемной концентрации используются спиртометры стеклянные по ГОСТ 18481–81Е, градуированы в процентах. Спиртометры АСП-1, АСП-2, АСП-3 выпускаются без термометров, а спиртометр АСПТ – с внутренним термометром.

Спиртометры по своему устройству и внешнему виду идентичны нефтеденсиметрам (ареометрам).

Концентрация этилового спирта определяется двумя способами: с помощью отмеченных спиртометров или по плотности раствора с помощью денсиметров с использованием специальной таблицы зависимости плотности водных растворов этилового спирта от их концентрации (табл. 54).

Если определение крепости производится при температуре спирта, отличающейся от +20°С, то необходимо использовать температурную поправку к плотности спирта, которая составляет 0,00086% (по объему) на 1°С. Данные температурных поправок в интервале 10–30°С приведены в табл. 55.

Отсчет показателей спиртометров типа АСП и АСПТ производится по нижнему краю мениска жидкости.

Таблица 54

Зависимость плотности водных растворов этилового спирта от его концентрации

Плотность, г/см <sup>3</sup>	Концентрация, % (по объему)	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Концентрация, % (по объему)
0,980	14,1	0,840	86,6
0,970	23,3	0,830	89,8
0,960	31,8	0,820	92,7
0,950	38,8	0,815	94,1
0,940	44,8	0,814	94,3
0,930	50,1	0,813	94,6
0,920	55,0	0,812	94,9
0,910	59,6	0,811	95,1
0,900	64,0	0,810	95,4
0,890	68,2	0,809	95,6
0,880	72,2	0,808	95,9
0,870	76,0	0,807	96,1
0,860	79,7	0,806	96,4
0,850	83,3	0,805	96,6

Таблица 55

Температурные поправки к показанию стеклянного спиртометра (при температуре ниже 20°C поправки прибавляются, а при температуре выше 20°C - вычитаются из показаний спиртомера)

Температура спирта, °С	Показания спиртометра, % (по объему)														
	98	97	96	95	94	93	92	91	90	89	88	87	86	85	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
30	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,0	2,6	2,6	2,7	2,8	2,8	2,9	2,9	
29	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	
28	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	
27	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	
26	1,2	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7	1,8	
25	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,4	

Окончание таблицы 55

24	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
23	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9
22	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6
21	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
18	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6
17	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9
16	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1
15	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4
14	1,1	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,7
13	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,9	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0
12	1,4	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,2
11	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5
10	1,7	1,9	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,5	2,5	2,6	2,7	2,7

6.3.6. *Определение температуры замерзания  
этиленгликолевых жидкостей*

Определение процентного состава и температуры замерзания этиленгликолевых жидкостей производится гидрометром (рис. 10), который, как отмечалось ранее, имеет две шкалы: первая шкала – «Гликоль в объемных процентах» в интервале 20–100%, вторая – «Температура застывания в °С» в пределах –8°С до –67°С.

Испытываемую жидкость наливают в стеклянный цилиндр емкостью 200–250 мм и осторожно опускают в него гидрометр. Когда колебания плавающего гидрометра в продукте прекратится, производят отсчет показаний по верхнему краю мениска жидкости. Гидрометр при этом не должен касаться стенок цилиндра. Если отбор пробы произведен при отрицательных значениях температуры окружающей

среды, то необходимо нагреть пробу до  $+20^{\circ}\text{C}$ . Только в этом случае значения содержания этиленгликоля и температуры застывания будут близки к истинным.

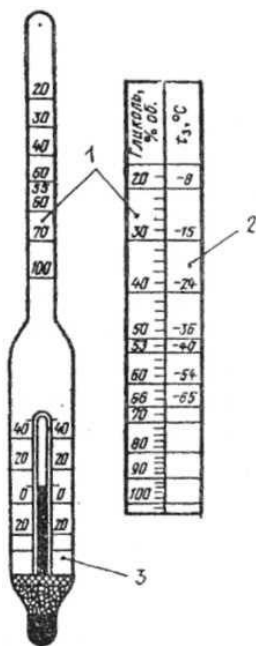


Рис. 10. Общий вид гидрометра:

- 1 – шкала для определения содержания этиленгликоля в антифризе; 2 – шкала для определения температуры замерзания; 3 – градусник

Более подробное изложение отмеченных методов по определению плотности жидких нефтепродуктов и консистентных смазок, температуры замерзания этиленгликолевых жидкостей и крепости спирта приведено в соответствующих ГОСТах или ТУ.

### 6.3.7. *Определение содержания механических примесей*

Топлива и смазочные материалы по своим свойствам не должны содержать механические примеси, кварц и другие включения. Для того, чтобы убедиться в отсутствии механических примесей, отобранную пробу топлива тщательно перемешивают и переливают в стеклянный цилиндр (он должен быть чистым и сухим). Топливо, налитое в цилиндр, не должно содержать взвешенных и осевших на дно цилиндра посторонних примесей и воды.

Для определения наличия механических примесей в маслах в чистый стеклянный стакан наливают среднюю пробу масла в количестве примерно 100 мл. Затем эту пробу разбавляют 200 мл бензина, перемешивают и осторожно переливают и дают смеси отстояться в течение 10–20 мин, после чего через дно стакана рассматривают ее в проходящем свете (снизу вверх).

Масло считается не содержащим механические примеси, если они не обнаруживаются на дне стакана.

Определение содержания механических примесей можно осуществить и с помощью фильтровальной бумаги (марки «Красная лента»), которая имеется в комплекте «РЛ». Метод основан на нанесении капли масла на фильтровальную бумагу и сравнении полученных после воздушной сушки пятен с эталоном.

Сущность этого метода заключается в следующем. Испытываемым маслом заполняется стеклянная коническая колба емкостью 250 см<sup>3</sup>, но не более чем на 3/4 объема и встряхивают в течение 5 минут. Затем пипеткой с резиновым баллончиком берут масло и одну каплю наносят



на фильтровальную бумагу. Бумага укладывается горизонтально, желательно на бюретку или др. стеклянную посуду. Продолжительность сушки 2–3 часа. Высушенная капля образует пятно, которое сравнивают с эталоном масляных пятен.

По приведенной ниже табл. 56 определяется содержание механических примесей в масле.

Таблица 56

К определению механических примесей в масле

	Внешний вид пятна	Содержание механических примесей, %
1	Светлое желтоватое пятно	0,00–0,01
2	Желтоватое пятно с резко ограниченной более темной окантовкой	0,01–0,05
3	Серое пятно, ограниченное еще более темной окантовкой	0,05–0,10
4	Темно-серое пятно, ограниченное черной окантовкой	0,10–0,80
5	Сплошное черное пятно	0,8 и более

Кроме того, наличие механических примесей в масле можно установить на прозрачность капель масла, помещенных на чистое стекло. Капли чистого масла будут совершенно прозрачны. При наличии даже небольшого количества механических примесей капли масла будут мутными. Недостаточная прозрачность капли масла при отсутствии мути указывает на содержание в масле смолистых веществ.

В дизельном топливе наличие механических примесей определяют фильтрацией. Предварительно дизельное

топливо разбавляют чистым бензином в пропорции примерно 1:1. После фильтрации фильтр промывают чистым бензином до растворения и удаления с него смолистых веществ, затем внешним осмотром устанавливают наличие на фильтре осадка. Чистое дизельное топливо окрашивает бумажный фильтр в желтоватый цвет, а загрязненное оставляет на нем темное пятно. Чем темнее пятно, тем больше загрязнено топливо. Судить о наличии механических примесей в дизельном топливе можно также по осадку после отстаивания, предварительно разбавленного чистым бензином топлива.

#### *6.3.8. Определение содержания кварца в пластичных смазках*

Одной из отличительных особенностей пластичных смазок является то, что они не профильтровываются. Если, например, в смазку попал кварц (абразив), то его удалить практически невозможно. Удалить можно только определенный верхний слой, если кварц попал в смазку через верхнюю крышку или пробку.

Проверку наличия кварца в пластичной смазке можно осуществить следующим образом. Подготовить два стекла размером 30x80x2 мм. На чистое стекло наносят пробу, взятую с поверхности смазки, в объеме 2–3 спичечные головки и закрывают вторым стеклом. Затем передвигают стекла одно относительно другого, плотно прижав их пальцами.

Если в пластичной смазке присутствует абразив, слышен характерный резкий скрип. Этот метод применим при испытании и других нефтепродуктов, только испытанию подвергается осадок, собранный с фильтровальной бумаги.

### *6.3.9. Определение содержания непредельных углеводородов*

Стабильность топлив и масел характеризует их способность сохранять свои свойства при длительном хранении. На длительность хранения ТГСМ влияет содержание в них непредельных углеводородов. Образованию последних способствует объективный процесс, протекающий в ТГСМ даже при нормальных условиях хранения. Попадание воды, механических примесей, продуктов коррозии, смешивание с другими сортами и т.д. ускоряет процесс окисления.

Определение наличия непредельных углеводородов производится в следующей последовательности. В стеклянную пробирку диаметром 20 мм наливается небольшое количество (10–20 мл) исследуемого топлива и такое же количество водного раствора марганцовокислого калия, розового цвета. Содержимое пробирки закрывают пробкой, перемешивают и дают отстояться водному слою. Если розовый цвет раствора изменится на желтый, то в топливе присутствуют непредельные углеводороды, которые способствуют быстрому окислению топлива, увеличению содержания смол и кислот. Такое топливо не стабильно, непригодно к длительному хранению, его надо быстрее использовать.

### *6.3.10. Определение низкотемпературных свойств нефтепродуктов*

Одна из важнейших эксплуатационных характеристик дизельного топлива – его низкотемпературные свойства, характеризующие подвижность топлива при отрицательной температуре. Эти свойства оцениваются температурами помутнения и застывания (замерзания).

**Температура помутнения** – это такое состояние топлива, когда под воздействием низких температур, входящие в состав топлива парафиновые углеводороды и мельчайшие капельки воды переходят в твердое состояние, т. е. образуют кристаллы, которые забивают фильтрующие элементы, и нарушается процесс подачи топлива.

**Температура замерзания** – это такое состояние топлива (в том числе и масел), когда продукт теряет подвижность, образуется жесткая парафиновая кристаллическая решетка.

Перед началом опыта пробу обезвоживают и профильтровывают. Затем в пробирку с внутренним диаметром 25 мм наливают по высоте 40 мм топлива, вставляют в пробирку градусник с пробкой, помещают в охлаждающую смесь и остужают до появления кристаллов, видимых невооруженным глазом. Охлаждение продолжается до момента, когда уровень нефтепродукта при наклоне пробирки под углом  $45^\circ$  остается постоянным в течение 1 мин.

По градуснику фиксируют температуры помутнения и замерзания. Температура помутнения дизтоплива обычно на  $5\text{--}10^\circ\text{C}$  выше температуры застывания.

#### *6.3.11. Определение содержания присадки в масле*

По внешнему виду и цвету сравнительно трудно определить марку и сорт смазочного масла и тем более содержание в нем присадки. Но, однако, некоторые масла имеют свой определенный цвет и даже специфический запах. Моторные масла в проходящем дневном свете имеют окраску от темно-желтой до красной. Интенсивность

цвета зависит главным образом от содержания смолистых веществ. Моторные масла для карбюраторных и дизельных двигателей флуоресцируют синеватым цветом, а авиационное масло, содержащее значительно меньшее количество смол, – зеленовато-голубоватым. Цвет масла обычно определяют в стеклянной пробирке небольшого диаметра, располагая пробирку в хорошо освещенном месте.

Практически все современные моторные масла содержат присадки, причем комплексные, у которых основным компонентом является барий и кальций. При озолении масла с присадкой в фарфоровой чашке на дне получается плотный серовато-белый осадок, если компонент присадки барий. Если присадка содержит кальций, то осадок получается также серого цвета, но более рыхлый. Масла без присадок сгорают почти полностью. Если при озолении масла получается твердый осадок желтого или красного цвета, то это указывает на загрязнение масла абразивными примесями кремния или железа.

Отрицательные результаты, получаемые при определении качества нефтепродукта, указывают на необходимость его исправления соответствующей очисткой или другими способами. Если это невозможно, то продукт выбраковывают, так как нефтепродукты плохого качества применять для машин категорически запрещается.

### *6.3.12. Исследование качества тормозных жидкостей*

**Общие сведения.** На современных автомобилях, как правило, тормозные системы снабжены гидравлическим приводом. Надежность работы гидравлического привода

зависит от эксплуатационных свойств тормозной жидкости. Тормозные жидкости должны быть легкоподвижными, обладать небольшой вязкостью и высокой температурой кипения, температура замерзания должна быть ниже температуры окружающего воздуха, при которой эксплуатируются автомобили. Жидкость не должна расслаиваться, не допускается выпадение сгустков и осадков. Тормозные жидкости должны обладать полной совместимостью с резиновыми деталями и металлом тормозной системы, а также хорошей смазывающей способностью.

Смешивание любой тормозной жидкости с топливом и маслами недопустимо, так как нефтепродукты разрушают резиновые детали, что приводит к отказу в работе тормозной системы. Запрещается применение смесей спирта и глицерина или других веществ, не рекомендованных к использованию в тормозных системах.

**Проведение испытаний.** Обычно выполняют три определения.

Определение марки жидкости по цвету. Цвет тормозных жидкостей указан справочных таблицах (табл. 57). Следует помнить, что дневной свет и контакт с кислородом приводит к изменению указанного цвета тормозной жидкости.

Проверка тормозных жидкостей на смешивание. Если марка тормозной жидкости, залитой в тормозную систему, неизвестна, то делают пробу на смешивание. В пробирку наливают равное количество тормозной жидкости, взятое из тормозной системы, и той тормозной жидкости, которую предполагается доливать в систему. Затем жид-

кость взбалтывают. Если произошло расслоение смеси, то жидкость в тормозную систему доливать нельзя.

Проверка образцов тормозной жидкости на растворимость в воде и бензине. При добавлении к жидкости БСК воды, она расслаивается, а гликолевые жидкости полностью смешиваются с водой. При добавлении бензина к касторовым жидкостям они полностью перемешиваются и образуют однородную смесь. Гликолевые жидкости не смешиваются с бензином, получаются два разнородных слоя.

### *6.3.13. Определение температуры каплепадения пластичных смазок*

**Общие сведения.** Плавление пластичных смазок сопровождается коренным изменением их свойств, т.е. они становятся непригодны к эксплуатации.

**Температура каплепадения** – это температура, при которой смазки из пластичного (полутвердого) состояния переходят в жидкое. При определении температуры каплепадения пластичная смазка, нагретая в специальном приборе лаборатории «РЛ», размягчается до такого состояния, при котором происходит образование жидкой капли и ее падение.

В табл. 57 указаны температуры каплепадения наиболее распространенных пластичных смазок и приведен рабочий температурный интервал.

**Проведение испытаний.** Прибор для определения температуры каплепадения пластичных смазок показан на рис. 11.

Таблица 57

## Температурные показатели пластичных смазок

Пластичные смазки	Температура каплепадения, °С	Температурный интервал применения, °С
Солидол С	85-105	от -20 до +65
Пресс-солидол	85-95	от -30 до +50
Графитная смазка УСсА	77-90	от -20 до +65
Литол-24	185-205	от -40 до +130
Фиол-1	185-200	от -40 до +120
Униол-1	230-260	от -30 до +150
ЦИАТИМ-221	200-220	от -60 до +150
ЦИАТИМ-201	175-190	от -60 до +90
Смазка № 158	140-160	от -40 до +120
КСБ	150-190	от -30 до +110

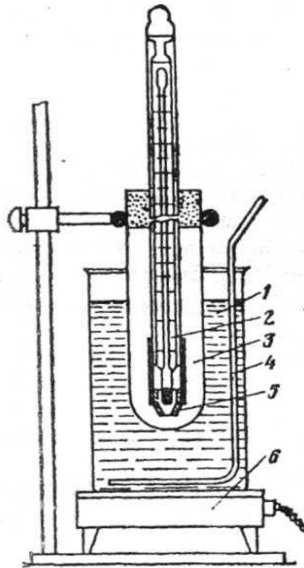


Рис. 11. Прибор для определения температуры



каплепадения пластичных смазок:

1 – стеклянный цилиндр с водой или глицерином; 2 – термометр;  
3 – пробирка; 4 – мешалка; 5 – чашечка-капсюль; 6 – электроплита

Определение температуры каплепадения проводят стандартным термометром, в нижней части которого установлена разборная металлическая трубка. В верхнюю часть трубки закрепляется градусник, а снизу вставляется капсюль-чашечка стандартного размера. Работа проводится следующим образом. Испытываемую пластичную смазку плотно вмазывают шпателем в чашечку прибора, следя за тем, чтобы в смазке не было пузырьков воздуха. Лишнее количество смазки снимают шпателем. Затем чашечку вставляют в нижнюю часть трубочки и фиксируют обхватом, и собирается трубка. При сборке прибора возможно выдавливание пластичной смазки из отверстия чашечки, поэтому эту часть необходимо срезать шпателем. На дно сухой чистой пробирки кладут кружок белой бумаги или ваты и помещают в пробирку собранный прибор таким образом, чтобы нижний край чашечки находился на расстоянии 25 мм от кружка. Последнее обеспечивается местоположением пробки, установленной в верхней части градусника. Затем пробирку с прибором помещают в водяную или глицериновую баню. Глицерин используют для смазок с температурой каплепадения выше 80°C. Воду или глицерин подогревают таким образом, чтобы после достижения температуры на 20°C ниже ожидаемой температуры каплепадения скорость нагревания составила 1°C в минуту. За температуру каплепадения испытываемой пластичной смазки принимают температуру, при которой падает первая капля или дно пробирки касается столбик

смазки, выступающий из отверстия чашечки. По полученным опытными данным оценивают работоспособность пластичной смазки при повышенных температурах.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

На основании вышеизложенного можно отметить, что умелое использование имеющегося оборудования в ручной лаборатории «РЛ» позволяет определить значительное количество немаловажных показателей качества нефтепродуктов, технических и рабочих жидкостей. Безусловно, более глубокое изучение содержания соответствующих ГОСТов, ТУ и стандартов, позволит получить показатели качества нефтепродуктов с высокой точностью.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев Ю.А Эксплуатационные материалы для современных тракторов и автомобилей / Ю.А Васильев, А.Г. Карпенко и др. – Костанай, 2001. – 174 с.
2. Гуреев А.А. Квалификационные методы испытания нефтяных топлив / А.А. Гуреев, Е.П. Серегин и др. – М.: Химия, 1984. – 200 с.
3. ГОСТ Р 51313–99. Бензины автомобильные. Общие технические требования.
4. ГОСТ 305–82. Дизельное топливо. Общие технические требования.
5. ГОСТ 2084–77. Бензины автомобильные. Общие технические требования.
6. ГОСТ Р 51105–97. Нормы и требования к автомобильным бензинам.
7. ГОСТ 17479.1–85. Классы вязкости моторных масел.
8. ГОСТ 27577–87. Основные требования к сжатым газам.
9. Козлов Ю.С. Экологическая безопасность / Ю.С. Козлов, В.П. Меньшова и др. – М., 2000.
10. Колесник П.А. Материаловедение на автомобильном транспорте / П.А. Колесник, В.С. Кланица. – М., 2005.
11. Кондрашов Н.К. Судовое топливо / Н.К. Кондрашов, А.Р. Ахметов. – Уфа, Гилем, 2001. – 143 с.
12. Кузнецов А.В. Практикум по топливам и смазочным материалам / А.В. Кузнецов, М.А. Кульчев. – М.: «Агропромиздат», 1987.
13. Лышко Г.П. Топлива и смазочные материалы / Г.П. Лышко. – М.: «Агропромиздат», 1985. – 365 с.

14. Митусова Т.Н. Современные дизельные топлива и присадки к ним / Т.Н. Митусова, Е.В. Полина и др. – М.: Издательство «Техника», ООО «ГУМА групп», 2002. – 64 с.
15. Норма SAE J-300. Вязкость моторных масел.
16. Рогозин Н.А. Словарь по топливам, маслам, смазкам, присадкам и специальным жидкостям / Н.А. Рогозин, К.К. Папок. – М.: «Химия», 1975.
17. Анисимов И.Г. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение: Т581: справочник / И.Г. Анисимов, под ред. В.М. Школьников, изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Издат. центр «Техинформ», 1999. – 559 с.
18. ТТМ ВАЗ.1.97.07 15–98. Масла моторные «Стандарт», «Супер» (до 2000 г.).
19. ТТМ ВАЗ.1.97.07 27–98. Моторные масла «Стандарт», «Супер» (после 2000 г.).
20. ТУ 38.401-58-170–96. «Городское дизельное топливо».
21. ТУ 38.401-58-36–92. «Зимнее дизельное топливо с депрессорными присадками».
22. ТУ 38.401-58-110–94. «Дизельное экспортное топливо».
23. ТУ 38.1011348–89. «Экологическое чистое дизельное топливо».
24. Топливо маловязкое судовое. Технические условия. ТУ 38.101567–2000 (взамен ТУ 38.101567–87).
25. Подборка статей из журналов «За рулем», «Химия, технология получения топлив и смазочных материалов», «Автомобильная промышленность», «Двигателестроение».
26. Официальный Интернет Сайт ООО «Трейд-Ойл». WWW.DIZTOP.RU.

