

Департамент образования города Москвы
Государственное бюджетное профессиональное
образовательное учреждение города Москвы
КОЛЛЕДЖ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА № 9

А.Н. Шишлов, С.В. Лебедев

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Учебно-практическое пособие

Москва 2018

УДК 665.75:629.113.3/5
ББК 39.33.30.82
Ш 665

Рецензенты:

кандидат технических наук, доцент
Н. Н. Пуляев

заслуженный мастер производственного обучения РФ
Э. Б. Слуцкий

Шишлов А. Н., Лебедев С. В.

Автомобильные эксплуатационные материалы: учебно-практическое пособие для автомобильных колледжей. М.: ГБПОУ КАТ №9, 2018. – 209 с.

В учебно-практическом пособии изложены необходимые сведения по назначению, ассортименту, свойствам, технологиям выбора и применения основных автомобильных эксплуатационных материалов.

Содержание учебно-практического пособия соответствует Федеральным государственным образовательным стандартам по специальностям 23.02.03 «Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта» и 23.02.07 «Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей».

При составлении пособия были использованы материалы и иллюстрации из следующих учебников: Кириченко Н.Б. Автомобильные эксплуатационные материалы. – М.: Издательский центр «Академия»; Стуканов В.А. Автомобильные эксплуатационные материалы. – М.: ФОРУМ – ИНФРА-М и материалы с электронных ресурсов (сайты www.tehmasla.com; www.detalinfo.ru и др.).

УДК 665.75:629.113.3/5
ББК 39.33.30.82

© ГБПОУ КАТ №9, 2018

Оглавление

Введение.....	5
1. Основные сведения о производстве топлива и смазочных материалов.....	6
1.1 Влияние химического состава нефти на свойства получаемого топлива и масел.....	6
1.2 Получение топлива прямой перегонкой.....	7
1.3 Вторичная переработка нефти методами термической деструкции и синтеза.....	8
2. Автомобильное топливо.....	13
2.1 Автомобильные бензины.....	13
2.1.1 Эксплуатационные требования к автомобильному бензину.....	13
2.1.2 Свойства бензина, влияющие на его хранение и образование отложений.....	14
2.1.3 Свойства бензина, влияющие на подачу топлива.....	15
2.1.4 Свойства бензина, влияющие на смесеобразование.....	15
2.1.5 Свойства бензина, влияющие на процесс сгорания.....	18
2.1.6 Коррозионные свойства бензина.....	19
2.1.7 Детонационная стойкость бензина.....	19
2.1.8 Ассортимент, качество и состав автомобильного бензина.....	21
2.2 Дизельное топливо.....	27
2.2.1 Эксплуатационные требования к дизельному топливу.....	27
2.2.2 Свойства дизельного топлива, влияющие на хранение и образование отложений.....	28
2.2.3 Свойства дизельного топлива, влияющие на его подачу.....	29
2.2.4 Свойства дизельного топлива, влияющие на смесеобразование.....	31
2.2.5 Свойства дизельного топлива, влияющие на самовоспламенение и сгорание.....	33
2.2.6 Коррозионные свойства дизельного топлива.....	34
2.2.7 Ассортимент дизельного топлива.....	35
2.3 Альтернативные виды топлива.....	40
2.3.1 Классификация альтернативного топлива.....	40
2.3.2 Газовые виды топлива.....	40
2.3.3 Газоконденсатное топливо, спирты и водороды.....	44
2.3.4 Современные тенденции в разработке альтернативных видов топлива для автомобилей.....	48
2.4 Экономия топлива.....	54
2.5 Качество топлива.....	66
2.5.1 Определение качества и марки бензина.....	68
2.5.2 Определение качества и марки дизельного топлива.....	68
3. Автомобильные смазочные материалы.....	71
3.1 Масла для двигателей (моторные масла).....	79
3.1.1 Требования к моторным маслам.....	82
3.1.2 Присадки для моторных масел.....	85
3.1.3 Классификация, маркировка и ассортимент моторных масел.....	87
3.2 Трансмиссионные масла.....	99
3.3 Гидравлические масла.....	107
3.4 Автомобильные пластичные смазки.....	115
3.5 Экономия смазочных материалов.....	121
3.6 Качество смазочных материалов.....	124
4. Автомобильные специальные жидкости.....	131

4.1 Жидкости для систем охлаждения.....	131
4.2 Жидкости для гидравлических систем.....	135
4.2.1 Тормозные жидкости.....	135
4.2.2 Амортизаторные жидкости.....	138
4.3 Пусковые жидкости.....	139
4.4 Стеклоомывающие жидкости.....	140
4.5 Моющие средства.....	142
4.5.1 Удаление загрязнений с полированных поверхностей автомобилей.....	142
4.5.2 Удаление технических загрязнений в системах, узлах и механизмах автомобилей.....	145
5. Лакокрасочные и защитные материалы.....	151
5.1 Лакокрасочные материалы.....	151
5.2 Защитные материалы.....	167
5.2.1 Материалы для антикоррозионной обработки автомобиля.....	167
5.2.2 Материалы для полировки кузова.....	171
5.3 Резиновые материалы.....	177
5.4 Уплотнительные, обивочные, электроизоляционные материалы и клеи.....	184
6. Управление расходом топливно-смазочных материалов.....	190
7. Техника безопасности и охрана окружающей среды при использовании автомобильных эксплуатационных материалов.....	194
7.1 Токсичность и огнестойкость автомобильных эксплуатационных материалов.....	194
7.2 Техника безопасности при работе с автомобильными эксплуатационными материалами.....	200
7.3 Охрана окружающей среды.....	203

Введение

Автомобиль необходим человеку и на производстве, и в повседневной жизни. Ни одна сфера деятельности не обходится без использования автотранспорта. С каждым годом растет количество автомобилей, находящихся в личном пользовании. В связи с широким использованием автотранспорта, увеличением количества автомобилей и совершенствованием их конструкции возрастает потребность в квалифицированных специалистах по обслуживанию и ремонту автомобильной техники. Такие специалисты должны хорошо знать не только устройство и принцип действия автомобилей, технологию их диагностирования, технического обслуживания и ремонта, но и технологию выбора и экономного использования различных автомобильных эксплуатационных материалов. В настоящее время, когда во всем мире наблюдается быстрое сокращение запасов нефти и значительный рост цен на нефтепродукты, актуальной стала проблема рационального расходования топлива и смазочных материалов.

Правильный выбор и рациональное использование эксплуатационных материалов во многом определяет надежность и долговечность техники, регулирует затраты на ее обслуживание и ремонт. Например, ошибка при выборе моторного масла может привести в лучшем случае к сокращению срока службы двигателя, в худшем – к его поломке. Выбор эксплуатационных материалов более высокого качества, чем требуется, – это неоправданное увеличение затрат. Применение же материалов низкого качества обуславливает сокращение срока службы автомобиля и ведет к перерасходу самого материала.

Проблемами использования топлива и смазочных материалов занимается наука химмотология, которая изучает свойства, качество и рациональное использование горючих и смазочных материалов, устанавливает требования к ним, что способствует разработке новых сортов, методов испытаний и унификации горюче-смазочных материалов.

Для эффективного и полного усвоения информации, изложенной в данном пособии, необходимы базовые знания по химии (темы «Углеводороды», «Переработка нефти», «Окислительно-восстановительные реакции» и др.), физике (темы «Теплопередача», «Трение»), устройству, техническому обслуживанию и ремонту автомобилей.

Как работать с пособием? Записывать излагаемую преподавателем информацию не нужно (конспект уже есть в пособии). Задача студента – внимательно выслушать лектора и усвоить материал. После изучения темы необходимо заполнить пропуски и пустые строки в заданиях для закрепления и контроля. Такой контроль предусмотрен на каждом занятии. После изучения темы, каждый студент должен выполнить контрольную работу с индивидуальными вариантами заданий. Контрольные задания выполняют в письменной форме на специальном листе учебно-практического пособия и периодически сдают преподавателю на проверку.

Изучив материал и сдав зачет по теме, студент расписывается на отведенной для этого строке и этим подтверждает, что получил и усвоил по данной теме всю информацию, необходимую для его профессиональной деятельности.

Пособие, полностью заполненное и подписанное студентом и преподавателем, необходимо представить до начала экзамена. Это необходимое условие допуска к экзамену.

Подобная организация освоения учебной информации позволит Вам прочно усвоить материал и сделать значительный шаг к тому, чтобы стать квалифицированным специалистом и быть востребованным на любом автомобильном предприятии.

1. Основные сведения о производстве топлива и смазочных материалов

Автомобильное топливо – источник тепловой энергии, которая в двигателях внутреннего сгорания преобразуется в механическую. Топливо может быть *жидким и газообразным*. Жидкое топливо – это *бензин и дизельное топливо*. Газовое топливо может быть *сжиженным и сжатым*. Основным источником получения жидких и газообразных видов топлива является нефть.

Смазочные материалы – вещества, обладающие смазочным действием. Применяются для смазки трущихся деталей машин и приборов, а также при обработке металлов давлением. В качестве смазочных материалов в автомобилях используют жидкие масла преимущественно нефтяного происхождения, синтетические масла и пластичные смазки.

1.1 Влияние химического состава нефти на свойства получаемого топлива и масел

Нефть в качестве сырья для производства различных видов топлива и масел обладает рядом преимуществ: высокой калорийностью, относительной простотой ее добычи, транспортирования и переработки.

Нефть представляет собой сложную смесь жидких органических веществ, в которых растворены различные твердые углеводороды и смолистые вещества. Нефть и нефтепродукты в основном состоят из углерода – 83...87 %, водорода – 12...14 % и серы – 3...4 %, остальное – азот и кислород, т.е. основу сложной по химическому составу и структуре жидкости составляют углеводороды: парафиновые, нафтеновые и ароматические.

Углеводороды. Топливо и смазочные материалы, содержащие большое количество парафиновых углеводородов, отличаются высокой стабильностью. В высококачественных автомобильных бензинах желательное присутствие изопарафинов, которые устойчивы к действию кислорода при высоких температурах. Наличие нормальных парафинов, легко окисляющихся при повышенных температурах, снижает детонационную стойкость бензинов, но в то же время, сокращая период с момента подачи топлива в двигатель до его воспламенения, способствует более плавному нарастанию давления и, следовательно, улучшению работы двигателя. Поэтому содержание нормальных парафинов предпочтительно в более тяжелых видах дизельного топлива, хотя в зимних сортах их количество тоже ограничивают. Смазочные материалы, содержащие парафиновые углеводороды, имеют высокую температуру застывания, поэтому их применение в холодное время также затруднено.

Наличие нафтеновых углеводородов в смазочных материалах определяет увеличение их вязкости и улучшение маслянистости.

Вследствие своей высокой термической устойчивости ароматические углеводороды являются желательными составляющими в топливе для бензиновых двигателей, которое должно иметь самое высокое октановое число. Из-за высокой нагарообразующей способности допустимое содержание ароматических углеводородов в бензинах составляет 40...45 %. В дизельных видах топлива вследствие термической стабильности ароматических углеводородов их присутствие нежелательно.

Кислородные соединения в нефти представлены кислотами, фенолами, эфирами и другими компонентами. Основная их часть сосредоточена во фракциях нефти, кипящих при высокой температуре (высококипящих), т.е. начиная с керосиновой.

Простейшие кислородные соединения в нефти – это органические вещества. В незначительном количестве они присутствуют в топливе и маслах в виде высококипящих (с температурой кипения выше 200 °С) маслянистых жидкостей, вызывающих сильную коррозию некоторых цветных металлов (свинца, цинка и др.), поэтому их количество в топливе и маслах строго ограничено государственными стандартами.

Сернистые соединения. Нефть многих месторождений является сернистой или высокосернистой. Переработка такой нефти требует дополнительных затрат, так как при увеличении содержания серы в бензине с 0,033 до 0,15 % мощность двигателя снижается на 10,5 %, расход топлива увеличивается на 12 %, а число капитальных ремонтов возрастает в два раза. Кроме того, использование сернистого топлива наносит большой вред окружающей среде. Сернистые соединения подразделяются на активные и неактивные. К активным относятся соединения, способные вызвать коррозию металлов при нормальных условиях. Это сероводород, меркаптаны и элементарная сера. Находясь в растворенном или взвешенном состоянии, эти соединения способны вызвать сильную коррозию металлов при любых температурных условиях. В соответствии со стандартами присутствие активных сернистых соединений в нефтепродуктах не допускается.

Неактивные сернистые соединения при нормальных условиях не вызывают коррозии металлов, но при полном сгорании топлива в двигателе образуют сернистый и серный ангидриды, дающие в соединении с водой сернистую и серную кислоты.

В малосернистой нефти содержание сернистых соединений достигает 0,5 %, а в сернистых доходит до 5 %. После перегонки в бензиновых фракциях содержится около 0,15 % неактивных сернистых соединений, в керосиновых – до 1 %.

Азотистые соединения содержатся в нефти в небольших количествах и концентрируются в тяжелых фракциях. Азотистые соединения делятся на основные и нейтральные. Основные азотистые соединения отделяют от нефти в процессе обработки слабой серной кислотой. Азотистые соединения термически стабильны и не оказывают заметного влияния на эксплуатационные свойства нефтепродуктов. Однако при хранении дизельного топлива они вызывают усиленное смолообразование.

1.2 Получение топлива прямой перегонкой

Нефтепереработка – это многоступенчатый процесс физической и химической обработки сырой нефти, результатом которого является получение комплекса нефтепродуктов (рис.1).



Рис.1. Основные продукты нефтепереработки

Прямая перегонка (дистилляция) является одним из основных способов получения топлива из нефти. Прямая перегонка заключается в нагреве нефти при атмосферном давлении и выделении фракций, различающихся температурами кипения. При температуре от 35 до 200 °С отбирают бензиновую фракцию, от 200 до 300 °С – дизельное топливо. Остаток после перегонки – мазут (до 80 %) – поступает в куб дистилляционной колонны, работающей под вакуумом. Верхний слой мазута представляет собой соляровый дистиллят (температура кипения 280...300 °С), который является исходным сырьем для крекинг-бензинов и дистилляционных масел: промышленных, цилиндрических, моторных и т. д.

Прямая перегонка – это физический способ переработки нефти с помощью атмосферно-вакуумной установки, принцип работы которой заключается в следующем: в результате нагрева нефти в специальной трубчатой печи до 330...350 °С образуется смесь паров нефти и неиспарившегося жидкого остатка, поступающая в ректификационную колонну с теплообменниками (рис.2). В ректификационной колонне происходит разделение нефтяных паров на фракции, составляющие различные нефтепродукты. Тяжелые фракции нефти, поступаая в колонну в жидкой фазе, в нижней ее части отделяются от паров и отводятся из нее в виде мазута.

Продуктами прямой перегонки нефти являются следующие дистилляты: бензин (40...200 °С); лигроин (110...230 °С); керосин (140...300 °С); газойль (230...330 °С) и соляр (280...350 °С).

Средний выход бензиновых фракций, зависящий от свойств добываемой нефти, колеблется от 15 до 25 %. На долю остальных видов топлива приходится 20...30 %.

Лигроин, имеющий несколько большую плотность, чем бензин (тяжелый бензин), используется как дизельное топливо и в качестве сырья для получения высокооктановых бензинов.

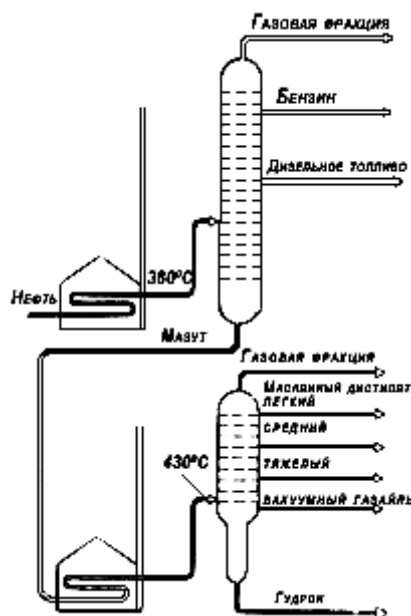


Рис. 2. Схема комплексной атмосферно-вакуумной установки нефтеперерабатывающего производства

Газойль, являющийся промежуточным продуктом между керосином и смазочными маслами, используется как топливо для дизелей, а также является сырьем для каталитического крекинга.

Продукты, получаемые способом прямой перегонки, обладают высокой химической стабильностью, так как в них отсутствуют непредельные углеводороды.

1.3 Вторичная переработка нефти методами термической деструкции и синтеза

Вторичная переработка нефти обеспечивает химическое превращение полученных при первичной переработке фракций (дистиллятов) в целях увеличения содержания в них углеводородов определенного типа. Основным методом вторичной переработки нефти является крекинг – термический, каталитический и гидрокрекинг, а также каталитический риформинг.

Крекинг (англ. *Cracking* – расщепление) – переработка нефти или ее фракций для получения моторных видов топлива, а также сырья для химической промышленности. Различают два основных вида крекинга: 1) *термический*, осуществляемый под действием высокой температуры и давления; 2) *каталитический*, происходящий при одновременном воздействии высокой температуры, давления и катализатора.

Крекинг применяется главным образом для получения моторных видов топлива.

Термический и каталитический крекинги используют для увеличения выхода легких фракций из нефти. Исходным сырьем служит соляровая фракция, представляющая собой смесь углеводородов с числом атомов углерода от 16 до 20, при нагревании которой до 450...550 °С в присутствии катализатора (алюмосиликат) или без него происходит расщепление углеводородов.

Сырье для *термического крекинга* – полугудрон – остаток после недостаточно полного отгона масляных фракций. При термическом крекинге выход бензина составляет 30...35 %. Термический крекинг сопровождается образованием ненасыщенных углеводородов, поэтому бензины термического крекинга характеризуются низкой химической стабильностью и невысокой детонационной стойкостью. Продукты термического крекинга нестабильны при хранении, бензины из этих продуктов требуют последующего риформинга. На современных заводах термический крекинг не применяется.

Основным методом получения бензина является *каталитический крекинг*. Каталитический крекинг – термокаталитическая переработка нефтяных фракций с целью получения компонента высокооктанового бензина и непредельных жирных газов. Эти бензины имеют более высокую детонационную стойкость и химическую стабильность.

В процессе каталитического крекинга вырабатывается высокооктановый бензин с октановым числом 88...91 пунктов. Кроме того, бензин содержит менее 1 % бензола и 20...25 % ароматических углеводородов, что дает возможность использовать его для приготовления бензинов согласно последним нормам Евросоюза («Евро-4», «Евро-5»). Основной недостаток бензина каталитического крекинга – высокое содержание непредельных углеводородов (до 30 %) и серы (0,1...0,5 %), что очень плохо влияет на стабильность топлива при хранении. Бензин быстро желтеет из-за полимеризации и окисления непредельных углеводородов и потому не может применяться без смешивания с другими бензиновыми фракциями.

Каталитический крекинг позволяет получать бензин с октановым числом до 98, протекает при температуре 450...550 °С в присутствии водорода с алюмомолибденовым или алюмоплатиновым катализатором при давлении 3 МПа.

Гидрокрекинг – процесс, направленный на получение высококачественных керосиновых и дизельных дистиллятов, а также вакуумного газойля путем крекинга углеводородов исходного сырья в присутствии водорода. Одновременно с крекингом происходит очистка продуктов от серы, насыщение олефинов и ароматических соединений, что обуславливает высокие эксплуатационные и экологические характеристики получаемого топлива. Например, содержание серы в дизельном дистилляте гидрокрекинга составляет миллионные доли процента. Получаемая бензиновая фракция имеет невысокое октановое число, ее тяжелая часть может служить сырьем риформинга. Гидрокрекинг также используется в масляном производстве для получения высококачественных основ масел, близких по эксплуатационным характеристикам к синтетическим.

Гидрокрекинг происходит при давлении до 20 МПа и температуре 480...500 °С в среде водорода с катализатором, благодаря чему ненасыщенные углеводороды не образуются, и полученный бензин имеет высокую химическую стабильность. Сырьем служит полугудрон.

Для улучшения качества бензина прямой перегонки используют **каталитический риформинг**, который протекает в присутствии водорода при температуре 460...510 °С и давлении 4 МПа. При этом происходит перестройка молекул, что ведет к образованию ароматических углеводородов (бензола, толуола, ксилолов и др.) из алканов и нафтенев. Благодаря этому повышается детонационная стойкость бензина. В качестве сырья риформинга обычно используются прямогонные бензиновые фракции. Также в качестве сырья могут использо-

ваться бензины вторичных процессов – гидрокрекинга, термического крекинга и другие, при условии их специальной подготовки.

Коксование тяжелых фракций процессов крекинга проводится при температуре 550 °С и атмосферном давлении. При этом образуется кокс, газообразные углеводороды и жидкая фракция, из которой извлекается бензин.

Синтезирование побочных газообразных продуктов крекинга и коксования направлено на получение высокооктановых компонентов: изооктана, алкилата, алкилбензола и других нефтепродуктов, которые используют в качестве добавок при получении технических сортов бензина.

Получение смазочных масел. По способу производства различают дистиллятные и остаточные масла.

При получении дистиллятных масел мазут нагревают до 420...430 °С, создавая в вакуумной колонне разрежение. Выход дистиллятных масел из мазута составляет около 50 %, остальное – гудрон.

Остаточные масла – это очищенные гудроны. Для их получения мазут или полугудрон смешивают со сжиженным пропаном (6...8 частей пропана на одну часть мазута) при температуре 40...60 °С.

В смазочных маслах, получаемых из мазута, кроме углеводородов обязательно содержатся нафтеновые кислоты, сернистые соединения и смолисто-асфальтовые вещества, поэтому их, как и топливо, необходимо очищать.

Нефтепродукты, полученные в процессе переработки нефти, содержат ряд веществ, присутствие которых нежелательно (сернистые соединения, органические кислоты и т.п.). Поэтому на заключительном этапе производства автомобильных видов топлива и масел проводят их очистку.

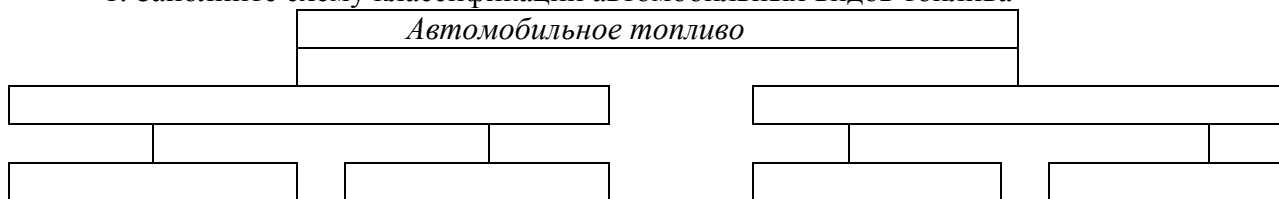
Очистка автомобильного топлива – заключительная стадия подготовки базовых продуктов. Топливо необходимо очистить от избытка сернистых соединений, органических кислот и смолисто-асфальтовых веществ. Для удаления сернистых соединений применяют метод гидроочистки при температуре до 300...400 °С и давлении 5...7 МПа в присутствии катализатора и водорода. Карбоновые кислоты нейтрализуют щелочью с последующей промывкой водой и сушкой.

Зимние сорта дизельного топлива получают удалением из жидкой фазы растворенных твердых углеводородов. Этот процесс – депарафинизация – обеспечивает понижение температуры застывания дизельного топлива.

Методы очистки масел. Для очистки масел применяют концентрированную серную кислоту, которая растворяет смолы, некоторые сернистые соединения и щелочь. Очень широко для очистки масел используют отбеливающие глины, на поверхности которых адсорбируются смолы, серная и органические кислоты, а также некоторые другие вещества. Иногда контактная очистка с помощью глины заменяет обработку кислого масла щелочью. Селективным методом очистки с помощью фенола и фурфурола получают масло с высокой химической стабильностью, т.е. масло-рафинат, и экстракт-смолку, которую используют как присадку к трансмиссионным маслам.

Задания для закрепления

1. Заполните схему классификации автомобильных видов топлива



2. Нефть и нефтепродукты состоят в основном из _____

3. Увеличение содержания серы в бензине влияет на мощность двигателя и расход топлива следующим образом: _____

4. Продуктами прямой перегонки нефти являются следующие дистилляты: _____

5. Крекинг нефти – это _____

6. Заполните следующую таблицу

Способ получения топлива из нефти	Сырье	Продукт

7. По способу производства масла разделяют на следующие виды:

1) _____; 2) _____.

Контрольные вопросы

1. Опишите химический состав нефти.
2. Какое влияние оказывают различные углеводороды на свойства топлива и масел, получаемых в результате переработки нефти?
3. Какое влияние оказывают кислородные соединения на свойства топлива и масел, получаемых в результате переработки нефти?
4. Какое влияние оказывают сернистые соединения на свойства топлива и масел, получаемых в результате переработки нефти?
5. Какое влияние оказывают азотистые соединения на свойства топлива и масел, получаемых в результате переработки нефти?
6. Объясните сущность и условия протекания прямой перегонки нефти.
7. Какими свойствами обладают продукты, полученные в результате прямой перегонки нефти?
8. Объясните сущность и условия протекания термического крекинга.
9. Какими свойствами обладают продукты, полученные в результате переработки нефти методом термического крекинга?
10. Объясните сущность и условия протекания каталитического крекинга.
11. Какими свойствами обладают продукты, полученные в результате переработки нефти методом каталитического крекинга?
12. Объясните сущность и условия протекания гидрокрекинга.
13. Какими свойствами обладают продукты, полученные в результате переработки нефти методом гидрокрекинга?
14. Объясните сущность и условия протекания каталитического риформинга.
15. Какими свойствами обладают продукты, полученные в результате переработки нефти методом каталитического риформинга?
16. Опишите общую технологию получения дистиллятных и остаточных масел.
17. Перечислите и опишите методы очистки топлива.
18. Перечислите и опишите методы очистки масел.

2. Автомобильное топливо

2.1 Автомобильные бензины

Автомобильным бензином называют нефтяную фракцию, представляющую смесь углеводородов, которая выкипает при температуре от 40 до 200 °С. Бензины предназначены для применения в поршневых двигателях внутреннего сгорания с принудительным воспламенением (от искры).

По составу автомобильные бензины представляют собой смесь компонентов, получаемых в результате различных технологических процессов: прямой перегонки нефти, каталитического риформинга, каталитического крекинга и гидрокрекинга, замедленного коксования и т.п. Компонентный состав бензина зависит в основном от его марки и определяется набором технологических установок на нефтеперерабатывающем заводе.

Базовым компонентом для выработки автомобильных бензинов являются бензины каталитического риформинга или каталитического крекинга. Бензины каталитического риформинга характеризуются низким содержанием серы, в их составе практически отсутствуют олефины, поэтому они высокостабильны при хранении. Однако повышенное содержание в них ароматических углеводородов (до 70 %) с экологической точки зрения является лимитирующим фактором. К их недостаткам также относится неравномерность распределения детонационной стойкости по фракциям.

Бензины каталитического крекинга характеризуются низкой массовой долей серы, октановыми числами по исследовательскому методу 90...93 единицы. Содержание в них ароматических углеводородов составляет 30...40 %, олефиновых – 25...35 %. В составе таких бензинов практически отсутствуют диеновые углеводороды, поэтому они обладают относительно высокой химической стабильностью. По сравнению с бензинами каталитического риформинга для бензинов каталитического крекинга характерно более равномерное распределение детонационной стойкости по фракциям. Поэтому в качестве базы для производства автомобильных бензинов используют смесь компонентов каталитического риформинга и каталитического крекинга.

Бензины таких термических процессов, как термический крекинг и замедленное коксование имеют низкую детонационную стойкость и химическую стабильность, высокое содержание серы и используются только для получения низкооктановых бензинов в ограниченных количествах.

Для повышения октанового числа широкое распространение в России и за рубежом при производстве высокооктановых бензинов получил метил-третбутиловый эфир (МТБЭ). МТБЭ имеет октановые числа смешения: 115...135 по исследовательскому методу и 98...110 по моторному.

2.1.1 Эксплуатационные требования к автомобильному бензину

К бензинам предъявляются следующие требования:

- сохранение качеств при хранении и транспортировке; незначительное образование отложений в двигателе;
- обеспечение бесперебойной подачи в систему питания;
- образование горючей смеси необходимого состава;
- обеспечение нормального и полного сгорания полученной смеси в двигателях (без возникновения детонации);
- отсутствие коррозионного воздействия на детали двигателя;

Основные показатели качества бензинов: детонационная стойкость, фракционный состав, давление насыщенных паров и химическая стабильность.

Каждое из перечисленных требований выражается одним или несколькими показателями, которые устанавливаются государственными стандартами.

Для соблюдения перечисленных требований бензин должен иметь определенные параметры свойств и показателей, характеризующих его качество.

Свойства и показатели автомобильного бензина разделяют на несколько групп:

- первая – влияющие на хранение и образование отложений;
- вторая – влияющие на подачу топлива от бака до камер сгорания;
- третья – влияющие на смесеобразование;
- четвертая – влияющие на процесс сгорания;
- пятая – коррозионные свойства бензинов.

2.1.2 Свойства бензина, влияющие на его хранение и образование отложений

Способность жидкого топлива сохранять состав и свойства в процессе хранения и транспортировки называется стабильностью. Различают физическую и химическую стабильность.

Физическая стабильность. Наибольшие изменения свойств бензина возможны в результате двух физических процессов: нарушения однородности бензина вследствие выпадения кристаллов высокоплавких углеводородов и испарения его легких фракций.

Кристаллизация углеводородов в стандартных отечественных автомобильных бензинах происходит при очень низких температурах (ниже – 60 °С), поэтому при их использовании возможна эксплуатация автомобилей в суровых зимних условиях без нарушения работы двигателей и систем питания.

При транспортировке и хранении бензина происходит испарение легких фракций, ухудшающее пусковые свойства бензина. Потери от испарения влияют на начальные точки разгонки бензина, его октановое число и особенно сильно на давление насыщенных паров, которое при испарении 3...4 % бензина может снизиться в 2–2,5 раза.

Химическая стабильность – сохранение химических свойств вещества в процессе хранения и транспортировки. Поскольку со временем в бензине происходят процессы окисления, уплотнения и разложения, его химическая стабильность может нарушаться. Свойства бензина – окисление и смолообразование (при длительном хранении) – характеризуются двумя параметрами: индукционным периодом и содержанием в бензине фактических смол.

Индукционный период – время, в течение которого бензин, находящийся в контакте с воздухом под давлением 0,7 МПа при температуре 100 °С, практически не окисляется. Чем выше индукционный период бензина, тем выше его химическая стабильность.

Степень осмоления определяется содержанием в бензине фактических смол. Этот показатель определяется путем испарения навески бензина (100 мл) в струе нагретого воздуха и взвешивания остатка после испарения. Смолы, образующие липкие остатки, отлагаются на таких деталях, как топливный бак, топливопроводы, насос, карбюратор, стержни впускных клапанов. Смолы, осевшие на горячих деталях, образуют твердые отложения, а смолы, попавшие в камеру сгорания, вызывают образование нагара.

Увеличение площади контакта топлива с воздухом при хранении ускоряет окислительные процессы. Поэтому при хранении целесообразно заполнять емкости до горловины.

Воздушное пространство над топливом после реакции воздуха с парами топлива наполняется азотом, и процесс окисления замедляется. Поступление свежего воздуха снова вызовет интенсивное протекание окислительных процессов. Поэтому хранить бензин необходимо в герметично закрытых емкостях.

Процессы окисления и осмоления ускоряются с повышением температуры бензина. Процесс окисления самоускоряющийся, поэтому бензин, залитый в емкость, не очищенную от остатков старого бензина, осмолится быстрее. Ускоряют образование смол ржавчина и грязь.

В качестве присадок к автомобильным бензинам, препятствующих их осмолению, используют древесно-смольный антиокислитель в количестве 0,050...0,015 % и антиокислитель ФЧ-16 в количестве 0,03...0,10 %.

2.1.3 Свойства бензина, влияющие на подачу топлива

К свойствам бензина, влияющим на подачу топлива, кроме *давления насыщенных паров*, относятся показатели *содержания воды и механических примесей*.

Механические примеси – твердые вещества, образующие осадок или находящиеся во взвешенном состоянии. Это может быть пыль, технологическая грязь, продукты коррозии, разрушения шлангов, прокладок, фильтров, окисления и разложения углеводородов, которые могут привести к засорению жиклеров в карбюраторе, распылителей форсунок и т. д., а также стать причиной повышенного износа деталей двигателя (попадая в двигатель, примеси увеличивают износ поршневых колец и стенок цилиндров, а также отложения нагара). Поэтому бензин и дизельное топливо не должны содержать механических примесей.

Чистота бензинов является важным фактором повышения надежности работы и долговечности двигателей.

Наличие механических примесей определяется визуально путем осмотра пробы на свету в стеклянной емкости. В топливе не должно быть частиц, видимых невооруженным глазом.

Наличие воды в автомобильных бензинах недопустимо. Вода опасна прежде всего при температуре ниже 0 °С, так как замерзая, она образует кристаллы, которые могут преградить доступ бензина в цилиндры двигателя. Кроме того, вода способствует осмолению бензина, так как в ней растворяется ингибитор (антиокислительная присадка), а также является основным источником коррозии топливных баков, трубопроводов и других стальных деталей системы питания. Промышленное топливо практически не содержит воды. Поэтому топливо до заправки должно отстаиваться в складской таре, а при заправке фильтроваться. Наличие в топливе воды определяется также визуально.

2.1.4 Свойства бензина, влияющие на смесеобразование

Свойства бензина, влияющие на смесеобразование – это *плотность, вязкость, поверхностное натяжение, испаряемость, давление насыщенных паров*.

Плотность – отношение массы вещества к его объему. Плотность бензина (от 690 до 810 кг/м³ при температуре 20 °С) наряду с поверхностным натяжением оказывает влияние на качество распыления топлива в карбюраторе, во впускном трубопроводе и цилиндрах двигателя вплоть до перехода его в парообразное состояние. Чем меньше плотность бензина, тем более мелкую структуру будет иметь распыленное топливо, что обеспечит лучшее перемешивание его с воздухом. Это, в свою очередь, улучшит полноту сгорания, т. е. повысит экономичность двигателя. Плотность бензина мало зависит от температуры. С понижением температуры на каждые 10 °С величина плотности возрастает примерно на 1 %.

Плотность различных марок бензина примерно одинакова и определяется с помощью ареометра.

Плотность топлива в значительной степени зависит от содержания в них тяжелых трудно испаряющихся углеводородов (парафинов).

Вязкость – свойство жидкости оказывать сопротивление перемещению одной части относительно другой. Различают динамическую η и кинематическую ν вязкость. За единицу динамической вязкости принята вязкость такой жидкости, которая оказывает сопротивление силой в 1 Н, вызванное взаимным сдвигом двух слоев этой жидкости площадью 1 м², находящихся на расстоянии 1 м друг от друга и перемещающихся со скоростью 1 м/с. Динамическая вязкость измеряется в паскалях умноженных на секунду (Па·с).

С понижением температуры вязкость нефтяных видов топлива и их плотность повышаются. При понижении температуры уменьшится объемный расход бензина через жиклеры карбюратора, но при этом увеличится его массовый расход. Таким образом, влияние изменения вязкости бензина на работу жиклера противоположно влиянию изменения его плотности. В итоге при понижении температуры расход топлива через жиклеры уменьшится, что приведет к обеднению смеси.

В государственных стандартах на нефтепродукты указывается кинематическая вязкость, которая равна отношению динамической вязкости вещества к его плотности ($\nu = \eta / \rho$).

Кинематическая вязкость измеряется в квадратных миллиметрах на секунду ($\text{мм}^2/\text{с}$). При температуре 20 °С вязкость бензина составляет от 0,5...0,7 $\text{мм}^2/\text{с}$. С понижением температуры вязкость бензина повышается.

На вязкость топлива влияет содержание в них тяжелых трудно испаряющихся углеводородов (парафинов).

Поверхностное натяжение равно работе образования единицы площади (1 м^2) поверхности жидкости при постоянной температуре и измеряется в ньютонах на метр (Н/м). Для всех марок бензина поверхностное натяжение одинаково и при температуре 20 °С равно 20...24 Н/м.

Давление насыщенных паров бензина характеризует испаряемость пусковой и рабочей фракций бензина, определяет его пусковые свойства и нормируется стандартами.

Чем выше давление паров при испарении топлива в замкнутом пространстве, тем интенсивнее процесс их конденсации. Стандартом ограничивается верхний предел давления паров летом – до 67,0 кПа и зимой – от 67,0 до 93,3 кПа. Бензины с более высоким давлением склонны к образованию паровых пробок, при их использовании снижается наполнение цилиндров и теряется мощность двигателя, увеличиваются потери от испарения при хранении в баках автомобилей и на складах.

Испаряемость – это способность жидкости к переходу из жидкого состояния в газообразное. От испаряемости зависит надежность поступления бензина из топливного бака в карбюратор и скорость образования топливно-воздушной смеси. Поэтому бензин должен обладать определенной испаряемостью, благодаря которой двигатель легко запускается, быстро прогревается, после прогрева двигателя бензин полностью сгорает, а образования паровых пробок в топливной системе не происходит.

При пуске холодного двигателя испаряемость бензина ухудшается из-за низкой температуры и плохого распыливания его при малых скоростях воздуха в диффузоре, поэтому в цилиндры при температуре 0 °С попадает в испарившемся виде лишь около 10 % бензина; при более высокой температуре его количество несколько возрастает, а при минусовой температуре – резко падает.

При высокой температуре перегонки 10 % бензина затрудняется пуск холодного двигателя вследствие того, что рабочая смесь в этом случае будет слишком обедненной, так как основное количество бензина попадает в цилиндры в жидком виде. Кроме того, бензин в жидком виде разжижает масло, смывает его со стенок цилиндров и вызывает повышенный износ деталей двигателя.

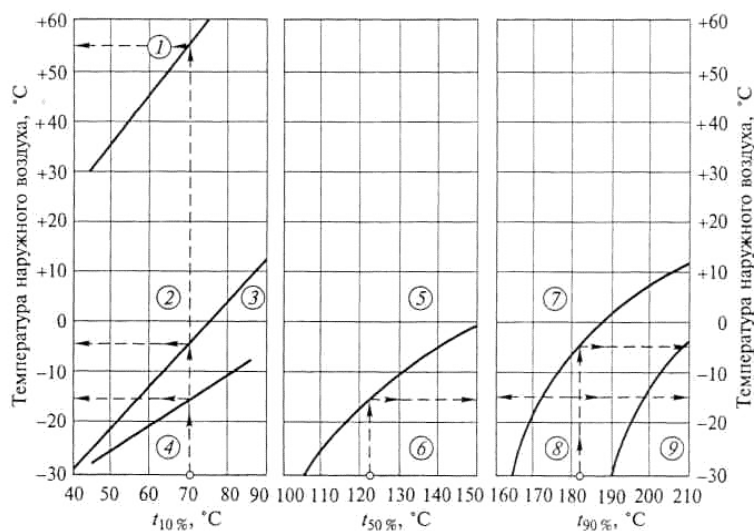
Однако если бензин имеет слишком низкую температуру начала перегонки и перегонки 10 %, то при горячем двигателе в жаркое время года в системе питания могут испаряться наиболее низкокипящие углеводороды, образуя пары, объем которых в 150–200 раз больше объема бензина. При этом горючая смесь обедняется, что вызывает перебои в работе или остановку двигателя, а также затрудняет пуск прогретого двигателя. Это явление внешне проявляется так же, как и засорение топливной системы, поэтому оно и получило название «паровая пробка».

Испаряемость бензина оценивают по его фракционному составу.

Фракционный состав бензина – это наличие в бензине различных фракций, выраженное в объемных или массовых соотношениях.

Фракционный состав характеризуется температурой и количеством фракций, выкипающих при данной температуре. Эти показатели определяют пусковые качества бензина, способность обеспечивать быстрый прогрев и приемистость двигателя, содержание в топливе тяжелых фракций, которые вообще не растворяются. Фракционный состав зимних и летних бензинов должен отличаться, так как условия их испарения различны.

Определяется фракционный состав разгонкой бензина на приборе, состоящем из колбы с термометром и отводной трубкой, холодильника и приемника – мерного цилиндра на 100 миллилитров. Принцип работы сразу становится ясным, если сказать, что он совершенно идентичен принципу работы самогонного аппарата. Отмечают температуру начала перегонки $t_{\text{нп}}$, конца перегонки $t_{\text{кп}}$, температуры t_{10} , t_{50} , t_{90} , при которых перегоняется 10, 50, и 90 % бензина соответственно. На графике представлена номограмма для эксплуатационной оценки бензинов по данным их перегонки, где: 1 – область возможного образования паровых пробок; 2 – область легкого пуска двигателя; 3 – область затрудненного пуска двигателя; 4 – область практически невозможного пуска холодного двигателя; 5 – область быстрого прогрева и хорошей приемистости двигателя; 6 – область медленного прогрева и плохой приемистости двигателя; 7 – область незначительного разжижения масла в картере; 8 – область заметного разжижения масла в картере; 9 – область интенсивного разжижения масла в картере



Бензин имеет три фракции: пусковую, рабочую, концевую. Пусковая фракция представляет собой первые 10 % перегонки бензина. Чем ниже температура выкипания первых 10 % топлива, тем легче будет осуществлен пуск холодного двигателя. Однако при содержании особо низких фракций возникает опасность преждевременного испарения бензина и образование паровых пробок. По температуре t_{10} можно определить минимальную температуру окружающей среды, при которой возможен пуск двигателя:

$$t_{\text{ос}} = 0,5 t_{10} - 50,5.$$

Температура выкипания 50 % бензина характеризует однородность состава смеси по отдельным цилиндрам, продолжительность и приемистость прогрева двигателя.

При снижении t_{50} сокращается время прогрева, увеличивается приемистость автомобиля и срок службы двигателя. Повышение t_{50} ведет к снижению ресурса двигателя, особенно при низких температурах окружающей среды.

Показатели t_{90} и $t_{\text{кп}}$ определяют содержание в бензине тяжелых трудноиспаряемых фракций. Чем выше t_{90} и $t_{\text{кп}}$, тем вероятнее неполное испарение бензина и неполное его сгорание в цилиндрах, что ведет к увеличению расхода топлива. Кроме того, происходит оседание несгоревших частиц на стенках цилиндров и смывание их в масло.

Если в бензине легких фракций недостаточно, то горючая смесь окажется обедненной и смесь не воспламенится от искры. Чем ниже температура воздуха при пуске холодного

двигателя, тем в меньшем количестве испаряются даже легкие фракции, и пуск становится труднее. Следовательно, чем ниже температура окружающего воздуха, тем больше легких фракций должен иметь бензин. Этим и объясняется разница температур для зимних и летних бензинов. Бензоколонки обязаны переходить с летнего бензина на зимний с 1 октября, а с зимнего на летний – с 1 апреля.

2.1.5 Свойства бензина, влияющие на процесс сгорания

Различают *нормальное, детонационное и калильное* сгорание рабочей смеси.

Сгорание смеси считается **нормальным**, если воспламенение топлива происходит от свечи зажигания, при этом оно полностью сгорает со средней скоростью распространения фронта пламени 15...20 м/с. Такое сгорание обеспечивает полное тепловыделение и плавное увеличение давления в цилиндрах.

Калильное сгорание – это воспламенение рабочей смеси от перегретых деталей и нагара в камере сгорания, когда при выключении зажигания сгорание смеси не прекращается, а она воспламеняется на такте очередного сжатия. При этом процесс сгорания и расширения смеси может наступить до завершения такта сжатия с последствиями, аналогичными для детонационного сгорания.

Детонационным сгоранием называется такое сгорание рабочей смеси, при котором кроме воспламенения топлива от искры при определенных условиях происходит самовоспламенение отдельной его части. При этом фронт пламени распространяется со скоростью 1500...2500 м/с. Детонационное сгорание сопровождается звонкими металлическими стуками в зоне камеры сгорания, неполнотой сгорания (черный дым в отработавших газах), перегревом двигателя и снижением его мощности, а также имеет другие вредные последствия, вплоть до механического повреждения отдельных деталей двигателя.

Удар детонационной волны о стенки камеры сгорания вызывает отраженные волны, вибрацию стенок и характерные для детонации звонкие металлические стуки. Слои рабочей смеси у стенок цилиндра подвергаются сильному сжатию детонационной волной, в результате чего увеличивается теплопроводность стенок и усиливается отдача тепла к ним, двигатель перегревается и его работа становится жесткой.

На возникновение детонации влияют различные конструктивные и эксплуатационные параметры:

- частота вращения коленчатого вала (при увеличении частоты вращения детонация снижается);
- форма камеры сгорания (чем больше времени необходимо пламени для достижения наиболее отдаленных от свечи мест камеры сгорания и чем хуже эти места охлаждаются, тем выше вероятность возникновения детонации);
- размеры цилиндра (чем больше размеры, тем выше вероятность возникновения детонации);
- калильное число свечей (при неправильном выборе марки свечи возможен недостаточный отвод теплоты от нее, а раскаленная свеча может сама служить источником детонации);
- интенсивность охлаждения выпускных клапанов (чем хуже охлаждается выпускной клапан, тем больше вероятность возникновения детонации);
- нагар на стенках камер сгорания (его наличие повышает вероятность возникновения детонации);
- угол опережения зажигания (увеличение угла опережения зажигания ведет к возрастанию детонации);
- температура охлаждающей жидкости (при повышении температуры усиливается детонация);
- атмосферные условия (например, при повышении атмосферного давления детонация увеличивается, а при увеличении влажности воздуха – уменьшается);

- углеводородный состав топлива (решающим образом влияет на возникновение и интенсивность детонации – чем больше в топливе парафинов тем выше вероятность возникновения детонации);
- степень сжатия – главный фактор, определяющий возникновение детонации.

2.1.6 Коррозионные свойства бензина

При использовании бензины соприкасаются с различными металлами и сплавами и вызывают их коррозионное разрушение. Коррозии подвергаются резервуары, трубопроводы, топливные баки, детали карбюратора и т.д. Наибольшую опасность с точки зрения коррозионного воздействия представляют водорастворимые кислоты, вода и щелочи, а также сернистые соединения.

Водорастворимые кислоты и щелочи – электролиты. Их капельки осаждаются на поверхности металла и вызывают электрохимическую коррозию. Продукты коррозии переходят в топливо и засоряют фильтры и другую топливную аппаратуру. Неорганические кислоты и щелочи – примеси, которые могут попасть в топливо при его очистке.

Особенно вредны для топлива *минеральные соли и кислоты*. Их наличие в топливе не допускается. Проверка бензина и дизельного топлива на содержание минеральных кислот и щелочей имеет качественный характер, для чего топливо проверяют водной вытяжкой.

Органические кислоты, содержащиеся в нефти, при переработке попадают в бензин и дизельное топливо.

Нафтеновые кислоты – слабые электролиты, которые обладают невысокой коррозионной активностью, что позволяет не удалять их из нефтепродуктов. Кроме того, они оказывают благоприятное смазывающее воздействие. Содержание органических кислот в топливе определяется *кислотным числом*.

Сернистые соединения. В топливе присутствуют активные и неактивные сернистые соединения. Активные соединения взаимодействуют с металлами при комнатной температуре. К ним относятся сероводород, меркаптаны, элементарная сера. Они вызывают коррозию металлов, их содержание в бензине не должно превышать 0,0015 %. Наличие активных сернистых соединений определяют качественным методом – испытанием на медную пластинку. Если цвет пластинки после ее нахождения в бензине при температуре 50 °С в течение 3 ч. стал черным, черно-коричневым или серо-стальным, значит, топливо не выдержало испытания. При всех других изменениях цвета содержание активных сернистых соединений не превышает допустимых норм.

Неактивные сернистые соединения (сульфиды, дисульфиды) при обычных условиях практически не взаимодействуют с металлами. Однако при высокой температуре (во время сгорания) они образуют сернистый газ, который с металлами вступает в реакцию.

2.1.7 Детонационная стойкость бензина

Основное свойство бензина, влияющее на процесс сгорания – детонационная стойкость. Детонационная стойкость оценивается *октановым числом*.

На рис. 3 представлена развернутая индикаторная диаграмма, отражающая зависимость изменения давления P в цилиндре двигателя от угла поворота коленчатого вала $\varphi_{пв}$ при нормальном и детонационном сгорании смеси.

Мерой детонационной стойкости бензина является октановое число.

Октановое число – условный показатель детонационной стойкости бензина, численно равный процентному содержанию изооктана C_8H_{18} (октановое число которого принято за 100) в смеси с *n*-гептаном C_7H_{16} (октановое число которого равно 0), эквивалентной по детонационной стойкости испытываемому бензину. Смеси изооктана и *n*-гептана (эталонной смеси) различных соотношений будут иметь детонационную стойкость от 0 до 100.

Например, октановое число бензина равно 80. Это значит, что данный бензин по детонационной стойкости эквивалентен смеси изооктана и н-гептана, в которой изооктана 80 %.

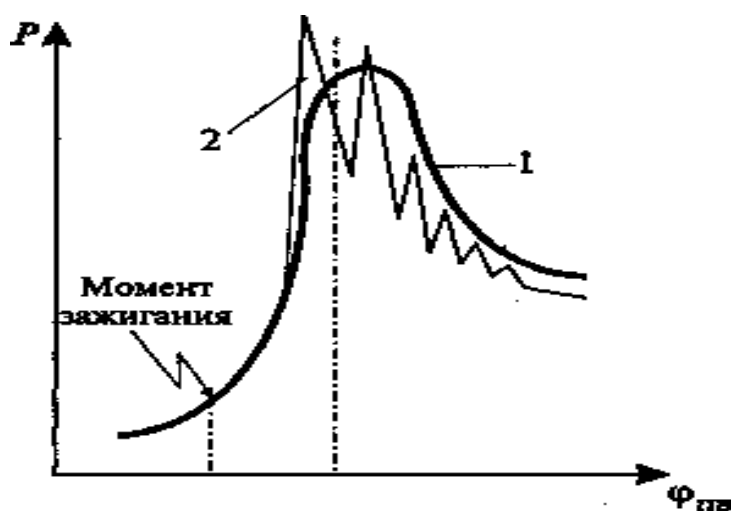


Рис. 3. Индикаторная диаграмма: 1 – нормальное сгорание; 2 – детонационное сгорание

Октановое число бензина можно определять двумя методами: моторным и исследовательским.

Моторным методом определяют октановое число на установке УИТ-65, позволяющей изменять степень сжатия от 4 до 9. Установка позволяет сравнивать детонационную стойкость исследуемого бензина с эталонными образцами при температуре горючей смеси 150 °С и частоте вращения 900 об/мин.

Исследовательским методом детонационную стойкость определяют при температуре горючей смеси 25...35. °С (смесь не подогревается) и частоте вращения 600 об/мин. В этом случае в обозначении марки бензина присутствует буква «И». Например, АИ-92 – автомобильный бензин с октановым числом (определенным по исследовательскому методу) не ниже 92.

Поскольку определение детонационной стойкости по моторному методу проходит в более жестких условиях, то результат будет несколько ниже, чем он был бы получен при определении по исследовательскому методу (табл. 1). В обоих случаях после прогрева двигателя постепенно увеличивается степень сжатия до появления детонации определенной стандартной интенсивности, определяемой по шкале указателя детонации.

Таблица 1

Октановые числа бензина различных марок

Метод определения октанового числа	А-76	АИ-80	АИ-91	АИ-92	АИ-93	АИ-95	АИ-96	АИ-98
Моторный	76	76	82,5	83	85	85	85	88
Исследовательский	–	80	91	92	93	95	96	98

Существуют следующие *методы повышения детонационной стойкости (октанового числа) бензинов*: воздействие на их химический состав; добавление в базовые бензины до 40 % высокооктановых компонентов, синтезированных из газообразных углеводородов; введение небольшого количества специальных присадок – антидетонаторов, увеличивающих содержание ароматических и изопарафиновых углеводородов.

Воздействие на химический состав возможно в результате применения современных технологий получения топлива – каталитического крекинга и риформинга.

В качестве высокооктанового компонента бензинов применяется метилтретбутиловый эфир (МТБЭ). Введение МТБЭ в бензин в количестве 11 % позволяет получить бензин АИ-93 с вовлечением в него до 15...20 % низкооктановых компонентов.

Одним из средств повышения октанового числа топлива является добавление в него до 2 % ароматических аминов. Например, высокоэффективной добавкой к бензину является экстралин.

Применяемый в качестве антидетонационной присадки экстралин, представляющий собой смесь производных ароматических соединений, хорошо смешивается с бензином. Смеси, содержащие до 4 % экстралина, при хранении не расслаиваются, не замерзают до -60 °С и имеют значительно повышенное октановое число.

2.1.8 Ассортимент, качество и состав автомобильного бензина

В России бензин для автомобилей вырабатывают в соответствии с государственными стандартами и техническими условиями. В зависимости от октанового числа стандарты предусматривают пять марок автомобильного бензина: А-72, А-76, АИ-91, АИ-93 и АИ-95. Для А-72 и А-76 цифры указывают октановые числа, определяемые по моторному методу, для АИ-91, АИ-93 и АИ-95 – по исследовательскому. То есть обозначение марки бензина включает способ определения октанового числа (моторный – А; исследовательский – АИ) и значение октанового числа – 76, 91, 93 и т.п.

В связи с увеличением доли легкового транспорта в общем объеме автомобильного парка наблюдается тенденция снижения потребности в низкооктановых бензинах и увеличения потребления высокооктановых.

Для приготовления автомобильного бензина используют бензины прямой перегонки, бензины термического крекинга, бензины каталитического крекинга и каталитического риформинга, бензины коксования (для низкооктановых бензинов), алкилбензин, изопентан, толуол (для высокооктановых бензинов), бутан, бутан-бутиленовую фракцию, пентан-амиленовую фракцию и газовый бензин. Для повышения детонационной стойкости автомобильного бензина используют антидетонационные присадки, из которых самой распространенной является метилтретбутиловый эфир (МТБЭ).

Содержание серы в автомобильном бензине меняется от 0,05 до 0,1 %. Автомобильный бензин изготавливают зимних и летних сортов, которые отличаются давлением насыщенного пара. Маркируются бензины по октановым числам, замеренным по моторному или исследовательскому методу, или по обоим методам одновременно.

Существуют автомобильные бензины марок А-72 (летний и зимний), А-76 (летний и зимний), АИ-80, АИ-91 (летний и зимний), АИ-92 (летний и зимний), АИ-93 (летний и зимний), АИ-95 (летний и зимний) и АИ-95 «Экстра» (летний), а также АИ-96 и АИ-98.

В разных регионах мира используются разные марки автомобильного бензина. В Европе распространены марки «суперплюс» или «супер» (летний и зимний), «премиум» или «европейский» (летний и зимний), «немецкий» (летний и зимний), «итальянский» (летний и зимний), «регулар» (летний и зимний). В США применяется автомобильный бензин марок «регулар», «мидгрейд», «премиум» и «суперпремиум» (эти марки бывают как летние, так и зимние). В США применяется автомобильный бензин с содержанием свинца менее 0,0026 г/л. В Азиатско-Тихоокеанском регионе применяется автомобильный бензин марок 91RON, 92RON, 95RON, 97RON. Все они летние с содержанием свинца до 0,01 г/л. Аббревиатура RON составлена из первых букв английских слов research octane number (октановое число по исследовательскому методу). При написании марок бензина используются разные значения октановых чисел, поэтому при подборе аналогов необходимо ознакомиться с описанием каждой марки. Производство автомобильного бензина в мире примерно 900 млн т в год, что составляет 30 % от общего производства нефтепродуктов.

Автомобильный бензин марки А-72 (Low octane motor gasoline)

Автомобильный бензин низкого качества с содержанием свинца не более 0,013 г/л. Содержит продукты термического и каталитического крекинга, коксования и пиролиза, прямогонный бензин и антиокислительные присадки. Плотность не нормируется. Октановое число по моторному методу – 72, по исследовательскому методу не нормируется.

Автомобильный бензин марки А-76 (Low octane motor gasoline)

Автомобильный бензин низкого качества с содержанием свинца не более 0,013 г/л. Содержит продукты термического и каталитического крекинга, коксования и пиролиза, прямогонный бензин, антиокислительные и антидетонационные присадки. Плотность не нормируется. Октановое число по моторному методу – 76, а по исследовательскому методу не нормируется, но обычно близко к 80.

Самая распространенная марка бензина для использования в сельском хозяйстве.

Автомобильный бензин марки АИ-80 (AI-80 Low octane motor gasoline)

Автомобильный бензин обычного качества с содержанием свинца не более 0,013 г/л. Содержит антидетонационные присадки. Содержание серы – не более 0,05 %. Плотность – не более 0,755 г/см³. Октановое число по моторному методу – 76, а по исследовательскому методу – 80. Фактически это бензин марки А-76 с немного улучшенными характеристиками.

Автомобильный бензин марки АИ-91 (AI-91 regular motor gasoline)

Автомобильный бензин обычного качества с содержанием свинца не более 0,013 г/л. Содержит антидетонационные присадки. Содержание серы – не более 0,1 %. Плотность не нормируется. Октановое число по моторному методу – 82,5, а по исследовательскому методу – 91. По качеству близок к европейской марке «регулар» и азиатской 91RON, но содержит на 30 % больше свинца.

Автомобильный бензин марки АИ-92 (AI-92 Regular motor gasoline)

Автомобильный бензин обычного качества с содержанием свинца не более 0,013 г/л. Содержит антидетонационные присадки. Самая распространенная марка бензина в крупных городах РФ и Украины. Содержание серы – не более 0,05 %. Плотность – не более 0,77 г/см³. Октановое число по моторному методу – 83, а по исследовательскому методу – 92. По качеству близок к европейской марке «регулар» и азиатской 92RON, но содержит на 30 % больше свинца.

Автомобильный бензин марки АИ-93 (AI-93 regular motor gasoline)

Автомобильный бензин обычного качества с содержанием свинца не более 0,013 г/л. Готовят его на основе бензина каталитического риформинга жесткого режима с добавлением алкилбензина, изопентана и бутан-бутиленовой фракции. Содержит антидетонационные присадки. Содержание серы – не более 0,1 %. Плотность не нормируется. Октановое число по моторному методу – 85, а по исследовательскому методу – 93. При определении экспортной цены бензина этой марки базисным сортом является европейский «регулар».

Автомобильный бензин марки АИ-95 (AI-95 premium motor gasoline)

Автомобильный бензин улучшенного качества с содержанием свинца не более 0,013 г/л. Готовят на основе бензина каталитического крекинга легкого дистиллятного сырья с изопарафиновыми и ароматическими компонентами и добавкой газового бензина. Содержит антидетонационные присадки. Плотность не нормируется. Октановое число по моторному методу – 85, а по исследовательскому методу – 95. По качеству близок к европейской марке «премиум» и азиатской 95RON, но содержит на 30 % больше свинца.

Автомобильный бензин марки АИ-95 «Экстра» (AI-95 Extra premium motor gasoline)

Автомобильный бензин улучшенного качества. Готовят на основе бензина каталитического крекинга легкого дистиллятного сырья с изопарафиновыми и ароматическими компонентами и добавкой газового бензина. Содержит антидетонационные присадки. Свинец в нем отсутствует. Плотность – не более 0,720 г/см³, содержание серы – не более 0,05 %, давление насыщенных паров – не менее 53,3 кПа (400 мм рт. ст.). Октановое число по моторному методу – 85, а по исследовательскому методу – 95. По качеству близок к европейской марке «премиум» и азиатской 95RON, но лучше, так как не содержит свинца.

Автомобильный бензин марки АИ-96 предназначен в основном для поставки на экспорт.

Автомобильный бензин марки АИ-98 полностью отвечает европейским требованиям, конкурентоспособен на нефтяном рынке и предназначен в основном для современных иностранных автомобилей.

Бензин А-72 практически не вырабатывается ввиду отсутствия техники, эксплуатируемой на нем. Наибольшая потребность существует в бензине АИ-92, хотя доля бензина А-76 в общем объеме производства остается очень высокой.

Применение той или иной марки бензина определяется конструктивными особенностями двигателей внутреннего сгорания, а также условиями их эксплуатации. Решение о возможности использования нефтепродукта по назначению принимают на основании его паспорта, в котором указываются основные характеристики данного топлива. Показатели топлива, приведенные в паспорте, позволяют сделать заключение о соответствии его стандарту и оценить возможность применения в различных условиях эксплуатации автомобилей. Кроме того, данные паспорта позволяют предвидеть возможные отклонения в работе двигателя от нормального режима при использовании этого топлива и провести необходимые профилактические мероприятия и регулировки.

В России в настоящее время выпускаются автомобильные бензины марок А-76, АИ-80, АИ-91, АИ-92, АИ-93, АИ-95, АИ-95 «Экстра», АИ-96, АИ-98.

Задания для закрепления

1. К автомобильному бензину предъявляются следующие основные требования: _____

2. Основные показатели качества бензина: _____

3. Свойства и показатели автомобильного бензина разделяют на следующие группы:

4. Стабильность бензина – это _____

5. К свойствам бензина, влияющим на подачу топлива, относятся _____

6. К свойствам бензина, влияющим на смесеобразование, относятся _____

7. Бензин имеет $t_{10} = 70$ °С. Определите минимальную температуру окружающей среды t_{oc} , при которой возможен запуск двигателя. _____

Ответ: $t_{oc} =$ _____ °С.

8. Сгорание топлива в цилиндрах считается нормальным, если _____

9. Детонационным считается сгорание, при котором _____

10. Калильное сгорание – это _____

11. В бензинах присутствуют следующие элементы, оказывающие коррозионное воздействие на поверхности, с которыми они соприкасаются: _____

12. Детонационная стойкость бензина – это _____

13. Октановым числом бензина называется _____

14. Октановое число бензина определяют следующими методами:

1) _____; 2) _____.

15. Существуют следующие методы повышения детонационной стойкости (октанового числа) бензинов: _____

16. В настоящее время в России выпускают следующие основные марки бензинов: _____

Контрольные вопросы

1. Перечислите требования, предъявляемые к качеству бензина.
2. Перечислите и кратко охарактеризуйте свойства бензина, влияющие на его хранение и образование отложений.
3. Перечислите и кратко охарактеризуйте свойства бензина, влияющие на подачу топлива.
4. Перечислите и кратко охарактеризуйте свойства бензина, влияющие на смесеобразование.
5. Как изменяется вязкость и плотность бензина при повышении температуры?
6. Каким образом и почему изменяется расход топлива при понижении температуры окружающего воздуха?
7. Что такое «паровая пробка»?
8. Перечислите и кратко охарактеризуйте свойства бензина, влияющие на процесс сгорания.
9. Опишите процесс нормального сгорания рабочей смеси в цилиндрах двигателя.
10. Опишите процесс калильного сгорания рабочей смеси в цилиндрах двигателя.
11. Назовите причины и признаки калильного зажигания.

2.2 Дизельное топливо

Дизельное топливо (разг. солярка) – жидкий продукт, использующийся как топливо в дизельном двигателе и представляющий собой нефтяные фракции, выкипающие при температуре от 200 до 350 °С. Дизельное топливо применяется в двигателях внутреннего сгорания с воспламенением от сжатия (компрессии). Воспламенение в цилиндре дизельного двигателя происходит в момент впрыска топлива в воздух, нагретый до высокой температуры в результате сжатия поршнем. Дизельные двигатели устанавливаются на современных автомобилях, тепловозах, речных и морских судах, а также тракторах и танках. По химическому составу дизельное топливо – это смесь нормальных алканов, изоалканов, циклоалканов и небольшого количества ароматических углеводородов. Дизельное топливо (ДТ) – это топливо, получаемое из керосиново-газойлевых фракций прямой перегонки нефти. Основным показателем дизельного топлива – это цетановое число. Цетановое число характеризует способность топлива к воспламенению в камере сгорания. Температура вспышки для дизельного топлива должна быть не выше 70 °С. Дизельное топливо – более экономичное и экологически чистое, чем бензин.

Основные потребители дизельного топлива – грузовой транспорт и сельскохозяйственная техника. Различают зимнее и летнее дизельное топливо. Основное их отличие в температуре предельной фильтруемости и температурах помутнения и застывания, указанных в стандартах на это топливо.

Дизельное топливо занимает третье место после нефти и газа в структуре экспорта России и в настоящее время для транспортной системы России имеет не менее важное значение, чем бензин.

2.2.1 Эксплуатационные требования к дизельному топливу

Процессы смесеобразования и сгорания топлива в дизелях происходят за очень короткий промежуток времени (примерно 20...25° поворота коленвала). В современных дизелях чем более высокооборотен двигатель, тем меньше время протекания процесса. В таких условиях дизельное топливо для обеспечения надежной работы двигателя должно отвечать многим требованиям, важнейшими из которых являются:

- достаточная стабильность свойств при длительном хранении; низкое образование отложений; низкое нагарообразование в камере сгорания;
- бесперебойное поступление в цилиндры при любых температурах и условиях, а также обеспечение легкого пуска двигателя;
- хороший распыл топлива и обеспечение оптимального смесеобразования в цилиндрах двигателя;
- полное сгорание топлива с малой задержкой самовоспламенения и минимальным образованием сажистых и токсичных веществ;
- отсутствие коррозии топливопроводов и деталей топливной аппаратуры.

Чтобы удовлетворить этим требованиям, дизельное топливо должно обладать определенными свойствами, которые разделяют на несколько групп:

- первая – влияющие на хранение и образование отложений;
- вторая – влияющие на подачу топлива от бака до камер сгорания;
- третья – влияющие на смесеобразование;
- четвертая – влияющие на самовоспламенение и сгорание;
- пятая – коррозионные свойства дизельного топлива.

2.2.2 Свойства дизельного топлива, влияющие на хранение и образование отложений

Способность топлива не загрязнять систему подачи, детали двигателя и не вызывать образования отложений является одним из важнейших его эксплуатационных показателей.

Высокой химической стабильностью отличаются дизельное топливо, получаемое при разгонке нефти с низким содержанием сернистых соединений. Даже при хранении более пяти лет оно практически не изменяет своих качеств. Дизельное же топливо, содержащее значительное количество олефинов и меркантанов, существенно изменяет свои свойства при хранении.

Образование нагара и смолистых отложений зависит не только от состояния и режима работы дизелей, но и от качества топлива. Образование нагара в камере сгорания повышается в результате неполного испарения и плохого распыливания вследствие большой вязкости топлива с тяжелым фракционным составом. На процесс нагарообразования влияет количество неорганических механических примесей, содержащихся в топливе.

Динамика накопления нагара зависит от содержания в топливе серы, фактических смол, его коксуемости и зольности.

Образующийся после сжигания топлива в воздухе при температуре 800...850 °С минеральный остаток – зола не только участвует в образовании нагара, но и повышает износ деталей двигателя. Поэтому допустимое содержание ее ограничивается 0,01...0,02 %.

Склонность топлива к лакообразованию оценивается по содержанию лака (в миллиграммах) в 10 мл топлива, для чего испаряют небольшое количество топлива в специальном лакообразователе при 250 °С.

Для дизельного топлива, содержащего до 20 % продуктов крекинга, ограничивается количество фактических смол (в зимнем – не более 40 мг, а в летнем – не более 60 мг на 100 мл топлива) и нормируется йодное число. Содержание фактических смол в ДТ характеризует его склонность к нагару. Способность ДТ к осмолению зависит от наличия в нем непредельных углеводородов, о количестве которых судят по *йодному числу*. Йодное число – это количество йода (в граммах), содержащееся в 100 г нефтепродукта. Йодное число тем выше, чем больше в топливе олефинов, но оно не должно превышать 6 г на 100 г топлива (зимних и летних марок).

Содержание серы в дизельном топливе. Чем выше содержание серы в топливе, тем больше нагара и лака образуется при его сгорании. Сернистые соединения, накапливаясь в нагаре, повышают его плотность. Склонность к нагарообразованию возрастает при увеличении содержания в дизельном топливе ароматических углеводородов.

Основную массу топлива получают из сернистой нефти, так как запасы малосернистых ограничены. При переработке нефти основное количество сернистых соединений переносится с фракциями, идущими на получение дизельного топлива. Дальнейшее снижение количества серы в топливе производится сложными и дорогими способами, в основном гидроочисткой, поэтому получение малосернистого топлива затруднено, а часто и не очень выгодно для производителя. В то же время повышенное содержание серы заметно увеличивает износ двигателя и топливной аппаратуры из-за сернистой коррозии, коррозионного износа и быстрого окисления масла. Так, по статистике, при увеличении содержания серы с 0,2 до 0,5 % (а 0,5 % – это предельный уровень по государственным стандартам) износ двигателя возрастает примерно на 25 %. Содержание серы в зарубежном дизельном топливе обычно составляет 0,05...0,1 %, т.е. раз в десять меньше, чем в отечественном. Понижение содержания серы в дизельном топливе, как правило, приводит к уменьшению его смазывающих свойств, поэтому для дизельного топлива с ультранизким содержанием серы обязательным условием является наличие присадок.

Современные высокофорсированные дизели в большей мере подвержены сернистой коррозии, чем двигатели старых конструкций. При работе современного дизеля на топливе,

содержащем повышенное количество серы, образуется заметно больше твердого и плотного нагара. Поэтому в моторном масле для современных дизелей приходится увеличивать содержание моющих присадок. А быстрое окисление масла при работе на высокосернистом топливе требует более частой замены. Из-за этого срок смены масла в двигателях для России рекомендуется сокращать вдвое по сравнению с европейскими инструкциями.

Фактические смолы. Содержание фактических смол в дизельном топливе характеризует его склонность к нагару. Этот показатель характеризует эксплуатационные свойства дизельного топлива. Оценивается он количеством миллиграммов смол, содержащихся в 100 мл топлива. Смолы в топливе являются сложными продуктами окисления, полимеризации и конденсации непредельных углеводородов, а также других нестабильных соединений. Количество смол зависит от химического состава и качества очистки топлива при производстве. В крекинг-продуктах их находится значительно больше, чем в соответствующих прямогонных видах топлива. Наличие смол в топливе увеличивает отложения и нагарообразование в двигателях. Кроме того, смолы способствуют закоксуыванию отверстий у форсунок.

При длительном хранении дизельного топлива с большим содержанием смол из него выделяются смолистые вещества, которые, перемешиваясь с водой, отстоями, ржавчиной и свежим топливом, могут образовывать стойкую эмульсию. Попадание такой эмульсии в топливную систему может привести к засорению топливных фильтров, к коррозии и ухудшению состояния плунжерных пар и даже к перебоям работы дизеля.

Характерными внешними признаками наличия смол в топливе является изменение цвета. Чем больше смол в топливе, тем темнее оно становится. Увеличение содержания смол в дизельном топливе сопутствует увеличению его удельного веса, содержания кокса, кислотности, вязкости и т.д.

В технических условиях на дизельное топливо для транспортных дизелей содержание фактических смол на 100 мл установлено не более 40 мг для зимнего вида топлива и не более 60 мг для летнего.

Коксуемость. Коксуемостью дизельного топлива называется процент содержания в топливе кокса (углистого остатка), полученного нагреванием топлива при высокой температуре (800...900 °С) без доступа воздуха. Коксуемость характеризует очистку нефтепродуктов от асфальтосмолистых веществ и является показателем, по которому косвенным образом можно судить о склонности топлива к нагарообразованию и закоксуыванию форсунок. Коксуемость дизельного топлива допускается в пределах 0,005...0,10 %.

Наибольшее количество коксующихся продуктов находится во фракциях дизельного топлива, имеющих более высокую температуру кипения.

Зольность топлива характеризует содержание в нем несгораемых примесей. Содержание золы повышает нагарообразование. Попадая в масло, зола вызывает ускоренный износ деталей. Допустимое содержание золы в дизельном топливе 0,01...0,02 %. Наличие золы в цилиндрах двигателя может вызвать увеличенный износ деталей цилиндропоршневой группы дизеля. Кроме того, зола способствует увеличению прочности нагара в системе дизеля.

2.2.3 Свойства дизельного топлива, влияющие на его подачу

Вязкость – свойство жидкости оказывать сопротивление перемещению одной части относительно другой. Вязкость является показателем, определяющим прокачиваемость дизельного топлива по системе питания двигателя. Если вязкость топлива слишком высокая, то оно будет с трудом проходить через фильтры, форсунки и т. д. При использовании же дизельного топлива с очень низкой вязкостью ухудшается смазывание деталей насоса высокого давления и нарушается дозировка подачи вследствие возрастающего его просачивания через зазоры между плунжером и гильзой того же насоса.

Кроме того, от вязкости существенно зависит качество распыливания топлива при его впрыске в цилиндры (рис. 4). Из высоковязкого топлива капли получаются крупными, а факел, образующийся из них, – с излишне большой дальностью, что приводит к замед-

ленному их испарению и частичному оседанию на днище поршня и стенках камеры сгорания. Это вызывает увеличение образования количества нагара на деталях камеры сгорания и другие неприятности. Слишком большая вязкость дизельного топлива повышает выделение дыма в процессе сгорания топлива и увеличивает потребление топлива, что снижает экономичность двигателя. Это объясняется тем, что из-за повышенной вязкости снижается прокачиваемость топлива через фильтры и ухудшается процесс смесеобразования. Вязкость ДТ в значительной степени зависит от содержания парафиновых углеводородов.

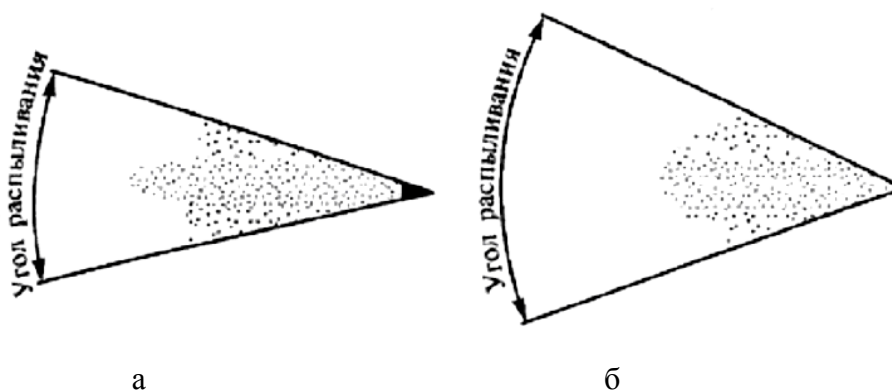


Рис. 4. Конусы распыливания и образующиеся факелы: а – высоковязкого дизельного топлива; б – маловязкого дизельного топлива

При чрезмерно низкой вязкости топлива капли при распыливании получаются очень мелкими, дальность их полета настолько уменьшается, что они концентрируются и сгорают в основном в непосредственной близости от форсунок. В этом случае возможны перегрев и деформация форсунок, а также неполное использование воздуха, находящегося в наибольшем удалении от них. Дизельное топливо пониженной вязкости иногда становится причиной выхода из строя ТНВД.

Вязкость дизельного топлива так же, как и других нефтепродуктов, зависит от температуры: с ростом температуры она понижается, а при ее падении увеличивается.

Лучшими свойствами обладает топливо с вязкостью $2,5...4,0 \text{ мм}^2/\text{с}$ при $20 \text{ }^\circ\text{C}$, но чем выше вязкость при $20 \text{ }^\circ\text{C}$, тем значительнее ее изменение при понижении температуры. Поэтому в стандартах на отечественные виды дизельного топлива вязкость устанавливается при $20 \text{ }^\circ\text{C}$ в зависимости от их марки (т.е. условий применения): для летних $3,0...6,0 \text{ мм}^2/\text{с}$; для зимних $1,8...5,0 \text{ мм}^2/\text{с}$; для арктических $1,5...4,0 \text{ мм}^2/\text{с}$.

Температура помутнения и температура застывания дизельного топлива. При понижении температуры наружного воздуха может быть нарушена нормальная подача дизельного топлива по системе питания двигателя на участке «бак – насос высокого давления» вследствие кристаллизации высокоплавких углеводородов (в первую очередь нормальных парафинов). Отдельные кристаллики, срачиваясь между собой, образуют ажурный кристаллический каркас, пронизывающий весь объем топлива и способный сковать подвижность основной части углеводородов, находящихся в жидком состоянии. Значение вязкости при понижении температуры увеличивается незначительно, однако кристаллы, проникая через фильтр грубой очистки, образуют непроницаемую для топлива пленку на фильтре тонкой очистки, что приводит к прекращению подачи топлива.

Потерю подвижности дизельного топлива вследствие образования из кристаллизующихся углеводородов каркаса или структурной сетки принято называть застыванием.

Начало процесса кристаллизации углеводородов в стандартах на виды дизельного топлива характеризуется температурой помутнения, а потеря углеводородами подвижности – температурой застывания.

Температура помутнения – это температура, при которой в безводном прозрачном дизельном топливе в процессе охлаждения появляются первые признаки помутнения, видимые невооруженным глазом.

Температура застывания – это наивысшая (т. е. высшая в процессе охлаждения) температура, при которой дизельное топливо в стандартном приборе, наклоненном под углом 45 °С, в течение 1 мин не обнаруживает подвижности.

Эксплуатационная оценка дизельного топлива по температурам помутнения и застывания сводится к определению предельно низкой температуры, при которой еще обеспечивается бесперебойная подача его из баков к двигателю. Установлено, что применять любое дизельное топливо можно при температуре наружного воздуха на 3...5 °С выше температуры помутнения и на 10...15°С выше температуры застывания.

Летние виды дизельного топлива имеют температуру помутнения -5 °С, а зимние -25 °С. Летнее дизельное топливо имеет температуру застывания -10 °С, а зимнее – -35...-45 °С. Для понижения температуры застывания дизельного топлива в него добавляют специальные присадки (депрессоры).

Физическая и химическая стабильность. Под воздействием окружающей среды в дизельном топливе происходит испарение, загрязнение механическими примесями и водой, выпадение высокоплавких компонентов при охлаждении, окисление, разложение, конденсация.

При перекачке топлива испаряются легкие фракции, что приводит к ухудшению его пусковых свойств. При хранении, транспортировке, заправке топливо вступает в контакт с воздухом, который содержит влагу. Поэтому в дизельное топливо вводят антикристаллизационные присадки. Окисление дизельного топлива увеличивает содержание фактических смол.

Механические примеси, содержащиеся в дизельном топливе, существенно снижают надежность работы агрегатов топливной аппаратуры и двигателя в целом. Причем наиболее опасны механические примеси в виде песка и глинозема, так как, попадая на стенки трущихся деталей, образуют на них риски и царапины, т.е. способствуют ускоренному их износу. Большой вред механические примеси могут нанести и форсунке, вызвав засорение ее сопел (имеющих в диаметре сотые доли миллиметра), из-за чего может произойти прекращение подачи топлива и даже обрыв форсунки. Самым чувствительным к воздействию абразивных частиц узлом является плунжерная пара. Механические примеси засоряют также топливные фильтры, затрудняя подачу топлива.

Вода ухудшает смазывающие свойства дизельного топлива, и это проявляется в износе направляющей иглы распылителя и нарушении ее подвижности. Однако этого вполне достаточно, чтобы нарушить процесс впрыска топлива. Проведенные в МАДИ стендовые исследования показали, что обводненность топлива более 0,05 % по массе уже вызывает износ и нарушение подвижности иглы распылителя. Даже следы воды (содержание ее в нефтепродуктах до 0,025 %) допустимы лишь в летних марках дизельного топлива. Вода в топливе способствует образованию шлаков, которые приводят к засорению топливопроводов и фильтров, затрудняют пуск двигателя, нарушают подачу топлива и заклинивают плунжер. В зимнее время в результате образования кристаллов льда в топливе может прекратиться его подача в двигатель.

Снизить загрязнение и уменьшить содержание воды в дизельном топливе можно лишь посредством длительного (не менее 10 суток) отстаивания его и последующего забора из верхних слоев резервуара. Сливать отстой из топливных баков и фильтров необходимо при ежедневном обслуживании автомобилей.

2.2.4 Свойства дизельного топлива, влияющие на смесеобразование

Испаряемость. Чем выше испаряемость топлива, тем качественнее проходит смешивание его с воздухом, а значит и его сгорание. До конца может сгореть только полностью

испарившееся топливо. Если же топливо находится в капельно-жидком состоянии, то в процессе горения участвует только оболочка капель. Ядро же под воздействием высокой температуры превращается в сажу и выбрасывается с отработавшими газами, загрязняя окружающую среду.

Испаряемость дизельного топлива зависит не только от состава топлива, но и от конструктивных особенностей дизеля (формы камеры сгорания, конструкции и размеров сопловых отверстий форсунок, давления и направления впрыска топлива). Вязкость, плотность, фракционный состав, давление насыщенных паров, поверхностное натяжение имеют такое же значение для испаряемости дизельного топлива, как и у бензина. Фракционный состав дизельного топлива определяет его испаряемость. В дизельных двигателях смесеобразование происходит за 20...40° поворота коленчатого вала в течение всего лишь 0,001...0,004 с, т.е. время смесеобразования в дизелях примерно в 10...15 раз меньше, чем в карбюраторных двигателях. При таком ограниченном времени получение однородной качественной горючей смеси возможно только при хорошиах распыливании и испаряемости топлива.

Применение дизельного топлива с утяжеленным фракционным составом вследствие плохой его испаряемости обуславливает несвоевременное воспламенение и плохое сгорание горючей смеси, дымный выпуск, смывание масла со стенок цилиндров и, следовательно, повышенный износ цилиндропоршневой группы, увеличение образования отложений и ухудшение топливной экономичности двигателя.

Применение дизельного топлива со слишком облегченным фракционным составом, т. е. состоящего из углеводородов, плохо самовоспламеняющихся, затрудняющих пуск и определяющих жесткую работу двигателя, также недопустимо. Поэтому дизельное топливо имеет вполне определенный фракционный состав.

В результате фракционной разгонки получают температуры выкипания 50 и 96 % дизельного топлива. Температура выкипания 50 % определяет наличие в топливе пусковых фракций, а 96 % – является температурой конца кипения и свидетельствует о наличии в нем тяжелых фракций, ухудшающих смесеобразование, повышающих дымность выпускных газов, нагарообразование и снижающих топливную экономичность двигателя.

Утяжеление или одновременное утяжеление и облегчение фракционного состава дизельного топлива рассматривается как одно из перспективных направлений увеличения его ресурсов.

Установлено, что за счет увеличения температуры конца кипения с 360 до 380 °С ресурсы дизельного топлива могут быть увеличены на 3...4 %. В связи с этим уже сейчас многие марки дизельного топлива, выпускаемые в Венгрии, Германии, Великобритании, Франции, характеризуются повышенной температурой конца кипения (380 °С и более). Расширение фракционного состава (одновременное его утяжеление и облегчение), т.е. отбор дизельного топлива в интервале температур от 106 до 380 °С позволяет увеличить его выход на 14...16 % при неизменном расходе нефти.

Плотность и поверхностное натяжение. На процесс смесеобразования значительное влияние оказывают плотность и поверхностное натяжение дизельного топлива. Плотность дизельного топлива 830...860 кг/м³. В дизеле повышение плотности топлива, например при понижении температуры, вызывает увеличение расхода топлива по массе при его объемном дозировании. Кроме того, увеличение плотности повышает максимальное давление в трубопроводах системы питания. В итоге увеличение плотности дизельного топлива приводит к некоторому обогащению рабочей смеси.

Плотность и поверхностное натяжение наряду с вязкостью оказывают влияние на качество распыления топлива. Чем более мелкую структуру капель будет иметь распыляемый факел топлива из форсунки, тем быстрее произойдет переход его в парообразное состояние.

С утяжелением фракционного состава топлива поверхностное натяжение увеличивается.

Плотность относят к числу наиболее распространенных показателей, которые применяют для характеристики нефтепродуктов, она является исходной величиной для большин-

ства инженерных расчетов. В отечественных стандартах плотность нормируется для летнего дизельного топлива – не более 860 кг/м^3 , зимнего – не более 840 кг/м^3 , арктического – не более 830 кг/м^3 . В зарубежных стандартах предусматриваются следующие пределы плотности: для летних видов топлива $820 \dots 860$, для зимних видов топлива $800 \dots 845 \text{ кг/м}^3$.

2.2.5 Свойства дизельного топлива, влияющие на самовоспламенение и сгорание

Температура, до которой необходимо нагреть топливо в смеси с кислородом воздуха, чтобы начался процесс горения, называется *температурой самовоспламенения*.

Воспламеняемость характеризуется цетановым числом, которое определяет задержку воспламенения топлива и процесс его сгорания, а также склонность топлива к самовоспламенению, что для дизельного двигателя очень важно. Температура воспламенения и период задержки воспламенения зависят от содержания и строения углеводородов, входящих в состав топлива.

Воспламенение дизельного топлива, как и любого другого вида топлива, зависит от температуры в очаге возгорания. Температуру самовоспламенения дизельного топлива определяют по его химическому составу.

Цетановое число. Способность дизельного топлива самовоспламеняться оценивают цетановым числом (ЦЧ). Метод оценки самовоспламеняемости топлива для быстроходных дизелей аналогичен методу оценки детонационной стойкости бензина. В качестве эталонного топлива для определения степени самовоспламеняемости выбирают смесь двух углеводородов: цетана ($\text{C}_{16}\text{H}_{34}$) и альфаметилнафталина ($\text{C}_{10}\text{H}_7\text{CH}_3$). Самовоспламеняемость первого углеводорода условно принята за 100 единиц, второго – за 0. Смешивая их, можно получить смесь с самовоспламеняемостью от 0 до 100. Таким образом, **цетановым числом** называется условный показатель, численно равный процентному содержанию цетана в такой его смеси с альфаметилнафталином, которая по самовоспламеняемости соответствует испытываемому образцу. Цетановое число дизельного топлива определяют методом совпадения вспышек.

Чем выше цетановое число топлива, тем ниже скорость нарастания давления и тем менее жестко работает двигатель (рис. 5). Однако с повышением цетанового числа сверх оптимального, обеспечивающего работу двигателя с допустимой жесткостью, снижаются экономические характеристики двигателя и повышается дымность отработавших газов.

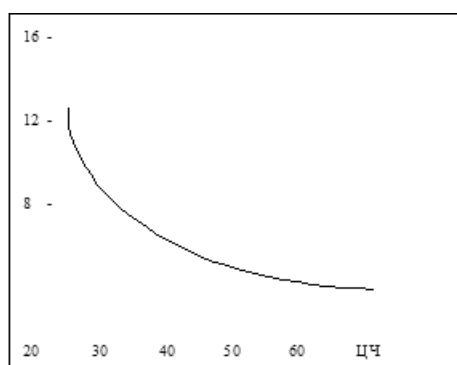


Рис. 5. Зависимость скорости нарастания давления от цетанового числа дизельного топлива

Чем выше цетановое число топлива, тем быстрее произойдут процессы предварительного окисления его в камере сгорания, тем скорее воспламенится смесь и запустится двигатель.

Для безотказной работы современных двигателей требуется: летом – топливо с цетановым числом не менее 45, зимой – 50. При цетановом числе ниже 45 дизели работают жестко, особенно зимой, а выше 50 – мягко. Однако использовать топливо с цетановым числом

выше 55 нерентабельно, так как жесткость работы при этом изменяется незначительно, а удельный расход топлива возрастает. Последнее объясняется тем, что при повышении ЦЧ свыше 55 период задержки воспламенений (время с момента начала подачи топлива в цилиндр двигателя до начала горения) настолько мал, что топливо воспламеняется вблизи форсунки, и воздух, находящийся дальше от места впрыска, почти не участвует в процессе сгорания. В результате топливо сгорает не полностью, снижается экономичность двигателя.

Что касается надежности холодного пуска двигателя при различных температурах окружающей среды, то в большей степени пуск в таких условиях зависит от конструкции двигателя и режима пуска, чем от ЦЧ топлива. При температуре в камере сгорания ниже 350...400 °С горючая смесь уже не будет в состоянии воспламениться. Минимальная пусковая частота вращения коленчатого вала дизеля должна быть 100...120 об/мин. И чем выше пусковая частота, тем выше температура сжимаемого воздуха, а значит, лучше условия пуска двигателя.

Дизельное топливо не всегда обладает необходимой самовоспламеняемостью, поэтому возникает потребность в повышении цетанового числа. Существуют два метода повышения ЦЧ: изменение химического состава (путем увеличения количества парафиновых углеводородов) и введение специальных присадок (органических перекисей, сложных эфиров азотной кислоты – этилнитрата, изопропилнитрата или цеклогексилнитрата). Так, добавление 1 % изопропилнитрата в зимнее, арктическое и низкоцетановое топливо, полученное посредством каталитического крекинга, повышает его цетановое число на 10...12 единиц. Установлено также, что эта присадка улучшает пусковые характеристики топлива при низких температурах и уменьшает нагарообразование в двигателе.

Существует эмпирическая зависимость ЦЧ топлива от его октанового числа:

$$\text{ЦЧ} = 60 - \text{ОЧ} / 2,$$

где ЦЧ – цетановое число; ОЧ – октановое число.

Чем выше октановое число топлива, тем ниже его цетановое число, и наоборот. Поэтому добавление в дизельное топливо бензиновых фракций всегда ведет к снижению его цетанового числа.

2.2.6 Коррозионные свойства дизельного топлива

Коррозионные свойства дизельного топлива характеризуются наличием в нем воды, кислот, щелочей, серы и сернистых соединений, содержание которых государственными стандартами и техническими условиями строго ограничено. Наиболее агрессивной является так называемая активная сера (элементарная сера, сероводород и меркаптаны). Во всех видах топлива не должно быть водорастворимых кислот (серной, соляной, азотной) и щелочей (едкий калий, едкий натр), так как эти вещества вызывают сильную коррозию металлов.

Присутствие в дизельном топливе активных сернистых соединений (например, меркаптанов) резко увеличивает износ плунжерных пар топливных насосов высокого давления и игл распылителей форсунок, так как, поступая в зону форсунок, в результате реакций окисления они образуют смолы. Поэтому содержание меркаптановой серы в дизельном топливе должно быть не более 0,01 %.

Наличие в топливе органических кислот (нафтеновых и др.) в пределах норм особого вреда двигателям и таре, где хранится топливо, не приносит. Они почти не вызывают коррозии черных металлов, а с цветными металлами (в первую очередь со свинцом и цинком) дают лишь незначительную коррозию. Однако при содержании органических кислот выше норм, предусмотренных государственными стандартами, возрастает коррозионная агрессивность топлива, что способствует увеличенному нагарообразованию в двигателе.

Гораздо сложнее обстоит дело с газовой коррозией, которая получается в результате образования при высокой температуре в камере сгорания сернистого ангидрида, вступающего при охлаждении в реакцию с парами воды и образующего серную кислоту. Для нейтрализации вредного воздействия кислот в дизельное топливо вводят противокоррозионные при-

садки. Дизельное топливо с содержанием неактивных сернистых соединений не более 0,2 % не вызывает осложнения в работе двигателя и может применяться без ограничения. В настоящее время большинство нефтепродуктов производят из сернистой нефти (содержание неактивной серы в них достигает 0,5 %).

По содержанию неактивной серы дизельное топливо делится на две подгруппы. В дизельном топливе первой подгруппы серы должно быть не более 0,2 %. В дизельном топливе второй подгруппы для летних и зимних марок – от 0,21 до 0,5 %, для арктических – от 0,21 до 0,4 %.

Содержание сернистых соединений настолько важный параметр, что его отражают в марке дизельного топлива.

Важно помнить, что дизельное топливо второй подгруппы можно применять только при использовании для смазывания двигателя масла, содержащего многофункциональные присадки, обладающие моющими свойствами и нейтрализующие серный и сернистый газы. В противном случае износ деталей двигателя повышается в 1,5–3 раза.

Для уменьшения вредного влияния сернистого топлива необходимо поддерживать нормальный тепловой режим двигателя (не снижать температуру, чтобы избежать конденсации влаги) и чаще менять фильтрующие элементы масляных фильтров и масло в картере двигателя.

2.2.7 Ассортимент дизельного топлива

Для эксплуатации автомобилей используется дизельное топливо трех марок: Л (летнее), З (зимнее), А (арктическое). Все марки могут применяться для любого автомобильного дизеля. Выбор той или иной марки зависит только от климатических условий и низкотемпературного показателя топлива.

Основные показатели дизельного топлива приведены в таблице 2.

Таблица 2

Основные показатели дизельного топлива

Показатель	Марка дизельного топлива		
	Л	З	А
Цетановое число, не менее	45		
Температура застывания, °С, не выше	-10	-35	-55
Температура помутнения, °С, не выше	-5	-25	–
Температура вспышки, °С, не ниже	50	35	30
Вязкость при температуре 20 °С, мм ² /с	3,0...6,0	1,8... 5,0	1,5...4,0

Марка дизельного топлива включает следующие характеристики:

- вид дизельного топлива (летнее – Л, зимнее – З или арктическое – А);
- содержание неактивных сернистых соединений (%);
- температура вспышки (для летнего топлива) или застывания (для зимнего).

По содержанию серы дизельное топливо подразделяют на два вида:

- с массовой долей серы не более 0,2 % – первая подгруппа;
- с массовой долей серы не более 0,5 % (для топлива марки А не более 0,4 %) – вторая подгруппа.

Например:

а) Л–0,11–58

Л – летнее топливо;

0,11 – содержание неактивных сернистых соединений составляет 0,11 % (первая подгруппа по содержанию серы);

58 – температура вспышки +58 °С.

б) З – 0,3 – 45

З – зимнее топливо;

0,2 – содержание неактивных сернистых соединений составляет 0,3 % (вторая подгруппа по содержанию серы);

45 – температура застывания $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Для летнего периода выпускается дизельное топливо *утяжеленного фракционного состава* (УФС) (применяют при температуре окружающего воздуха не ниже $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$). В отличие от стандартного это топливо имеет более высокую температуру конца кипения (на $20\dots30\text{ }^{\circ}\text{C}$), что позволяет увеличить ресурсы дизельного топлива на $5\dots8\%$.

Выпускается также топливо *расширенного фракционного состава* (РФС), которое выкипает в диапазоне температур $60\dots400\text{ }^{\circ}\text{C}$, имеет цетановое число около 40 единиц и позволяет увеличить ресурсы дизельного топлива на 30% .

Для улучшения экологической обстановки в России организовано производство летнего экологически чистого дизельного топлива, применяемого при температуре окружающего воздуха до $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$:

ДЛЭЧ-В – с ограничением содержания ароматических углеводородов (один вид топлива с массовой долей серы не более $0,05\%$, а другой – не более $0,1\%$);

ДЛЭЧ – без ограничения содержания ароматических углеводородов (один вид топлива с массовой долей серы не более $0,05\%$, а другой – не более $0,1\%$).

Для обеспечения нормальной эксплуатации техники в зимний период при температуре до $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ производят зимние виды дизельного топлива с депрессорной присадкой – ДЗп. Их изготавливают на основе летнего дизельного топлива с содержанием серы $0,5\%$ (ДЗп-0,5) и $0,2\%$ (ДЗп-0,2). Дизельное топливо с депрессорными присадками ДЗп-15/25 может применяться при температуре до $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Для использования в районах Крайнего Севера и Арктики вырабатывается арктическое экологически чистое дизельное топливо. Это уникальное дизельное топливо с температурой застывания $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ может быть двух видов: с содержанием серы не более $0,05\%$ и с содержанием серы не более $0,01\%$. Для него характерно также небольшое содержание ароматических углеводородов ($5\dots10\%$).

На экспорт поставляют летнее – ДЛЭ и зимнее – ДЗЭ экспортное дизельное топливо с содержанием серы $0,2\%$.

В районах газовых месторождений Западной Сибири и Крайнего Севера допущены к применению *газоконденсатные широкофракционные* летнее (ГШЛ), зимнее (ГШЗ) и арктическое (ГША) виды дизельного топлива.

К недостаткам конденсатов при использовании их в качестве топлива широкого фракционного состава следует отнести низкую температуру начала кипения, результатом чего является парообразование в топливной системе и ухудшение запуска горячего двигателя.

Задания для закрепления

1. Дизельное топливо для обеспечения надежной работы двигателя должно отвечать следующим требованиям: _____

2. Свойства дизельного топлива разделяют на следующие группы: _____

3. Динамика накопления нагара при сгорании дизельного топлива зависит от _____

4. Йодное число – это _____

5. Коксуемостью дизельного топлива называется _____

6. Зольность дизельного топлива характеризует _____

7. Температура помутнения дизельного топлива – это _____

8. Температура застывания дизельного топлива – это _____

9. Снизить загрязнение и уменьшить содержание воды в дизельном топливе можно следующим способом: _____

10. Применение при работе двигателя дизельного топлива с утяжеленным фракционным составом приводит к следующим последствиям: _____

11. Применение при работе двигателя дизельного топлива со слишком облегченным фракционным составом приводит к следующим последствиям: _____

12. Температура самовоспламенения дизельного топлива – это _____

13. Цетановое число дизельного топлива – это _____

14. Цетановое число летнего дизельного топлива для современных дизелей должно быть не менее _____, зимнего – _____.

15. Существуют следующие способы повышения ЦЧ дизельного топлива:

1) _____;

2) _____.

16. По содержанию неактивной серы виды дизельного топлива делятся на следующие подгруппы: 1) _____

2) _____

17. В настоящее время выпускают следующие марки дизельного топлива: _____

Контрольные вопросы

1. Перечислите требования, предъявляемые к дизельному топливу.
2. Перечислите и кратко охарактеризуйте свойства дизельного топлива, влияющие на его хранение и образование отложений.
3. Как содержание серы в дизельном топливе влияет на его хранение и образование отложений?
4. Перечислите и кратко охарактеризуйте свойства дизельного топлива, влияющие на его подачу от бака до камер сгорания.
5. Опишите, каким образом вязкость влияет на подачу топлива.
6. Объясните, каким образом низкотемпературные свойства дизельного топлива влияют на подачу топлива.
7. Что такое температура помутнения дизельного топлива?
8. Что такое температура застывания дизельного топлива?
9. Перечислите и кратко охарактеризуйте свойства дизельного топлива, влияющие на смесеобразование.
10. Опишите, каким образом испаряемость ДТ влияет на смесеобразование.
11. Опишите, каким образом плотность и поверхностное натяжение ДТ влияет на смесеобразование.
12. Что называют температурой самовоспламенения дизельного топлива?
13. Перечислите и кратко охарактеризуйте свойства дизельного топлива, влияющие на самовоспламенение и сгорание.
14. Что такое цетановое число дизельного топлива?
15. Перечислите методы повышения цетанового числа дизельного топлива.
16. Опишите коррозионные свойства дизельного топлива.
17. Перечислите и кратко охарактеризуйте марки дизельного топлива, выпускающиеся в настоящее время.
18. Опишите особенности маркировки видов дизельного топлива (приведите примеры).

2.3 Альтернативные виды топлива

2.3.1 Классификация альтернативного топлива

Растущий интерес к альтернативным видам топлива для легковых и грузовых автомобилей обусловлен тремя существенными соображениями: альтернативные виды топлива, как правило, дают меньше выбросов, усиливающих смог, загрязнение воздуха и глобальное потепление. Большинство альтернативных видов топлива производится из неисчерпаемых запасов. Использование альтернативных видов топлива позволяет любому государству повысить энергетическую независимость и безопасность.

Так как мировой запас нефти уменьшается, ведутся работы по созданию топлива не нефтяного происхождения – так называемых альтернативных видов топлива, к которым относят все возможные виды автомобильного топлива, кроме бензина и дизельного топлива.

Классификация альтернативного топлива представлена на схеме (рис.6).

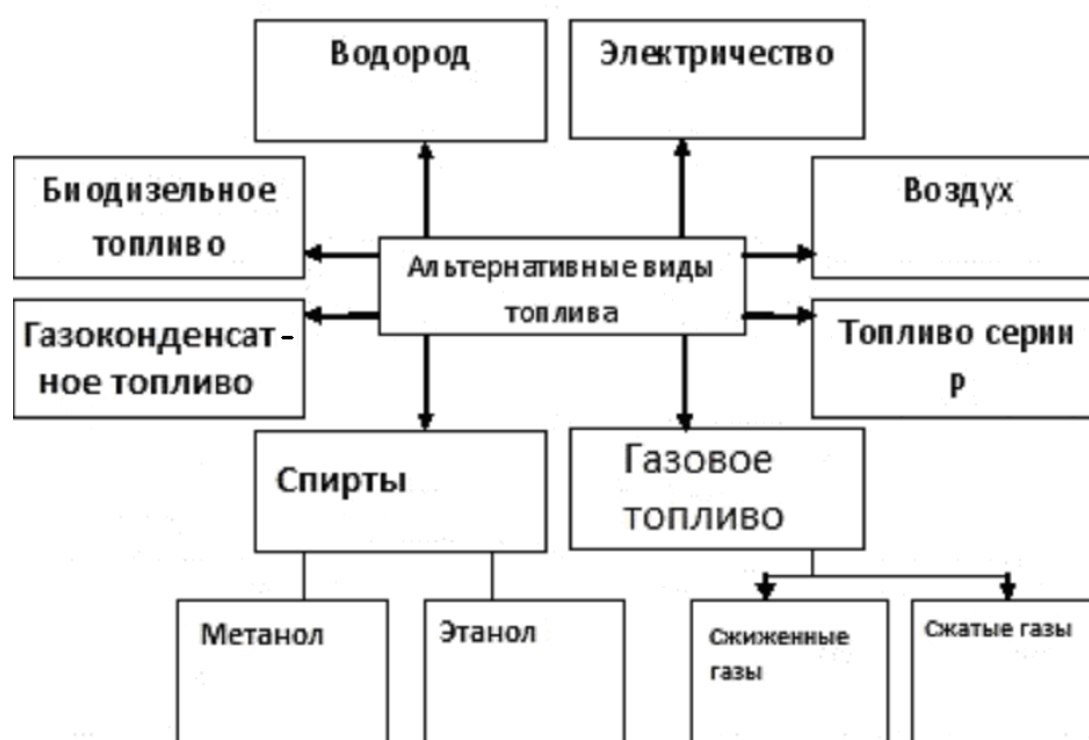


Рис. 6. Классификация альтернативного топлива

2.3.2 Газовые виды топлива

Сегодня все больше автомобилей переводят на газообразное топливо, в первую очередь – из-за соображений экономии.

Газовые виды топлива делят на низкокалорийные, среднекалорийные и высококалорийные:

- низкокалорийные – доменный газ (из 1 м³ газа получают 10 000 кДж теплоты);
- среднекалорийные – коксовый и светильный газы (из 1 м³ газа – 10000...20000 кДж теплоты).
- высококалорийные – природный (35 000 кДж), нефтяной сопутствующий (45 000 кДж), сжиженный нефтяной (46 000 кДж) и крекинговый (50 000 кДж) газы.

Требования к качеству газообразных видов топлива.

Основными требованиями, предъявляемыми к качеству топлива для газобаллонных автомобилей, являются:

- хорошая смешиваемость с воздухом для образования однородной горючей смеси;
- высокая калорийность образуемой горючей смеси;
- отсутствие детонации при сгорании в цилиндрах двигателя;
- минимальное содержание смолистых веществ и механических примесей;
- минимальное содержание веществ, вызывающих коррозию поверхностей деталей, окисление и разжижение масла в картере двигателя;
- минимальное образование токсичных и канцерогенных веществ в продуктах сгорания;
- способность сохранять состав и свойства во времени и объеме;
- невысокая цена производства и транспортировки.

Газ имеет ряд преимуществ:

- более полное сгорания благодаря более качественному образованию смеси в цилиндрах;
- низкая токсичность продуктов сгорания;
- низкая стоимость транспортировки газа;
- низкая стоимость топлива;
- низкий уровень загрязнения атмосферы;
- невозможность хищения газообразного топлива обслуживающим персоналом;
- низкая стоимость переоборудования автомобиля.

Но у газообразного топлива тоже есть и *недостатки*:

- низкая по сравнению с базовыми моделями мощность. Удельная теплота сгорания газа 44 МДж/кг против бензина с 46 МДж/кг;
- высокая взрывоопасность баллонов с газом при ДТП;
- высокая токсичность самого топлива (отравление пропан-бутановой смесью вызывает эйфорию, дремоту, наркоз, удушье, сердечную аритмию);
- строительство новых дорогостоящих газонаполнительных станций;
- повышенные требования к технике безопасности при ТО и ремонте подвижного состава.

Различают сжиженные и сжатые горючие газы.

Сжиженные газы. Основными компонентами сжиженных газов (современного топлива для двигателей) являются пропан C_3H_8 , бутан C_4H_{10} и их смеси. Получают эти углеводороды из газов, сопутствующих нефти, при бурении скважин и из газообразных фракций, образующихся при различных видах переработки нефтепродуктов и каменного угля. Сжиженные нефтяные газы получают как побочный продукт при деструктивной переработке нефти ($\approx 30\%$ от выхода бензина) и нефтяного газа.

Критические температуры пропана ($97\text{ }^\circ\text{C}$) и бутана ($126\text{ }^\circ\text{C}$) значительно выше обычных температур окружающей среды, поэтому эти углеводороды при небольшом давлении (без охлаждения) переходят в жидкое состояние. При $20\text{ }^\circ\text{C}$ пропан сжимается под давлением $0,716\text{ МПа}$, а бутан – под давлением $0,103\text{ МПа}$, т.е. газобаллонные установки для производства сжиженного газа являются установками среднего давления.

Хранят сжиженные газы в баллонах емкостью 250 л ($162\dots225$ л газа обеспечивают запас хода автомобиля до 500 км), рассчитанных на рабочее давление $1,6\text{ МПа}$. В таких условиях даже чистый пропан находится в жидком виде, что позволяет эксплуатировать автомобили на сжиженных нефтяных газах (СНГ) круглогодично (кроме южных районов в летнее время, где температура выше $48,5\text{ }^\circ\text{C}$). На рис. 7 приведена схема автомобильного баллона для сжиженного газа.

Октановое число пропана 105, а нормального бутана и изобутана 94. Плотность сжиженных газов составляет $510\dots580\text{ кг/м}^3$, т. е. они почти в два раза легче воды. Вязкость газов очень мала, что облегчает транспортирование их по трубопроводам. Коэффициент объемного расширения СНГ очень велик, т. е. при повышении наружной температуры они значительно расширяются, поэтому при заполнении резервуаров необходимо оставлять свободное

пространство (примерно 15 % емкости). В нормальном состоянии СНГ не ядовиты и не имеют запаха.

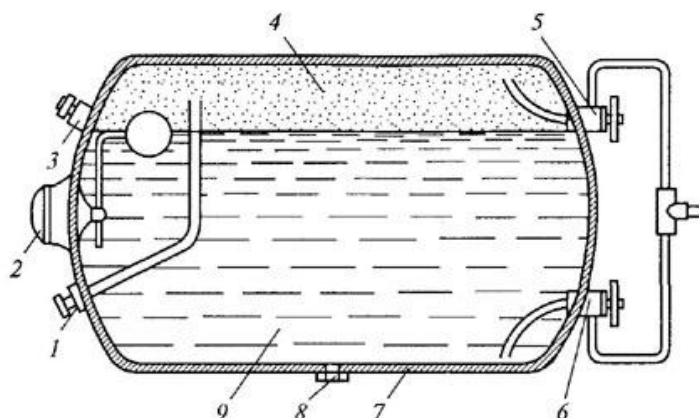


Рис. 7. **Схема автомобильного баллона для сжиженного газа:** 1 – предохранительный клапан; 2 – указатель уровня жидкой фазы; 3 – наполнительный клапан; 4 – паровая фаза; 5 – расходный вентиль для паровой фазы; 6 – расходный вентиль для жидкой фазы; 7 – стенка баллона; 8 – спускная пробка; 9 – жидкая фаза

Сжиженные нефтяные газы вдвое дешевле бензина, имеет более высокую детонационную стойкость и при этом обеспечивают до 10...20 % экономии энергии, т.е. для автомобиля, расходующего на 100 км пробега 15 л высокооктанового бензина, достаточно 13 л СНГ, а для автомобиля с расходом 11 л бензина на 100 км достаточно 9,8 л СНГ.

Двигатель на сжиженном газе работает мягче, его ресурс увеличивается примерно в 1,5 раза, а срок службы моторного масла возрастает в 1,5 – 2 раза.

Поскольку сжиженный газ практически не содержит серы, вызывающей коррозию, уменьшается износ деталей.

Применение сжиженного газа снижает токсичность отработавших газов (окиси углерода – в 2 раза, окислов азота – в 1,2 раза, углеводородов – в 1,3–1,9 раза), исключает накопление смолистых отложений, так как нефтяной газ растворяет их.

При нормальном атмосферном давлении и температуре окружающей среды выше 0 °С сжиженный газ находится в газообразном состоянии, но при небольшом повышении давления (до 0,8...1,6 МПа) переходит в легкоиспаряющуюся жидкость.

При переводе двигателя на сжиженный газ мощность падает на 3...4 %. Этот недостаток устраняют путем охлаждения смеси во впускном тракте или повышения степени сжатия, так как октановое число у газа больше, чем у бензина. Лучше всего использовать высокую детонационную стойкость газа путем увеличения угла опережения зажигания.

Государственный стандарт предусматривает выпуск двух марок сжиженного газа: СПБТЗ (пропан-бутановая смесь техническая зимняя) и СПБТЛ (пропан-бутановая смесь техническая летняя). СПБТЛ и СПБТЗ различаются процентным соотношением компонентов (метана, этана, этилена, пропана, пропилена, бутана и бутилена).

Метан, этан, этилен имеют высокое давление насыщенных паров, в то время как у сжиженных газов оно не более 1,6 МПа при температуре 40 °С. Добавление этих углеводородов в небольшом количестве повышает давление насыщенных паров смеси, что обеспечивает бесперебойную работу двигателя.

Для минимизации массы газобаллонной аппаратуры давление насыщенных паров в системе должно быть минимальным, но не менее 0,1 МПа (для надежной подачи газа).

Пропан обеспечивает оптимальное давление насыщенных газов.

Бутан – наиболее калорийная и легко сжимаемая часть топливной смеси.

Для создания давления насыщенных паров баллон заправляют не более чем на 90 %.

Для пуска холодного двигателя используется содержимое из верхней части баллона (где находится паровая подушка). После прогрева двигателя топливную систему переключают на жидкую фазу, так как интенсивность испарения оказывается недостаточной. Причина – падение температуры в баллоне при испарении. Кроме того, если бы в баллоне не было паровой подушки, то из-за большого коэффициента объемного расширения газа давление в баллоне с увеличением температуры значительно возросло бы. При росте температуры на 1 °С давление возрастает на 0,7 МПа.

Сжиженные газы не имеют запаха, поэтому для обнаружения утечек вводят пахучие специальные вещества – одоранты.

Применение СНГ можно рассматривать как первоначальный этап перехода промышленности и транспорта в будущем на водородную энергетику, так как технология их производства, хранения и распределения во многом идентична.

Установлено, что при переходе транспортных дизелей на сжиженный газ самым рациональным является непосредственное впрыскивание в цилиндр двигателя топливной смеси, состоящей из сжиженного газа (пропан-бутана), дизельного топлива и присадки, интенсифицирующей процесс горения. Этот способ требует менее сложной переделки топливоподающей аппаратуры и позволяет обеспечивать регулирование двигателя. Введенное в состав бутан-пропановой смеси некоторое количество обычного дизельного топлива улучшает ее самовоспламеняемость и одновременно смазывает трущиеся детали топливной аппаратуры.

Для использования пропан-бутана на легковых автомобилях его можно хранить в сжиженном виде под давлением в 1,6 МПа в стальном баллоне емкостью 50...80 л, который весит не более 40...70 кг.

Преимущества сжиженного газа:

- цены ниже, чем на бензин (но выше, чем на сжатый газ);
- возможно переоборудование практически любых бензиновых двигателей внутреннего сгорания;
- наличие дополнительной топливной системы;
- меньше токсичность отработавших газов.

Недостатки:

- при температуре ниже 0 °С (т. е. зимой) необходим запуск и прогрев на бензине;
- запасы ограничены;
- дополнительные расходы на установку и обслуживание.

Сжатые газы. Одной из крупномасштабных задач является расширение использования в народном хозяйстве сжатого (компрессированного) природного газа (КПГ) в качестве моторного топлива, что помимо экономических соображений (нефтеберегающий фактор) диктуется потребностью оздоровления воздушной среды, особенно в крупных городах, так как газ является среди углеводородных видов топлива наиболее экологически чистым видом горючего.

Природный топливный сжатый газ получают из горючего природного газа, транспортируемого по магистральным газопроводам или городским газовым сетям, компрессированием и удалением примесей по технологии, не допускающей изменения компонентного состава.

Природный газ состоит в основном из метана CH_4 , оксида углерода CO и водорода H_2 , а в небольших долях присутствуют кислород, азот, йод и механические примеси.

Основными показателями качества сжатого газа при использовании его как автомобильного топлива являются:

- компонентный состав газа (во избежание повышения токсичности отработавших газов сжатый газ, предназначенный для всесезонного применения на автомобилях, должен содержать (по объему): метана – не менее 90 %; этана – не более 4 %; попутных горючих газов – до 2,5 %; окиси углерода – до 1 %; кислорода – до 1 %; азота – не более 5 %);

- содержание вредных примесей строго ограничивается (сероводорода должно содержаться не более $2 \text{ г}/100 \text{ м}^3$ газа, механических примесей не более $0,1 \text{ г}/100 \text{ м}^3$, содержание влаги допускается в очень незначительных количествах).

В зависимости от месторождения содержание метана в газе может быть в пределах 40...82 %. Его критическая температура составляет $-82 \text{ }^\circ\text{C}$. Поэтому при нормальных температурах даже при высоком давлении эти газы не могут быть сжижены: для этого необходимы низкие температуры (в жидкое состояние они переходят при температуре ниже $-82 \text{ }^\circ\text{C}$ и давлении 4,5 МПа). Октановое число метана 110.

Сжатые природные газы по сравнению со сжиженными нефтяными газами имеют следующие преимущества:

- более безопасны, так как легче воздуха и при утечках улетучиваются;
- дешевле;
- чаще встречаются в природе (более значительные запасы);
- отработавшие газы двигателя, работающего на сжатом газе, экологически чище, чем двигателя, работающего на сжиженном газе.

Опыт эксплуатации современных отечественных автомобилей, работающих на сжатом газе, выявил ряд положительных факторов его использования: срок службы двигателя увеличивается на 50...70 %, срок службы свечей – на 30...40 %, расход масла снижается благодаря увеличению периодичности его замены в 2–3 раза, на 30...75 % уменьшается количество токсичных компонентов в отработанных газах.

Вместе с тем ухудшаются некоторые эксплуатационные показатели автомобилей: мощность двигателя уменьшается на 18...20 %, скорость автомобиля снижается на 5...6 %, время разгона возрастает на 24...30 %, а максимальный преодолеваемый угол подъема уменьшается. Главный недостаток газобаллонной аппаратуры для сжатых газов – ее масса. Баллон из легированной стали емкостью 50 л с газом под давлением 200 МПа весит 62,5 кг, а баллон из углеродистой стали – 93 кг (полная заправка – 8 баллонов). Из-за большой массы металлических баллонов, требуемых для хранения сжатого под высоким давлением газа, полезная нагрузка автомобиля снижается на 14...20 %. Возможная дальность поездки на одной заправке газа составляет 200...250 км, т.е. запас хода снижается на 30...40 %. Из-за необходимости сохранения дополнительной топливной системы трудоемкость технического обслуживания и ремонта газового автомобиля увеличивается на 7...8 %.

По энергетическим параметрам 1 м^3 сжатого природного газа приравнивается к 1 л бензина.

Повысить эффективность применения сжатого природного газа можно следующими способами:

- увеличением степени сжатия до 10 единиц;
- повышением коэффициента наполнения цилиндров двигателя путем увеличения диаметра впускного трубопровода;
- устранением подогрева газа на впуске;
- изменением фаз газораспределения.

Все эти способы требуют конструкционных переделок двигателя, но запасы природного газа столь значительны по сравнению с нефтью, что делают перспективным его использование. Уменьшить массу баллонов можно путем сжижения газа при низких температурах (до $-160 \text{ }^\circ\text{C}$) и хранения его в изотермических баллонах.

По энергоемкости такой газ может сравниться с жидким нефтяным топливом.

При создании надежных и дешевых криогенных топливных баков и сети заправочных станций можно увеличить парк автомобилей, работающих на сжиженном природном газе.

2.3.3 Газоконденсатное топливо, спирты и водороды

Высокие темпы добычи природного газа обеспечивают значительный прирост добычи сопутствующего ему продукта – **газового конденсата**, который на нефтеперерабатывающих

заводах совместно с нефтью перерабатывается в моторное топливо. В нашей стране крупнейшие газоконденсатные месторождения находятся на Крайнем Севере, в Западной Сибири и Якутии.

Содержание газового конденсата по отдельным месторождениям колеблется от 52 до 300 г и выше на 1 м³ добываемого природного газа.

В зависимости от компонентного состава природного газа конденсат содержит до 20 % легких углеводородных газов (метана, этана, пропана и бутана).

Стабильный газовый конденсат нашел широкое применение как сырье для производства автомобильного бензина, дизельного и реактивного топлива.

В среднем выход ароматических углеводородов при каталитическом риформинге фракций газового конденсата на 20...25 % выше, чем из соответствующих фракций, полученных при переработке нефти.

Содержание светлых нефтепродуктов (бензиновых и дизельных фракций) в газовых конденсатах составляет 90...100 %, в то время как в нефти их не больше 30...40 %.

Газовые конденсаты различных месторождений на 60...80 % состоят из фракций, выкипающих до 200 °С. Плотность конденсатов колеблется от 0,676 до 0,791 г/см³, их кинематическая вязкость составляет при 20 °С от 0,540 до 2,02 мм²/с, температура застывания изменяется в пределах от –5 до –70 °С.

В настоящее время разработаны малогабаритные установки для переработки конденсата с производительностью по сырью 12, 25 и 50 тыс. т в год.

Газоконденсатное топливо – это природная смесь легкокипящих нефтяных углеводородов, находящаяся в природе в газообразном состоянии под давлением 4,9...9,8 МПа при температуре 150 °С. При охлаждении и снижении давления до атмосферного смесь распадается на жидкую (конденсат) и газовую составляющие. Газоконденсатное топливо обладает низкой детонационной стойкостью и в основном используется в качестве добавления к дизельному топливу марок ГШЗ и ГШЛ.

ГШЗ – газоконденсатное широкофракционное топливо. Его получают прямой перегонкой газового конденсата или путем смешивания дизельных фракций газового конденсата с дизельным топливом, используют при температуре окружающей среды –35 °С и выше.

ГШЛ – получают прямой перегонкой газового конденсата или путем смешивания дизельных фракций газового конденсата с товарным дизельным топливом, применяют при температурах окружающей среды выше –5 °С.

Спирты относятся к числу синтетических видов топлива, из которых наиболее известны *метанол* и *этанол*.

Все большее развитие получает синтез жидкого искусственного топлива, приближающегося по качеству к топливу нефтяного происхождения. Из угля, природного газа, известняка, отходов лесного хозяйства получают метиловый спирт – метанол, а из сахарного тростника, свеклы, зерновых культур вырабатывают этиловый спирт – этанол.

Наиболее перспективным сырьем для расширения производства метанола являются природный газ, нефтяные остатки и особенно уголь. Синтез его проводится под давлением 20...60 МПа при температуре 300...400 °С в присутствии катализаторов.

Для производства 1 т синтетического топлива необходимо большое количество угля – от 3 до 6 т, поэтому оно пока еще дороже бензина в 1,5 – 2 раза.

Метанол и этанол, используемые в качестве топлива для автомобильных двигателей, характеризуются высоким октановым числом, меньшей по сравнению с бензином теплотворной способностью, высокой скрытой теплотой испарения, низкими упругостью паров и температурой кипения. Кроме того, *метанол* как автомобильное топливо обуславливает рост кпд двигателя, снижение теплонапряженности деталей цилиндропоршневой группы, сокращение закоксовывания и нагарообразования. Также при использовании метанола (при том же уровне концентрации оксида углерода, что и при работе двигателя на бензине) наблюдается уменьшение в 1,5 – 2 раза содержания оксида азота и в 1,3 – 1,7 раза углеводородов в отработавших газах.

Однако для повседневного использования метанола в качестве автомобильного топлива необходимы конструктивные изменения топливной аппаратуры двигателя и в какой-то мере самого автомобиля. Поэтому в настоящее время метанол лучше использовать в качестве добавки к бензину. Установлено, что добавка 3...5 % метанола обеспечивает экономию 2,5 % бензина при сохранении мощности двигателя, его динамических и экономических показателей, а также уровня токсичности выхлопных газов. При этом допустимо использовать бензин с несколько меньшим октановым числом. Применение бензометанольной смеси (с добавкой 15 % метанола и 7 % стабилизатора – изобутилового спирта) позволяет повысить на 6 % динамические качества автомобиля и на 3...5 % его мощность, одновременно уменьшить выброс оксида азота на 30...35 % и углеводородов на 20 %, а также получить экономию бензина до 14 %.

При использовании бензометанольной смеси М15 устойчивый пуск холодного двигателя обеспечивается при температуре воздуха -26°C .

В целом применение метанола как добавки к бензину, улучшающей ряд его эксплуатационных свойств, рассматривается как реальный фактор увеличения ресурсов автомобильного топлива.

Реальное улучшение эксплуатационных свойств дизельного топлива при добавлении спирта сопоставимо с улучшением свойств бензина, т. е. низкая температура самовоспламенения (низкое цетановое число) не исключает использования метанола и этанола в качестве добавки к дизельному топливу (при условии конструктивного изменения двигателя) в количестве, не превышающем 15...20 %.

Преимущества метанола:

- позволяет решить задачу хранения водорода и извлечения его по мере надобности;
- запасы сырья практически неограниченны;
- может использоваться как сырье для производства синтетического бензина.

Недостатки метанола:

- очень токсичен (смертельная доза для человека – 30 миллилитров);
- вызывает коррозию деталей.

Этанол – этиловый или винный спирт. Этанол производится за счет процессов брожения зерновых продуктов (кукурузы, ячменя или пшеницы) и дистилляции. Также его можно производить из многих видов трав и деревьев, хотя технология будет более сложной (в этом случае его называют биоэтанолом).

Этанол представляет собой альтернативный вид топлива, его можно смешивать с бензином для получения топлива с более высоким октановым числом и меньшим содержанием вредных веществ в выбросах по сравнению с чистым бензином.

Этанол, или этиловый спирт, более известен как сырье для изготовления алкогольных напитков. Биоэтанол – это обезвоженный этиловый спирт, изготовленный из биологически возобновляемого сырья. Есть три способа получения этилового спирта: сбраживанием пищевого сырья (переработкой содержащегося в сырье сахара в спирт при помощи дрожжей), гидролизом растительного сырья и гидратацией этилена (синтетический спирт). Энергетическая ценность спирта почти в полтора раза ниже, чем у бензина.

В соответствии со стандартами смеси, содержащие не менее 85 % этанола, считаются альтернативными видами топлива. Е85, смесь состоящая на 85 % из этанола и на 15 % из бензина, используется в транспортных средствах с универсальной топливной системой, которые предлагаются большинством производителей транспортных средств. Смеси с большим содержанием этанола, такие как Е95, также являются отличными альтернативными видами топлива. Смеси с более низкими концентрациями этанола, такие как Е10 (10 % этанола и 90 % бензина), иногда используются для увеличения октанового числа и повышения качества выбросов, но они не рассматриваются как альтернативные виды топлива.

Преимущества этанола:

- запасы сырья разнообразны и практически неограниченны;

- есть богатый опыт эксплуатации двигателей, работающих на спирте (Бразилия, Австралия);

- ниже токсичность выхлопных газов.

Недостатки этанола:

- необходимо вносить конструктивные изменения в систему питания;
- при снижении мощности двигателя расход горючего увеличивается;
- из-за гигроскопичности спирта могут ухудшаться пусковые свойства двигателя;
- дорогостоящее производство биоэтанола.

Водород как топливо известен давно. Главный недостаток его применения – пожаро- и взрывоопасность.

В настоящее время ведутся работы по использованию в качестве топлива для автомобилей водорода, а также его смеси с бензином. Водород – это самый легкий элемент, даже в жидком состоянии он примерно в 14 раз легче воды.

Водородно-воздушная смесь воспламеняется при содержании водорода от 4 до 74 %. Из-за низкой теплотворной способности водородно-воздушной смеси мощность работающего на ней двигателя на 15...20 % ниже, чем при работе на бензине. В настоящее время использовать водород можно как 20%-ную добавку к бензину.

При поступлении водорода непосредственно в цилиндр двигателя в такте всасывания или в начале такта сжатия падения мощности можно избежать. Однако в этом случае необходимо значительное изменение конструкции системы подачи питания и самого двигателя.

При использовании водорода в качестве добавки к бензиновоздушной смеси не требуются изменения конструкции двигателя. Если же бензин добавлять на режиме холостого хода при малых и средних нагрузках, то обеспечиваются оптимальные мощностные и динамические показатели автомобиля. Причем, если обычный расход бензина составляет 12,2 кг на 100 км, то в режиме холостого хода он снизится до 5,5 кг, а расход водорода составит всего 1,8 кг. Следовательно, 6,7 кг бензина заменяются 1,8 кг водорода, т.е. экономится 50...55 % бензина. При этом концентрация оксида углерода в отработавших газах снижается в 13 раз, оксидов азота – в 5 раз, углеводов – на 30 %.

Использование в качестве топлива для автомобилей бензиноводородных смесей в условиях интенсивного городского движения позволяет экономить топливо нефтяного происхождения и при этом снижать загрязнение окружающей среды токсичными продуктами отработавших газов. Следует также иметь в виду, что стоимость водородного топлива не выше, чем стоимость других видов синтетического топлива.

Известно, что жидкий водород занимает в 3,5 раза больший объем, чем эквивалентное по выделяемой энергии количество бензина, что усложняет его хранение и распределение. Необходима также надежная теплоизоляция баков, так как температура жидкого водорода – 253 °С. Поэтому в качестве емкостей для транспортирования и хранения водорода приходится использовать криогенные баки с двойными стенками, пространство между которыми заполнено изолирующими материалами.

Учитывая, что смесь газообразного водорода с кислородом воздуха в широком диапазоне концентраций образует гремучий газ, который в закрытых емкостях или помещениях горит очень быстро, необходима полная герметизация топливopодающей системы автомобиля и организация сброса избыточного давления водорода в баке с его последующей нейтрализацией на каталитических дожигателях. Специальная система, исключая утечки жидких и газообразных фаз топлива, требуется и для заправки автомобиля жидким водородом.

Для комбинированного питания двигателя бензиноводородной смесью при невысоком содержании водорода (в пределах 20 %) возможно его использование в сжатом виде. Включение и отсечка подачи водорода в этом случае не вызывают затруднений и обычно производятся с помощью электромагнитного клапана.

2.3.4 Современные тенденции в разработке альтернативных видов топлива для автомобилей

Электроэнергию как энергоноситель для автомобиля получают или в топливных элементах в процессе реакции водорода и кислорода, или из аккумуляторных батарей. Электроэнергия кардинально решает задачу токсичности отработавших газов, но производство электромобилей очень дорого, и в настоящее время они не могут обеспечить достаточного запаса хода. К тому же электромобили имеют ряд недостатков:

- малый запас хода (в летнее время батареи позволяют проехать в среднем около 100...150 км на одной зарядке, зимой – меньше);
- длительное время зарядки (время зарядки батареи электромобиля – около 10 ч);
- экологическая безопасность этого вида транспорта скорее мнимая, чем реальная (подавляющее большинство электростанций сегодня – тепловые, сжигающие топливо для получения электроэнергии);
- еще менее экологично производство аккумуляторов и их последующая утилизация (они содержат ядовитые элементы – свинец, литий и кислоты);
- отсутствие в массовой эксплуатации заряжающих станций, строительство которых нанесет урон природе и экономике вряд ли меньший, чем эксплуатация бензиновых транспортных средств. (Если допустить массовую зарядку от бытовых сетей – возрастут нагрузки на эти самые сети, что может привести к перегрузкам энергосетей и, как следствие, локальным промышленным авариям).

Вместе с тем, работы по созданию гибридных автомобилей, работающих с использованием электричества, приобретают все большее распространение. Существуют две принципиальные схемы работы гибридных установок: параллельная (parallel) и последовательная (series). По первой схеме колеса в действие приводят и бензиновый мотор (или дизель), и электродвигатель. В другом гибриде двигатель внутреннего сгорания работает лишь на зарядку батарей, а колеса вращает электромотор.

Во Франции начато производство автомобиля, в качестве топлива для которого будет использоваться **сжатый воздух**. Принцип работы мотора машины очень похож на принцип работы двигателя внутреннего сгорания. Только в двух цилиндрах воздухара не бензин «встречается» с искрой, а холодный воздух с теплым.

Топливо серии Р представляет собой смесь этанола, газоконденсатной жидкости и метилтетрагидрофурана – вспомогательного растворителя, полученного из биомассы. Виды топлива серии Р представляют собой прозрачные альтернативные виды топлива с высоким октановым числом, которые можно использовать в транспортных средствах с универсальной топливной системой. Топливо серии Р можно использовать в чистом виде или в смеси с бензином в любом соотношении путем простого добавления бензина в бак.

Биодизельное топливо – это альтернативный вид топлива на основе растительных масел или животных жиров, даже тех, которые остаются в ресторанах после приготовления пищи. Двигатели транспортных средств можно модифицировать так, чтобы сжигать биодизельное топливо в чистом виде; биодизельное топливо допускается смешивать с углеводородным дизельным топливом и использовать в неадаптированных двигателях. Биодизельное топливо безопасно, поддается биохимическому разложению и снижает содержание веществ, загрязняющих воздух, таких, как твердые примеси, монооксид углерода и углеводороды.

Технологий производства биотоплива несколько. Одна из них – это переработка сельскохозяйственных отходов в топливо. Сырьем для этого процесса могут служить и куски древесины, и солома, и навоз...Производство именно такого топлива, получившее название SunDiesel, начала немецкая химическая компания Choren Industrieries при поддержке концернов DaimlerChrysler и Volkswagen. После сушки отходы нагреваются до 400...500 °С, выделившийся газ проходит ряд превращений в присутствии катализатора и на выходе из реактора получается дизельное топливо без содержания серы и других вредных примесей. Кроме того, биодизельное топливо CO₂-нейтрально по отношению к окружающей среде – при его

сгорания в атмосферу возвращается та углекислота, которая была поглощена растениями при росте. Чистота такой биосолярки тоже играет положительную роль – испытания показали, что она позволяет выдерживать нормы токсичности «Евро 4» даже тем двигателям, которые рассчитаны только на «Евро 3». Конечно, пока литр такого биодизельного топлива дороже обычного. По оценкам авторов проекта, нынешние возможности сельского хозяйства Европы способны обеспечить таким топливом от половины до 80 % дизелей легковых автомобилей.

Вторая технология производства биотоплива – это добавление рапсового масла в дизельное топливо. Именно добавление, поскольку рапсовое масло в чистом виде как топливо не используется. Из-за более высокой вязкости (почти в 20 раз выше по сравнению с дизельным горючим) требуется другая топливная аппаратура и изменение камеры сгорания. В качестве горючего применяются сложные эфиры рапсового масла, добавляемые в количестве от 5 до 30 % в дизельное топливо или используемые самостоятельно (биодизель). Интересно, что в ходе переработки масла в биодизель получают ряд дополнительных продуктов, пользующихся спросом (например, глицерин, сульфат калия).

Преимущества биотоплива из смеси рапсового масла с дизельным топливом:

- меньше выбросов вредных веществ;
- запасы сырья могут возобновляться ежегодно, культура не требует особого ухода в процессе выращивания;
- в ходе переработки масла получают дополнительные продукты (глицерин, сульфат натрия).

Недостатки биотоплива из смеси рапсового масла с дизельным топливом:

- себестоимость производства выше, чем бензина и дизельного топлива;
- требуются дополнительные площади сельскохозяйственных земель;
- эфиры рапсового масла обладают значительной коррозионной активностью;
- ниже мощность двигателя и выше расход горючего.

Третий вид биологического топлива – синтетическое горючее. Современные технологии переработки углеводов позволяют производить синтетическое дизельное топливо и синтетический бензин. В качестве сырья используются отходы деревообрабатывающей промышленности, сельского хозяйства и даже бытовой мусор. Особенности разработанных технологических процессов заключаются в том, что из одного и того же сырья могут получаться различные виды топлива. Первое в мире синтетическое дизельное топливо (это было в 2003 году) разработала корпорация DaimlerChrysler. Новое топливо, которое разработчики назвали BIOTROLL, производится из древесных отходов, а при его сгорании в атмосферу вообще не выбрасывается углекислый газ. Биотопливо можно смешивать с обычной соляжкой, улучшая экологические показатели дизельных двигателей, однако пока не получены точные данные о том, возможна ли эксплуатация современных дизельных двигателей только на новом виде топлива без проведения каких-либо доработок. Первая заправка, на которой можно пополнить баки новым топливом, уже функционирует в Штутгарте.

Преимущества синтетического горючего:

- можно получить требуемые характеристики топлива;
- в синтетическом дизельном топливе отсутствует сера;
- выбросы вредных веществ ниже, чем при использовании «нефтяного» горючего;
- запасы сырья неограниченны.

Недостатки:

- высокие затраты энергии для производства горючего;
- необходимы значительные вложения средств для создания предприятий по выпуску синтетического топлива и создание структуры накопления, поставки и подготовки сырья.

Задания для закрепления

1. К альтернативным видам топлива относятся: _____

2. Основными требованиями, предъявляемыми к качеству топлива для газобаллонных автомобилей, являются: _____

3. Государственный стандарт предусматривает выпуск следующих марок сжиженного газа: _____

4. Основными показателями качества сжатого газа при использовании его как автомобильного топлива являются: _____

5. Повысить эффективность применения сжатого природного газа можно следующими способами: _____

6. Газоконденсатное топливо – это _____

7. Биоэтанол – это _____

8. Существуют следующие способы получения этилового спирта: _____

9. Электромобили имеют следующие недостатки: _____

10. Топливо серии Р – это _____

11. Биодизельное топливо – это _____

12. Заполните следующую таблицу

Вид альтернативного топлива	Преимущества	Недостатки
Сжиженный газ		
Сжатый газ		
Метанол		
Этанол		
Водород		

Контрольные вопросы

1. Как можно классифицировать альтернативные виды топлива?
 2. Перечислите требования, предъявляемые к качеству топлива для газобаллонных автомобилей.
 3. Охарактеризуйте сжиженные газы как вид автомобильного топлива.
 4. Перечислите преимущества и недостатки сжиженного газа.
 5. Охарактеризуйте сжатый газ как вид автомобильного топлива.
 6. Перечислите преимущества и недостатки сжатого газа.
 7. Перечислите способы повышения эффективности применения сжатого газа.
 8. Охарактеризуйте газоконденсатное топливо как вид автомобильного топлива.
 9. Охарактеризуйте спирты как вид автомобильного топлива.
 10. Перечислите преимущества и недостатки этанола.
 11. Перечислите преимущества и недостатки метанола.
 12. Охарактеризуйте водород как вид автомобильного топлива.
 13. Перечислите преимущества и недостатки водорода.
 14. Охарактеризуйте электроэнергию как энергоноситель для автомобиля.
 15. Охарактеризуйте сжатый воздух как альтернативное топливо для автомобиля.
 16. Охарактеризуйте топливо серии Р как альтернативное топливо для автомобиля.
 17. Охарактеризуйте биодизельное топливо как альтернативный вид топлива для автомобиля.
-
-
-

Lined writing area consisting of 30 horizontal lines.

2.4 Экономия топлива

Расход топлива должен быть эффективным и экономически выгодным. Для этого водитель должен знать:

- устройство и работу автомобиля;
- приемы оптимального и экономичного вождения автомобиля в различных дорожных и климатических условиях;
- причины перерасхода топлива и способы их устранения.

Значительной экономии топлива может добиться только квалифицированный водитель и только на технически исправном современном автомобиле. Перед выездом водитель должен вспомнить или ознакомиться с предстоящим маршрутом, выбрав кратчайшую дорогу, с лучшим покрытием, наименее оживленную, с меньшим числом светофоров и т.п.

Поскольку на расход топлива влияет структура подвижного состава, то на автопредприятиях с целью оптимизации использования автомобильного парка должны быть малотоннажные автомобили для внутригородских перевозок и большегрузные автопоезда для междугородних.

Экономить топливо позволяют трансмиссия, аэродинамические качества автомобиля, наличие бортовых компьютеров, большое число передач, использование впрыска топлива в бензиновых двигателях, снижение массы автомобиля.

Факторы, влияющие на расход топлива:

- правильная организация транспортного процесса;
- соответствие применяемых сортов топлива конструктивным особенностям автомобиля и условиям эксплуатации;
- техническое состояние и регулировка узлов и механизмов;
- мастерство водителя;
- экономия топлива при транспортировке и хранении.

Организация транспортного процесса. От правильной организации перевозок зависит эффективность использования грузоподъемности и пробега автомобилей.

Степень использования грузоподъемности автомобиля определяют отношением массы перевозимого груза к номинальной грузоподъемности, т. е. *коэффициентом использования грузоподъемности* γ . С увеличением γ уменьшается удельный расход топлива на единицу транспортной работы и при стопроцентном использовании грузоподъемности, когда $\gamma = 1$, удельный расход топлива будет минимальным. Увеличение γ на 1 % снижает удельный расход топлива на 1,6 %.

Расход топлива на единицу транспортной работы может быть сокращен при увеличении *коэффициента использования пробега* β :

$$\beta = S_2 / S,$$

где S_2 – пробег автомобиля с грузом; S – общий пробег автомобиля.

Увеличение β на 1 % снижает удельный расход топлива на 1,3 %. Использование прицепов уменьшает удельный расход топлива на 25...30 %.

С целью экономии топлива при перевозке грузов в автохозяйствах следует правильно выбирать марку автомобиля и равномерно распределять груз по объему кузова. Для перевозки грузов массой более 6 т целесообразно использовать дизельный автомобиль большой грузоподъемности. Это позволит сэкономить до 35 % топлива по сравнению с затратами топлива на перевозку данного груза автомобилем с бензиновым двигателем.

При перевозке габаритного груза при сильном встречном ветре следует избегать высоких скоростей движения.

Расход топлива возрастает при перегрузке автомобиля, так как при этом ухудшается его разгон и больше времени затрачивается на движение на низших передачах. Особенно заметно увеличение расхода топлива при перегрузке автомобиля с гидромеханической передачей (на 5...8 % больше, чем у автомобиля с механической передачей). Для существенного

снижения расхода топлива перегруженного автомобиля желательно делать меньше остановок.

Определенной экономии топлива можно добиться при постановке автомобиля под погрузку или разгрузку. Опытный водитель перед длительной остановкой автомобиля обязательно оценит возможность подъезда к месту погрузки или разгрузки по кратчайшему расстоянию и с минимальным числом необходимых маневров.

Соответствие применяемых сортов топливно-смазочных материалов конструктивным особенностям автомобиля и условиям эксплуатации. Использование топлива, не соответствующего конструктивным особенностям двигателя, неизбежно вызывает его перерасход. В первую очередь это относится к таким показателям качества топлива, как октановое число и фракционный состав для бензинов, цетановое число и фракционный состав для дизельного топлива. Так, работа на бензине с тяжелым фракционным составом может дать увеличение расхода топлива до 70 % и повысить износ двигателя на 30...40 %.

Применение несоответствующих сортов масел приводит к перерасходу топлива (моторное масло высокой вязкостью приводит к перерасходу топлива, с низкой вязкостью – к перерасходу самого масла).

Отрицательные результаты дает использование топлива и масел, не соответствующих климатическим условиям эксплуатации автомобиля. Так, например, при работе зимой грузового автомобиля, заправленного летними сортами топливно-смазочных материалов (ТСМ), при движении за городом по дороге с твердым покрытием расход бензина оказывается выше на 3...6 %, а при движении в городских условиях – на 8...12 % по сравнению с автомобилем, заправленным ТСМ, соответствующими сезону.

Использование металлоплакирующей присадки в моторных маслах.

Более 70 % неисправностей двигателя можно устранить введением в моторное масло металлоплакирующей присадки. При этом возможно сокращение расхода топлива до 10 %, моторного масла в 18 раз, дымления выхлопных газов в несколько десятков раз, а также повышение мощности двигателя на 30 % и др.

Добавление в моторное масло металлоплакирующей присадки (при отсутствии поломок деталей двигателя) позволяет исключить повышенный расход топлива при понижении компрессии в цилиндрах двигателя из-за износа или пригорания поршневых колец, неплотного прилегания прокладки головки блока или неплотной посадки клапанов.

Техническое состояние и качество регулирования узлов и агрегатов автомобиля. Износ деталей влияет на расход топлива в меньшей степени, чем неверная регулировка. Так, износ цилиндропоршневой группы до состояния, когда из маслониливной горловины начинают активно выходить отработавшие газы, приводит к увеличению расхода топлива на 10...12 %, а нарушение регулировок – на 20...25 %.

Значительно увеличивают расход топлива неисправности системы зажигания (до 80 %), а также неправильное регулирование следующих механизмов и систем:

- карбюратора;
- прерывателя распределителя;
- угла опережения зажигания;
- тормозных механизмов;
- ступиц колес,
- схождения и развала колес;
- балансировки колес;
- давления воздуха в шинах и т.д.

Экономное расходование топлива существенно зависит от технического состояния автомобиля, а следовательно, от качества и объема проведенных профилактических работ по обслуживанию двигателя, агрегатов, узлов, систем и механизмов.

К контрольным и профилактическим работам, влияющим на расход топлива при эксплуатации автомобиля, относятся:

- замена фильтрующего элемента в воздушном фильтре;

- очистка от отложений фильтров и отстойников карбюратора и топливного насоса;
- проверка состояния щеточно-коллекторных узлов генератора и топливного насоса;
- замена амортизаторов и тормозных колодок;
- замена и перестановка шин и колес.

Сцепление в автомобиле должно быть исправно всегда, что проверяется свободным ходом его педали. От работы сцепления зависит расход топлива автомобилем.

Особо важна исправность *элементов системы питания* (от крышки горловины топливного бака до системы выпуска отработавших газов).

Для экономии топлива не менее значимым является *техническое состояние аккумуляторной батареи*, т.е. лучше привести ее в исправное состояние, чем оставлять включенным двигатель при длительной стоянке автомобиля из-за боязни невозможности его пуска.

Необходимо периодически проверять уровень электролита в аккумуляторной батарее (не реже одного раза в течение 15 дней летом и 30 дней зимой).

Неисправность приборов системы зажигания может быть причиной перерасхода топлива на 80 %.

Отказ центробежного регулятора опережения зажигания приводит к перерасходу топлива до 20 % при крайне неудовлетворительных мощностных характеристиках двигателя.

Основные неисправности и факторы, определяющие перерасход топлива легкового автомобиля:

- затрудненный пуск двигателя;
- нарушение теплового режима работающего двигателя;
- использование топлива несоответствующего качества;
- недостаточная компрессия в цилиндрах двигателя;
- неисправности агрегатов трансмиссии, рулевого управления, тормозного механизма, подвески колес;

- износ протектора шин.

Факторы, влияющие на сопротивление качению колес.

При снижении сопротивления качению колес на 6 % расход топлива уменьшается примерно на 1 %.

На сопротивление качению колес автомобиля влияют следующие факторы:

- время движения (в течение первых 30 мин движения сопротивление качению колес уменьшается примерно на 20 %);
- температура окружающей среды (при понижении температуры с 30 до 0 °С сопротивление качению колес возрастает на 40 %);
- скорость движения (при росте скорости от 100 до 180 км/ч сопротивление качению увеличивается в два раза);
- давление воздуха в шинах (при падении давления на 0,4 МПа сопротивление качению колес повышается на 8 %);
- состояние шин (у шин с изношенным протектором сопротивление качению на 30 % выше, чем у новых);
- состояние дорожного покрытия (на неровной опорной поверхности сопротивление качению может возрасти более чем на 50 %).

При снижении давления воздуха в диагональных шинах на 15...20 % расход топлива повышается на каждые 100 км пробега на 1...3 л. Эксплуатация радиальных шин при пониженном (даже на 0,01 МПа от номинального) давлении воздуха недопустима.

При эксплуатации автомобиля необходимо помнить, что давление в шинах при средней и максимальной нагрузках должно быть разным.

Влияние неисправностей элементов тормозной системы на сопротивление движению автомобиля.

Неверная регулировка или неисправность отдельных элементов тормозных механизмов приводят к повышению сопротивления движению автомобиля, а следовательно, к увеличению расхода топлива. Расход топлива на преодоление сил трения может достигать 20 %.

Существенную экономию топлива обеспечивает правильное техническое обслуживание тормозной системы в начальный период эксплуатации автомобиля.

Снижение расхода топлива в процессе эксплуатации автомобиля означает, что при использовании того же его количества можно перевезти на автомобилях больше грузов и пассажиров, более полно удовлетворить потребности организаций и частных лиц в автомобильных перевозках.

Мастерство водителя. Мастерство водителя автомобиля заключается во владении следующими навыками:

- правильно оценивать дорожные условия;
- максимально использовать экономичные приемы вождения и режимы работы двигателя;
- по возможности использовать движение накатом;
- своевременно переключать передачи;
- по возможности вести автомобиль на высшей передаче.

В зависимости от техники и стиля вождения расход топлива может изменяться на 20...25 %. Частое торможение увеличивает расход топлива, так как каждый раз приходится форсировать двигатель для очередного разгона, предпочтителен режим установившегося движения. Перерасход топлива исключается за счет поддержания нормального теплового режима двигателя (так как и перегрев, и переохлаждение приводят к перерасходу топлива).

Высокие скорости движения, безусловно, вызывают повышенный расход топлива, так как пропорционально скорости движения возрастает сопротивление воздуха, а его приходится преодолевать. Уже при скорости движения грузового автомобиля 70 км/ч на преодоление сопротивления воздуха затрачивается сила тяги на ведущих колесах в десять раз большая, чем при скорости 30 км/ч. Для увеличения силы тяги требуется дополнительная тепловая энергия, а следовательно, и дополнительное топливо.

Пустой багажник на крыше легкового автомобиля увеличивает расход топлива на 3...4 %, а пустой прицеп – до 7 %. На 5...7 % расход топлива увеличивается при езде с открытыми окнами.

Особенности вождения автомобиля в сложных дорожных условиях. Движение автомобиля в сложных дорожных условиях (отличных от движения по ровному асфальтобетонному покрытию) обуславливает дополнительный расход топлива. Например, при езде по гравийному или булыжному шоссе расход топлива повышается на 20...30 %, а при езде по сильно изношенному покрытию – на 50...60 %. Со значительным перерасходом топлива (в 2,5–3,5 раза) сопряжены перевозки груза в условиях бездорожья.

Особенно неэкономично движение автомобиля с большой скоростью, поскольку сопротивление качению колес возрастает при этом в 2 – 3 раза. Переднеприводной автомобиль меньше реагирует на взаимодействие ведущих колес с участками изношенного покрытия и имеет существенно меньший расход топлива, чем заднеприводной. Кроме того, он лучше сохраняет прямолинейную траекторию движения при торможении даже при разном сцеплении левых и правых колес с дорогой.

Перед **труднопроходимым участком дороги** (грязь, песок, снег) необходимо заранее включить ту передачу, которая позволит его преодолеть без дополнительного переключения передач. Остановки при езде в таких условиях вызывают буксование автомобиля, а следовательно, повышенный расход топлива. Следует иметь в виду, что в течение одной минуты расходуется столько топлива, сколько требуется для того, чтобы автомобиль проехал около одного километра по ровной асфальтобетонной дороге.

На **скользкой дороге** трогать автомобиль с места нужно плавно, на высшей передаче, при частичном пробуксовывании сцепления и малой частоте вращения коленчатого вала двигателя.

Однако с целью экономии топлива время такого режима движения должно быть ограничено.

Подъемы и спуски. Преодолевать *подъем* необходимо с учетом его крутизны, загруженности пути транспортом и наличия других помех, замедляющих движение.

Перед подъемом автомобиль следует разогнать. Переключать передачи на подъеме надо быстро и своевременно, пока автомобиль продолжает движение по инерции. В противном случае включение передачи возможно только после значительного замедления или даже полной остановки автомобиля, вызывающей повышенный расход топлива на очередной разгон.

Дополнительный расход топлива на преодоление автомобилем подъема частично может быть компенсирован при его движении накатом на спуске с подтормаживанием двигателем для ограничения скорости.

Песчаные участки. При длительной эксплуатации автомобиля на песчаном грунте целесообразно использовать шины с низким давлением воздуха, например арочные или широкопрофильные с комбинированным рисунком протектора. Это позволит уменьшить расход топлива на 25 % и повысить возможность проезда автомобиля по песку.

Снежный покров. При движении по снегу полноприводного автомобиля для улучшения его проходимости и снижения расхода топлива необходимо уменьшить давление воздуха в шинах, благодаря чему увеличится площадь контакта шин с опорной поверхностью и снизится давление колес на снег.

На глубоком снегу минимальное сопротивление, а следовательно, минимальный расход топлива достигается при прямолинейном движении автомобиля с частичным или даже полным совпадением колеи передних и задних колес.

Поворот следует выполнять с наибольшим радиусом. Совпадение колеи передних и задних колес в этом случае все равно невозможно, но это позволит снизить сопротивление движению автомобиля. При езде по снегу для экономии топлива следует избегать частых переключений передач, а с низших передач на высшие следует переходить на участках местности со спуском или с неглубоким снежным покровом.

Грунтовые дороги в период распутицы. При движении автомобиля в период осенне-весенней распутицы мокрый чернозем и глина, находясь в пластическом состоянии, могут плотным слоем налипать на шины колес, забивая впадины между их грунтозацепами, вследствие чего автомобиль может буксовать, съезжать с дороги на спусках, скользить «юзом». В таких дорожных ситуациях экономия топлива достигается при движении автомобиля на низшей передаче, с малой скоростью, без остановок, без резких поворотов рулевого колеса, а также при увеличении частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Расход топлива при движении автомобиля по грунтовым дорогам в период осенне-весенней распутицы может быть существенно понижен за счет тщательной подготовки автомобиля к эксплуатации, ограничения массы буксируемого прицепа, применения специальных шин и приспособлений, уменьшающих буксование колес и повышающих проходимость автомобиля, равномерного распределения груза в кузове и др.

Высокая температура окружающей среды. При эксплуатации автомобиля в условиях жаркого климата снижается эффективность работы системы питания двигателя, системы охлаждения и смазочной системы и существенно возрастает расход топлива. Даже незначительные неисправности в системе охлаждения и смазочной системе вызывают образование паровых пробок в системе питания карбюраторного двигателя, которые приводят к частым его остановкам и затрудненному пуску.

Приемы вождения автомобилей, способствующие экономии топлива. С целью экономии топлива *перед началом движения* необходимо проверить:

- исправность рулевого управления и тормозных систем;
- исправность контрольных приборов и указателей;
- правильность установки зажигания и исправность работы узла опережения зажигания;

- наличие топлива соответствующей марки в баке автомобиля;
- уровень охлаждающей жидкости в системе охлаждения;
- наличие или отсутствие течи масла из агрегатов трансмиссии двигателя;
- наличие крышек с прокладками у топливного бака и радиатора;
- состояние шин и давление воздуха в них;
- состояние и натяжение ремня вентилятора.

Пусть двигатель, требуется убедиться:

- в устойчивой работе двигателя при малой частоте вращения коленчатого вала в режиме холостого хода;
- в отсутствии перебоев в подаче топлива и хлопков в глушителе при резком изменении частоты вращения коленчатого вала;
- в отсутствии течи топлива, смазки и охлаждающей жидкости;
- в исправности термостата и жалюзи;
- в исправности системы вентиляции картера двигателя.

Трогание с места. При трогании автомобиля с места необходимо учитывать следующие причины дополнительного расхода топлива:

- останов двигателя (при неумелом трогании) с повторным пуском;
- слишком большую подачу топлива перед включением сцепления;
- раннее включение передачи;
- сильное нажатие на педаль управления дроссельными заслонками (в автомобиле с карбюраторным двигателем) или подачу топлива (в автомобиле с дизелем) в ожидании подходящего момента для начала движения;
- резкое трогание на первой передаче, сопровождающееся вибрацией автомобиля или его рывком, а также кратковременной пробуксовкой ведущих колес даже на сухом ровном дорожном покрытии.

Трогание автомобиля с места должно производиться плавно, с постепенным открытием дроссельных заслонок (увеличением подачи топлива) и оптимальным по времени переходом на прямую передачу. Сначала нужно быстро отпустить педаль сцепления, но не полностью, а только до такого её положения, при котором сцепление начнет включаться, затем плавно увеличить подачу топлива, открыв дроссельные заслонки, и только после этого полностью включить сцепление и начать движение.

Разгон после трогания с места. Разгон автомобиля после трогания с места производится с переключением передач с низших на высшие.

При разгоне автомобиля не следует затягивать движение на низших передачах. Скорость автомобиля на каждой передаче должна увеличиваться до значения, несколько меньшего максимально возможного на этой передаче. При управлении, например, легковым автомобилем, для переключения на следующую передачу достаточно его разогнать до скорости, равной 0,7...0,8 от максимальной для выбранной ранее передачи, что позволит несколько увеличить частоту вращения коленчатого вала двигателя и в то же время не даст работать двигателю с неэкономичной (высокой) частотой. Для этого педаль управления дроссельными заслонками следует сразу переместить на 1/2...3/4 ее полного хода (недостаточное и полное нажатие на педаль неэкономичны).

В момент переключения передач лучше не допускать большого снижения частоты вращения коленчатого вала двигателя, т. е. она должна составлять 0,4...0,5 от номинального значения.

Переключение на высшую передачу затягивать не рекомендуется. Его лучше выполнять в течение 1...2 с, но таким образом, чтобы не перегрузить синхронизатор коробки передач резким и сильным нажатием на рычаг переключения. Это связано с тем, что в момент переключения передач к колесам не подводится мощность от двигателя и под действием внешнего сопротивления скорость движения грузового автомобиля снижается на 5...6 км/ч, а

легкового – на 8...15 км/ч. Разгон автомобиля до прежней скорости требует дополнительного расхода топлива.

Слишком медленный разгон автомобиля с малым ускорением и достижением максимально возможной скорости на каждой низшей передаче неэкономичен по затратам топлива, поскольку при этом увеличиваются общее время движения на низших передачах и частота вращения коленчатого вала двигателя.

Основными причинами замедленного разгона могут быть:

- недостаточное нажатие на педаль управления дроссельными заслонками;
- плохая приемистость (способность быстро набирать скорость) автомобиля ввиду его перегрузки или определенных отклонений в топливоподаче.

На высших передачах ускорение автомобиля значительно меньше, чем на низших, поэтому возрастают путь и время разгона (особенно на скорости автомобиля, близкой к максимальной). Разгон на высших передачах должен производиться плавно, но при значительной подаче топлива.

При разгоне перегруженного автомобиля расход топлива повышается значительно в связи с увеличением времени движения на низших передачах. Особенно это характерно для автомобилей с гидромеханической передачей, при разгоне которых следует применять блокирование гидротрансформатора, быстрее переключая передачи с низших на высшие.

Движение с постоянной скоростью. Наиболее экономичным является движение автомобиля с постоянной скоростью. Высокие и низкие скорости движения вызывают рост расхода топлива. Особенно неэкономична езда со скоростью, близкой к максимальной (обычно выше 2/3 от максимальной).

При полной загрузке автомобиля диапазон экономичных скоростей повышается, поскольку улучшается топливная экономичность двигателя, рассчитанного на эту нагрузку. Переднеприводной автомобиль существенно экономичнее заднеприводного. При движении переднеприводного автомобиля с постоянной скоростью экономится до 6...8 % топлива.

Рациональное использование различных передач при эксплуатации автомобиля способствует экономии топлива. Движение автомобиля с постоянной скоростью возможно как на высшей, так и на предшествующей ей низшей передаче. При движении на низшей передаче с малой скоростью недостаточно эффективно используется мощность двигателя и затрачивается на 15...45 % топлива больше, чем при движении на высшей передаче. Причем расход топлива возрастает пропорционально передаточному числу низшей передачи. Поэтому выбор низшей передачи должен быть оправдан условиями движения. Использование низших передач целесообразно только при маневрировании автомобиля или автопоезда, при езде в тяжелых дорожных условиях, вне дорог и т.д. Если отпадает необходимость использования низшей передачи, следует сразу же переключить ее на высшую.

Замедление. Многократное чередование замедлений и разгонов создает неустановившийся скоростной режим, ухудшая топливную экономичность автомобиля. Большое количество топлива расходуется при выполнении обгона (на 20...25 % больше, чем при движении с постоянной скоростью). Нельзя допускать и длительного движения автомобиля на малой скорости (грузового 40...45 км/ч), так как это тоже значительно повышает расход топлива.

Поскольку замедление движения при эксплуатации автомобиля неизбежно, следует использовать приемы экономичного его выполнения.

Различают следующие виды замедления движения автомобиля: накатом с включенной передачей, выбегом с выключенной передачей и с использованием тормозных систем.

Накат и выбег – части комбинированного цикла замедления автомобиля. Накат начинается в момент полного или частичного освобождения педали управления дроссельными заслонками карбюратора, а заканчивается, когда рычаг управления коробкой передач переведен в нейтральное положение при полном снятии нагрузки с педали. В этот момент начинается выбег автомобиля, продолжающийся до начала его торможения с помощью рабочей тормозной системы.

При выполнении наката с включенной передачей, отпуская частично или полностью педаль управления дроссельными заслонками и переключая передачи, можно достичь наиболее экономичного замедления движения автомобиля (0,5...0,6 м/с).

Использование выбега с выключенной передачей целесообразно на загородных дорогах с сухим неизношенным покрытием при достаточном сцеплении с ним колес в сочетании с другими приемами. Выбег нельзя использовать в горной местности (на затяжных и крутых спусках), перед поворотом дороги, на скользких и неровных покрытиях, в условиях городского движения.

При умелом использовании выбега автомобиля экономия топлива может достигать 3...4 %. Путь выбега зависит от скорости перед началом замедления движения, внутренних потерь мощности в трансмиссии и сопротивления движению автомобиля.

Замедление движения автомобиля посредством тормозной системы наиболее неэкономично, и его лучше не использовать без крайней необходимости.

Например, к светофору целесообразно подъезжать в момент включения зеленого света. В этом случае исключаются замедление движения, остановка и разгон автомобиля, что обеспечивает значительную экономию топлива. Если такой подъезд к светофору невозможен, то перед перекрестком следует двигаться накатом без применения тормозных систем, но не создавая аварийную ситуацию.

Остановка. Остановка автомобиля связана с дополнительным расходом топлива на замедление движения, разгон и режим холостого хода двигателя при его работе во время стоянки. Поэтому в целях экономии топлива нужно стараться избегать непредусмотренных остановок автомобиля в пути.

Расход топлива при кратковременных остановках (у светофоров и на перекрестках) уменьшается, если двигатель работает с малой частотой вращения коленчатого вала. Следует иметь в виду, что при работе двигателя в течение одного часа в режиме холостого хода расходуется 1...2,5 л топлива.

При длительных остановках (у переезда, в местах погрузки и разгрузки, на конечных пунктах автобусных маршрутов и т.д.) необходимо:

- выключить двигатель;
- проверить исправность шин и давление воздуха в них;
- оценить нагрев дисков тормозных механизмов;
- убедиться в отсутствии течи в системах питания, охлаждения и смазочной.

По возвращении из поездки требуется:

- заправить автомобиль топливом (на 95 % от объема бака, включая объем горловины);
- долить масло в картер двигателя до нормального уровня (если в масле двигателя имеется металлоплакирующая присадка, то его уровень может быть ниже нормального на 8...10 %);
- проверить места возможного подтекания топлива и масла на наличие пятен;
- уточнить по таблице требуемые сроки смазывания узлов трения и при необходимости заменить смазку;
- при наличии в системе охлаждения двигателя в зимний период воды слить ее;
- при обнаружении неисправностей устранить их.

Режимы работы двигателя. На расход топлива существенно влияет тепловой режим работы двигателя. Так, *при чрезмерном охлаждении двигателя* значительно возрастают тепловые потери, поскольку часть топлива поступает в его цилиндры в виде неиспарившихся капель и не успевает сгореть. В результате расход топлива увеличивается. Например, при снижении температуры охлаждающей жидкости с 95 до 75 °С расход топлива повышается на 6...7 %, а при понижении температуры до 65 °С – почти на 35 %. Перегрев двигателя приводит к необходимости его остановки, охлаждения и последующего пуска.

При работе двигателя с постоянной средней нагрузкой расход топлива минимален при средней (0,4...0,6 от номинальной) частоте вращения коленчатого вала. Частота враще-

ния коленчатого вала грузовых автомобилей не должна быть длительное время ниже 800...900 об/мин, а легковых – ниже 1500...1600 об/мин. При частоте вращения коленчатого вала, близкой к максимальной, расход топлива повышается.

При возрастании нагрузки подачу топлива следует увеличивать плавным, но не затянутым во времени открытием дроссельных заслонок. В этом случае двигатель быстро входит в нормальный режим работы. При резком открытии дроссельных заслонок возможно кратковременное (на 0,3...0,5 с) возникновение неустойчивого режима работы двигателя, при котором значительно снижаются крутящий момент и эффективная мощность на коленчатом валу, в результате чего автомобиль может двигаться рывками.

В режиме принудительного холостого хода применение экономайзера позволяет повысить экономичность и уменьшить токсичность отработавших газов. Экономайзер принудительного холостого хода имеет электронный блок управления пневматическим или электромагнитным клапаном, которым перекрывается выход топливной эмульсии в двигатель на данном режиме с момента резкого закрытия дроссельных заслонок. После снижения частоты вращения коленчатого вала до установленного предела электронный блок управления подает сигнал на открытие клапана.

Водитель должен обязательно резко снимать ногу с педали управления дроссельными заслонками в начале движения автомобиля накатом с включенной передачей. Даже при воздействии небольшого усилия на педаль блокируется срабатывание экономайзера и его применение не дает эффекта экономии топлива.

Следует иметь в виду, что при частой эксплуатации легкового автомобиля на загородных дорогах в равнинной местности экономия топлива от применения экономайзера может составить 2,5 %, в черте города при движении со средней скоростью 40...45 км/ч – 6 %, а на дорогах с пересеченным продольным профилем – до 0,4 л на каждые 100 км пройденного пути.

Экономия топлива при транспортировке и хранении. Топливо легко испаряется и обладает большой текучестью. Летом, например, через открытую пробку бочки за час может испаряться до 1 л бензина, а через открытую горловину резервуара за сутки – более 100 л топлива.

Бензин может вытекать даже сквозь незначительные неплотности швов (через которые вода и керосин не проходят). Это образует так называемое «потение», причем этого можно не увидеть, так как бензин тут же испаряется. Через 1 м «потеющего» сварного шва в сутки теряется до 2 л бензина.

Подтекание топлива в виде капель со скоростью одна капля секунду за сутки составит 4,5 л. При испарении теряются наиболее ценные фракции нефти.

При хранении и перевозке топлива тара должна быть чистой. Не допускается без промывки применять емкости, в которых хранились низшие сорта нефтепродуктов.

Сливной шланг, который используют для наполнения цистерны или резервуара, должен быть опущен ниже уровня топлива. Это сокращает время контакта топлива с воздухом, а следовательно, и испарения. Бочки для хранения бензина не следует заполнять под пробку, иначе бензин при повышении температуры будет просачиваться по резьбе.

При соблюдении всех правил бензин и масла всех видов сохраняют свои свойства до 5 лет, дизельное топливо – до 6, пластичные смазки – от 1,5 до 5 лет.

Потери топлива в резервуарах, заполненных наполовину, в 5 – 6 раз больше, чем в полных, при этом в полузаполненных резервуарах интенсивнее идет смолообразование. Незаглубленные резервуары окрашиваются в светлые тона для уменьшения поглощения ими солнечной энергии. Смолообразование с увеличением температуры на 10 °С увеличивается в 2,4 – 2,8 раза, поэтому резервуары необходимо заглублять под землю.

При сливе и заливе резервуара на каждую тонну бензина теряется 5...7 кг.

Для обеспечения чистоты топлива необходимо систематически удалять отстой из резервуара и раз в год его чистить.

Использование для топлива ведер, леек и других емкостей увеличивает потери в 12 – 20 раз.

Потери нефтепродуктов нормированы. Соблюдение принятых норм и максимально возможное снижение потерь топлива – одна из главных обязанностей персонала нефтехозяйств.

Для экономного использования топлива важное значение имеет его качество. При несоответствии качества предъявляемым требованиям к топливу неизбежно увеличивается его расход и ухудшаются показатели работы автомобилей в целом.

Задания для закрепления

1. Для обеспечения эффективного и экономичного использования топлива водитель должен знать: _____

_____.

2. На расход топлива влияют следующие факторы: _____

_____.

3. Коэффициент использования грузоподъемности – это _____

_____.

4. Коэффициент использования пробега – это _____

_____.

5. Значительно увеличивают расход топлива неисправности системы зажигания (до 80 %), а также неправильное регулирование следующих узлов и механизмов:

_____.

6. К контрольным и профилактическим работам, влияющим на расход топлива при эксплуатации автомобиля, относятся: _____

_____.

7. Мастерство водителя, влияющее на расход топлива, заключается во владении следующими навыками: _____

_____.

8. С целью экономии топлива перед началом движения необходимо проверить: _____

_____.

2.5 Качество топлива

Качество топлива – определенная совокупность физико-химических свойств нефтепродуктов, зависящих как от химического состава (плотности, вязкости, температур кипения, замерзания, вспышки, самовоспламенения и др.), так и от внешних условий (содержания воды, механических и прочих примесей). Качество бензина и дизтоплива определяется системой количественных показателей, отражающих тот или иной параметр качества топлива. Регламентируются эти показатели нормативными требованиями, закрепленными в соответствующих документах (государственных стандартах, ТУ, Правилах, Инструкциях и т.п.).

Современная техника предъявляет все новые требования к эксплуатационным свойствам нефтепродуктов, что влечет за собой возрастающее значение систематического контроля их качества. Исходя из этого, во второй половине XX века возникла и развивается новая отрасль знаний о применении горючего и масел – ХИММОТОЛОГИЯ. Это наука об эксплуатационных свойствах, качестве, эффективном и рациональном применении топлива, смазочных материалов и технических жидкостей в технике. Химмотология занимается определением требований к нефтепродуктам, разработкой их новых марок и методов испытаний. Знание этой области науки велико как для производителей нефтепродуктов, так и для их потребителей, так как правильное применение нефтепродуктов позволяет обеспечить длительную и надежную работу техники.

Жизненный цикл бензина и дизельного топлива можно условно разделить на 6 этапов: производство, транспортирование на предприятия хранения, хранение, транспортирование на предприятия торговли, реализация через систему заправки автотранспортных средств, использование. И на каждом из этих этапов топливо подвергается воздействиям, которые могут привести к изменению его качества. После производства на нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ) автомобильное топливо транспортируют, перекачивают, хранят на нефтебазах, выдают на автозаправочных станциях (АЗС). При выполнении этих операций может произойти смешение различных марок топлива, загрязнение различными примесями, а также ухудшение качества в результате испарения легких фракций или окисления кислородом воздуха. Всякое отклонение качества от требований стандарта приводит к нарушению экологии, снижению надежности работы двигателя, быстрому его износу, повышенному расходу топлива, а в конечном итоге владелец автомобиля затрачивает дополнительные средства.

В соответствии с действующим законодательством РФ предприятия нефтепродуктообеспечения обязаны продавать нефтепродукт, соответствующий по качеству его названию и назначению, сопровождать товар документами, подтверждающими его качество, и гарантировать идентичность качества нефтепродукта и сопроводительного документа. Такими документами являются паспорт качества, а для нефтепродуктов, подлежащих обязательной сертификации, также и сертификат соответствия, которые подтверждают, что нефтепродукт не утратил своих свойств к моменту его продажи, и гарантируют, что нефтепродукт соответствует своему названию и назначению. Для владельцев автотранспорта, запрашивающихся на АЗС, также необходимо знать, что требования к качеству нефтепродуктов и его документальному подтверждению сформулированы в таких законодательных актах, как «Закон о защите прав потребителей», «Положение о поставках продукции производственно-технического назначения».

При заправке на АЗС бензина с октановым числом меньшим, чем требуется по техническим характеристикам двигателя автомобиля, в цилиндрах возникает детонация, которая в свою очередь вызывает перегрев двигателя, ускоренный его износ и повышенный расход бензина. При длительном применении это приводит к серьезным нарушениям в работе двигателя и даже отказам из-за прогара прокладки блока цилиндров и к детонационному разрушению поршней. В то же время применять бензин с октановым числом выше требуемого значения также не следует из-за увеличения теплонапряженности двигателя и возможного прогара выпускных клапанов.

В последние годы из-за отсутствия должного государственного контроля за качеством реализуемых нефтепродуктов на АЗС стали поступать нефтепродукты, полученные путем добавления в прямогонный низкооктановый бензин различных присадок. Нередко такие нефтепродукты изготавливаются с нарушением требований государственных стандартов и технических условий и не имеют сертификатов соответствия, не говоря уже о токсикологических паспортах и гигиенических сертификатах на присадки. Такой подход позволяет повысить октановое число, но при этом остальные показатели качества могут оказаться за пределами кондиционности. И в первую очередь к таким показателям относится фракционный состав. Если после заправки автомобиля на АЗС пуск двигателя затрудняется, двигатель прогревается продолжительное время, работает на холостом ходу неустойчиво, то это значит, что автомобиль заправлен некондиционным бензином, и при этом в целом расход бензина может увеличиться на 30...50 %.

Установлено, что использование топлива необходимого качества позволяет увеличить ресурс агрегатов автомобиля на 10...15 % и снизить затраты на техническое обслуживание автомобиля на 15...20 %.

За последние 15 – 20 лет резко возросло производство и применение на автомобильной технике дизельного топлива. Это обусловлено тем, что дизели в сравнении с бензиновыми двигателями имеют более высокие мощностные ресурсы, меньший удельный расход топлива, более низкую токсичность отработанных газов и ряд других преимуществ. Иными словами, энергия, заложенная в нефти, более рационально используется в дизельном двигателе, чем в бензиновом.

Качество применяемого *дизельного топлива* оказывает большое влияние на экономичность работы двигателя, его техническое состояние и долговечность. Одним из основных показателей качества дизельного топлива является воспламеняемость, характеризуемая цетановым числом. Значение цетанового числа зависит от углеводородного и фракционного состава дизельного топлива, а также от наличия в нем специальных присадок. Уменьшение цетанового числа приводит к жесткой работе двигателя вследствие увеличения скорости нарастания давления и периода задержки воспламенения.

Важным показателем качества дизельного топлива, особенно в осенне-зимний и зимне-весенний периоды, является температура помутнения и застывания. При эксплуатации автомобилей в условиях низких температур продолжительность прогрева двигателя для принятия нагрузки и количества потребляемого при этом топлива в большей степени зависит от значения этих показателей.

Крайне негативное влияние на эксплуатационные свойства топлива оказывает образование смол и осадков, загрязнение механическими примесями и обводнение.

Образование смол и осадков связано с окислением и полимеризацией углеводородных молекул, и происходит это вследствие многих причин, связанных с длительным хранением, контактом с металлами, соотношением объемов жидкой и газовой фазы, температурой окружающей среды и др. Смолистые вещества отлагаются во всасывающем тракте, в топливной аппаратуре, камере сгорания, поршневых кольцах и в других деталях. Это ведет к снижению мощности двигателя, повышенному износу деталей, а в ряде случаев и к повреждению двигателя.

Загрязнение механическими примесями происходит при попадании пыли и других твердых частиц через дыхательные клапаны в резервуарах, во время открывания крышек резервуаров, при измерении уровня нефтепродуктов, при отборе проб. Кроме этого, загрязнение происходит при использовании не зачищенных резервуаров, загрязненных трубопроводов, ветхих и грязных заправочных рукавов. Состав механических примесей, как правило, гораздо тверже состава металлов, что приводит к увеличению износа трущихся деталей двигателя.

Обводнение нефтепродуктов происходит вследствие нарушений правил эксплуатации резервуаров и топливно-заправочного оборудования через открытые или неуплотненные люки, неисправные крышки емкостей, дыхательных клапанов и др. Кроме того, обводнение при

длительном хранении происходит за счет конденсации влаги из воздуха внутри резервуара при резких колебаниях температуры окружающей среды.

2.5.1 Определение качества и марки бензина

Свойства бензинов, которые указываются в государственных стандартах и технических условиях, характеризуют эксплуатационные качества горючего. Для определения качества бензина, полученного лабораторным путем, необходимо правильно отобрать пробу. Для отбора проб используют пробоотборники или приспособления с бутылкой. После опускания на необходимую глубину крышка пробоотборника или пробка бутылки открывается, и после прекращения выделения пузырьков воздуха пробоотборник (бутылку) с пробой бензина извлекают.

Когда нет возможности провести лабораторный анализ и важно ориентировочно определить возможность применения имеющегося бензина, по внешнему виду определяют цвет, прозрачность, а простейшими способами проверяют смолистость и испаряемость бензина.

Бензины АИ-80, АИ-91 и АИ-92, АИ-95 «Экстра» и АИ-98 на цвет чистые, прозрачные, бензин А-76 – желтого, а АИ-95 – бледно-желтого цвета.

Для проверки испаряемости на белую бумагу стеклянной палочкой наносят каплю топлива и по истечении 1...2 мин осматривают остаток после испарения. После испарения бензина А-76 остается незначительное пятно, после испарения бензина остальных марок следов практически не остается. Бензин, содержащий смолистые вещества, оставляет на белой бумаге кольца желтого или коричневого цвета.

2.5.2 Определение качества и марки дизельного топлива

Качество дизельного топлива, как и качество бензина, может быть установлено в результате определения его физико-химических свойств, предусмотренных техническими условиями. Для этого необходимо проанализировать состав топлива.

Автохозяйства, получающие дизельное топливо на нефтебазах, могут контролировать его качество по паспорту, выдаваемому снабжающей организацией. Сопоставляя значения физико-химических показателей по паспорту с техническими условиями, можно установить соответствие данной партии топлива требованиям технических условий. При этом в зимний период особое внимание следует обращать на вязкостно-температурные показатели, определяющие возможность использования топлива при низких температурах.

Физическая стабильность у дизельного топлива более высокая, чем у бензина, поэтому при соблюдении условий хранения первоначальное качество дизельного топлива практически не ухудшается.

Для дизельного топлива попадание в него воды и механических примесей более опасно, чем для бензина. Такое топливо может стать непригодным для использования.

Загрязненность дизельного топлива механическими примесями может быть обнаружена путем пропускания примерно одного литра топлива через светлую фильтровальную бумагу. По задержанному фильтром количеству примесей можно судить о его загрязненности.

Вода также отслаивается от топлива и оседает на дне посуды, что и позволяет установить ее присутствие. В неотстоявшемся топливе вода вызывает его помутнение.

В дизельное топливо специальные красители не добавляются. Естественные цвета дизельного топлива разных марок отличаются незначительно. Вязкость тоже не является характерным внешним признаком.

Таким образом, установить марку дизельного топлива по внешнему виду трудно. Поэтому очень важно, чтобы на таре для дизельного топлива были надписи или бирки, указывающие его марку.

В то же время по внешним признакам дизельное топливо довольно легко отличить от других светлых нефтепродуктов, и в частности от бензина.

Дизельное топливо обладает слабым, нерезким запахом, имеет цвет от светло-коричневого до бурого с синеватым оттенком. Капля дизельного топлива после испарения оставляет на листе чистой бумаги жирное пятно, в то время как бензин испаряется бесследно или почти бесследно.

Задания для закрепления

1. Качество топлива – это: _____

2. Показатели качества топлива регламентируются нормативными требованиями, закрепленными в следующих документах : _____

3. Химмотология – это _____

4. Требования к качеству нефтепродуктов и его документальному подтверждению сформулированы в следующих законодательных актах: _____

5. Когда нет возможности провести лабораторный анализ, смолистость и испаряемость бензина проверяют следующим способом: _____

6. Когда нет возможности провести лабораторный анализ, загрязненность дизельного топлива механическими примесями проверяют следующим способом: _____

Контрольные вопросы

1. Что такое качество топлива и чем оно определяется?

2. Что изучает наука «Химмотология»?

3. Перечислите нормативные документы, которыми регламентируются показатели качества топлива.

4. Каким образом качество топлива влияет на его расход?

5. Как осуществляют контроль качества бензина?

6. Как осуществляют контроль качества дизельного топлива?

3. Автомобильные смазочные материалы

Общие сведения о смазочных материалах. Автомобильные смазочные материалы предназначены для уменьшения потерь энергии на трение и для снижения износа трущихся деталей.

Использование смазки сокращает потери на преодоление сил трения в десятки и сотни раз. При современных скоростях и нагрузках узлы сопряжения двигателя и трансмиссии без смазывания разрушились бы в течение нескольких секунд из-за задигов, заклинивания или расплавления и сваривания деталей вследствие выделения большого количества теплоты.

Кроме того, смазочные материалы охлаждают и очищают от продуктов износа трущиеся поверхности, а также предохраняют их от коррозии.

Трение. Под трением понимают сопротивление относительно перемещению, возникающее между двумя телами в зонах соприкосновения поверхностей по касательным к ним. Различают два вида трения: *трение покоя и кинематическое*. Кинематическое трение бывает сухим (без смазочного материала), граничным и жидкостным.

Граничное трение возникает в том случае, когда поверхности трения разделены слоем смазочного материала толщиной менее 0,1 мкм (все зубчатые передачи др.).

При *жидкостном трении* слой смазочного материала полностью отделяет взаимно перемещающиеся поверхности и фактически трение происходит между слоями смазочного материала (коленчатый вал, распределительный вал и др.).

Наиболее оптимальным является жидкостное трение. Для обеспечения постоянного жидкостного трения масло должно обладать определенными смазочными свойствами. Смазочные свойства масел – это совокупность свойств, которые влияют на процессы трения и изнашивания деталей. Основными из них являются противоизносные, противозадирные и антифрикционные свойства.

Требования к смазочным материалам. Экономическое значение смазочных материалов определяется не только затратами на них, но и их влиянием на межремонтный пробег, топливную экономичность и производительность автомобилей.

Смазочные материалы должны отвечать следующим требованиям:

- обеспечивать разделение трущихся деталей надежным масляным слоем (жидкостное трение) или создавать на их поверхности прочную масляную пленку (граничное трение);
- удерживаться на поверхности неработающих деталей, предохраняя их от коррозии;
- обеспечивать теплоотвод от трущихся деталей;
- обладать способностью смывать с трущихся поверхностей продукты износа и легко отделяться от них;
- не изменять продолжительное время своих свойств в процессе работы и хранения;
- быть экономичными и недефицитными.

Кроме того, масла, используемые в двигателях, должны быть химически устойчивыми при высоких температурах, а при сгорании образовывать минимальное количество нагара.

Трансмиссионные масла должны образовывать масляную пленку на зубьях зубчатых колес в местах их контакта, т. е. обладать высокими противозадирными и противоизносными свойствами. Последнее достигается введением в трансмиссионные масла химически активных присадок, которые при высоких температурах и давлении в зоне контакта образуют на поверхности металла прочные сульфидные и фосфидные пленки, предотвращающие задиры трущихся поверхностей. Противоизносные свойства сернистых масел лучше, чем бессернистых, т.к. сера как бы является разделительным компонентом между трущимися деталями.

Получение смазочных материалов. По способу получения смазочные материалы делят на *дистиллятные*, полученные при вакуумном разделении мазута, и *остаточные*, получаемые из гудрона путем глубокой его переработки. Обязательным этапом при производстве масел является их очистка.

Очищенные масла называются базовыми. В базовые масла вводят *присадки*, которые улучшают свойства масел, увеличивают долговечность смазываемых узлов и удлиняют срок

службы масел в 3...5 раз, снижают его расход. Присадки к маслам бывают: *вязкостные, депрессорные, антиокислительные, противокоррозионные, противопенные и т.д.*

Антиокислительные присадки добавляют к маслам для повышения их химической стабильности. Молекулы присадок обрывают цепные реакции окисления.

Противокоррозионные присадки создают на металле защитный мономолекулярный слой, препятствующий воздействию на металл кислых и других активных агентов.

Депрессорные присадки понижают температуру застывания масел путем разрушения кристаллического каркаса, образованного тугоплавкими углеводородами, которые входят в состав масел.

Вязкостные присадки увеличивают вязкость низковязких масел при положительных температурах и не оказывают существенного воздействия при низких.

Противоизносные и противозадирные присадки повышают смазывающую способность масел, образуют прочный пограничный слой на поверхности металла путем химического взаимодействия активных групп присадки с металлом.

Противопенные присадки предупреждают вспенивание масел из-за снижения прочности поверхностных масляных пленок.

Моющие присадки растворяют образующиеся на поверхности металла отложения (на поршнях, кольцах) и выводят их из зоны трения.

Многофункциональные присадки улучшают одновременно несколько свойств масел.

Обычно в базовое масло вводят 5...10 % присадок.

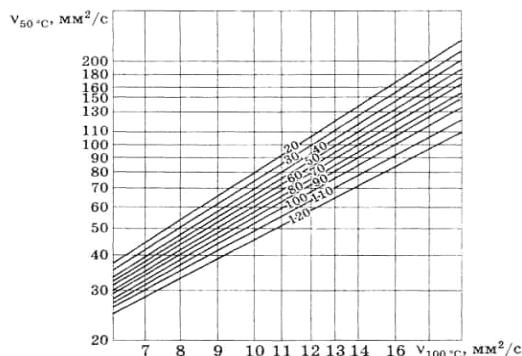
Классификация смазочных материалов. Смазочные материалы классифицируют на *масла и пластичные смазки*.

Масла по назначению делятся на моторные (для двигателей), трансмиссионные (для трансмиссии) и гидравлические (для гидравлических систем автомобиля).

Пластичные смазки делятся на антифрикционные, консервационные и уплотнительные.

Свойства масел. Вязкость – одно из основных свойств масла. Под вязкостными свойствами масла понимают совокупность свойств, характеризующих вязкость данного масла в заданных условиях работы в зависимости от температуры, давления и приложенного напряжения сдвига. С понижением температуры вязкость масла повышается. От вязкости в значительной мере зависят режим смазывания, величина энергетических потерь, пуск двигателя, прокачиваемость масла по смазочной системе. Поэтому так важно, чтобы смазочные масла обладали оптимальной вязкостью при рабочей температуре, которая в наименьшей степени должна зависеть от температуры окружающей среды. Зависимость вязкости от температуры показывает *вязкостно-температурная характеристика (ВТХ)*, по которой определяют индекс вязкости.

Индекс вязкости – условный показатель, отражающий результат сопоставления вязкостного показателя данного масла с двумя эталонными, при этом вязкостно-температурные свойства одного приняты за 100, а другого за единицу. Для вычисления индекса вязкости используют номограммы. Пример такой номограммы представлен на рисунке.



Для моторных незагущенных масел индекс вязкости должен быть не более 100, для загущенных – 115...140, для трансмиссионных – 90...140. У масел с низкой вязкостью зависимость от температуры значительно меньше, чем у масел с высокой вязкостью. Чтобы сохранить хорошие вязкостно-температурные свойства низковязкостных масел, их загущают. В качестве исходных базовых масел для загущения используют масла с вязкостью при температуре 100 °С менее 5 мм²/с. Загущающей присадкой являются полимерные материалы – полиизобутилен, полиметакрилат и др. Добавка составляет 3...4 %. Загущенные таким образом масла имеют необходимые значения вязкости при положительных температурах, пологую кривую изменения вязкости, присущую низковязким маслам. Принцип действия вязкостных присадок основан на способности макромолекул полимера с понижением температуры свертываться в клубочки, не влияя на вязкость масел, а при положительных температурах клубочки разворачиваются в разветвленные цепи, увеличиваясь в объеме и повышая вязкость масла.

Температура застывания – это максимальное значение температуры, при котором масло теряет свою текучесть, т. е. застывает. Застывшее масло не прокачивается и не смазывает детали, которые в результате работают при сухом трении с большим износом.

Снижения температуры застывания масла добиваются путем депарафинизации и добавок депрессаторов. Значения температуры застывания масла нормированы государственным стандартом: для незагущенных моторных масел от –20 до –30 °С, для загущенных – от –35 до –45 °С, для трансмиссионных – от –18 до –55 °С.

Стабильность. Масло при работе в двигателях и других агрегатах окисляется кислородом воздуха, в результате чего в нем появляются новые вещества (смолы, органические кислоты и т. п.). Способность смазочных материалов противостоять окислению называется *стабильностью*. Различают *физическую* и *химическую* стабильность.

Масла обладают высокой стабильностью до температуры 50 °С. Поэтому масла можно хранить более 5 лет. При более высоких температурах стабильность снижается, а их коррозионное воздействие увеличивается.

Физическая стабильность характеризуется испаряемостью масла, которая определяется температурой вспышки.

Температурой вспышки называют минимальную температуру, при которой пары масла, смешиваясь с воздухом, образуют смесь, воспламеняющуюся от открытого огня. Температура вспышки для моторных масел не ниже 200 °С, для трансмиссионных – 128 °С и выше.

Химическую стабильность характеризует кислотное или щелочное число. В процессе работы все масла окисляются до альдегидов, карбоновых кислот и т. п., что увеличивает коррозионное воздействие на металл.

Щелочное число определяют количеством едкого калия (в миллиграммах), эквивалентного количеству соляной кислоты, израсходованной на нейтрализацию сильных оснований, содержащихся в 1 г масла. По стандарту кислотное число для масел должно быть не более 2...6 мг.

Содержание механических примесей и воды в маслах не допускается. Вода при перемешивании с маслом создает эмульсию, ухудшая смазывание деталей. В зимнее время из-за замерзания вода может вызвать поломку масляного насоса.

Наиболее эффективный способ повышения антиокислительных свойств масел – добавление специальных присадок (фторуглеродистых, дитиофосфатов, диолов и др.).

Эксплуатационные свойства масел – это смазочные, моющие, диспергирующие, антиокислительные и противокоррозионные свойства.

Смазочные свойства – способность масла в различных условиях образовывать и удерживать масляную пленку между трущимися деталями, обеспечивая жидкостное трение.

Моющие свойства – способность масла обеспечивать необходимую чистоту деталей двигателя и противостоять лакообразованию на горячих поверхностях, а также препятствовать прилипанию углеродистых отложений.

Моющие свойства оценивают в баллах по количеству лака, образовавшегося на боковой поверхности поршня после его двухчасовой работы на специальной установке (ПЗВ), в которую заливается 250 г масла, подогретого до температуры 125 °С. Чистый поршень имеет 0 баллов, а с наибольшими отложениями лака – 6 баллов.

Диспергирующие свойства определяют по способности масла препятствовать слипанию углеродистых частиц, удерживать их в состоянии устойчивой суспензии и разрушать крупные частицы продуктов окисления.

Антиокислительные свойства определяют по стабильности масла.

Противокоррозионные свойства оценивают по уровню потерь массы металла, контактирующего с маслом в определенных условиях. Коррозионная активность масел связана с содержанием в них сернистых соединений, органических и неорганических кислот и других продуктов окисления.

Коррозионный износ деталей определяют по исходному значению щелочности и скорости ее изменения. Чем больше проработало масло, тем ниже становится показатель щелочности, который является одним из показателей качества масла.

Изменение свойств масел в процессе эксплуатации. В процессе эксплуатации автомобиля происходит не только уменьшение количества масла, но и ухудшение его первоначальных качеств.

Количество масла уменьшается в результате испарения и подтекания через сальники и другие уплотнения, а в двигателе количество масла уменьшается главным образом за счет его выгорания в камере сгорания. Сокращение потерь масла снижает его расход, а следовательно, и затраты на масло.

Изменение свойств масел при работе происходит под действием двух причин:

- загрязнения масла попадающими в него металлическими частицами, пылью, водой, нагаром, топливом;
- образованием в масле продуктов окисления.

Ухудшение свойств масла вследствие загрязнения его продуктами, попадающими извне, не зависит от первоначального качества масла.

Интенсивность же образования в масле продуктов окисления при одинаковых условиях работы смазываемого агрегата или механизма целиком зависит от качества масла.

Обе эти причины вызывают постепенное ухудшение качества масла, что в свою очередь приводит к увеличению износа трущихся деталей, сокращению сроков службы механизмов и агрегатов, повышению затрат на их ремонт. Качество масел с присадками может также ухудшаться из-за уменьшения концентрации присадок.

Ухудшение качества масла приводит к необходимости его периодической замены.

Количество песка и пыли, попадающих в масло, может быть уменьшено тщательным уходом за воздушным фильтром, в том числе своевременной заменой в нем масла. Количество сажи и нагара, попадающих в масло, может быть уменьшено путем применения соответствующего топлива, поддержания необходимого теплового режима двигателя и безотказной работы системы зажигания и газораспределения.

Степень очистки масла от загрязняющих его нерастворимых примесей зависит от конструкции и надежности работы масляных фильтров. При надежной работе фильтров количество механических примесей в масле не превышает 0,1...0,2 %, и поэтому можно избежать замены масла из-за увеличившегося содержания нерастворимых примесей.

Растворимые примеси образуются при окислении масла и топлива и не улавливаются фильтром. Содержание этих примесей в масле может непрерывно возрастать и быть причиной его замены. При сопоставимых условиях интенсивность образования растворимых примесей зависит от качества масла и полностью соответствует требованиям конструкции и условиям работы, при этом интенсивность образования растворимых примесей может оказаться настолько низкой, что их содержание не будет превышать допустимого при систематической доливке свежего масла для компенсации количественных потерь (угара, подтека-

ния). И все же у работавшего масла всегда будут более высокие кислотное число, коррозионность и худшие моющие свойства по сравнению со свежим маслом одного и того же сорта.

Качество работавшего масла ухудшается из-за попадания в него воды. Особенно интенсивно идет образование воды при низких температурах, когда водяные пары соприкасаются с холодными стенками картеров. Вода в картер неисправного двигателя может попасть через прокладку головки блока или внутренние трещины в рубашке охлаждения.

Качество масла, работавшего в бензиновом двигателе, может ухудшаться вследствие попадания в него бензиновых фракций. Наличие в масле 3...5 % бензиновых фракций считается недопустимым, а если их количество достигает 10 % и более, то такое масло приобретает недопустимо низкие вязкость и температуру вспышки. Смазывающие свойства такого масла ухудшаются и оно становится непригодным для дальнейшего использования.

В дизельных двигателях с течением времени вязкость масла повышается вследствие насыщения его продуктами старения.

В маслах при их работе в двигателях происходят сложные процессы, протекание которых зависит от многих факторов, в том числе от качества масла, типа двигателя, его технического состояния, режима и условий работы, качества и рода топлива, надежности работы масляных, топливных фильтров и воздухоочистителей, климатических условий и других факторов.

Поскольку соотношение факторов, влияющих на протекающие в масле процессы, в каждом конкретном случае может быть индивидуальным, то могут изменяться и причины, по которым масло становится непригодным для дальнейшего использования. В одних случаях будет недопустимо большое содержание механических примесей, в других – топливных фракций, в третьих – воды, в четвертых – кислот и т. д.

Масло меняют через определенный срок работы в километрах или часах, который установлен многолетней практикой и научными исследованиями. Срок смены масла является примерным и средним, поэтому целесообразно пользоваться некоторыми широкодоступными критериями, позволяющими уточнить рекомендуемые сроки смены масла. Такими критериями могут быть цвет, вязкость, содержание механических примесей, осадков и воды.

Цвет масла в процессе работы темнеет, вязкость чаще всего понижается, но может и повышаться (особенно масел для дизельных двигателей), содержание механических примесей, осадков и воды возрастает.

Задания для закрепления

1. Автомобильные смазочные материалы предназначены для _____

_____.

2. Кинематическое трение бывает 1) _____;

2) _____; 3) _____.

3. Смазочные материалы должны отвечать следующим требованиям: _____

_____.

4. По способу получения смазочные материалы делятся на

1) _____; 2) _____.

5. Существуют следующие виды присадок к смазочным материалам: _____

_____.

6. Смазочные материалы классифицируют на

1) _____; 2) _____.

7. Индекс вязкости – это _____

8. Температура застывания масла – это _____

9. Стабильностью смазочных материалов называется _____

10. Физическая стабильность характеризуется _____

11. Химическая стабильность характеризует _____

12. Смазочные свойства масел характеризуются _____

13. Моющие свойства – это _____

14. Диспергирующие свойства масел характеризуют _____

15. Изменение свойств масел при работе происходит под действием следующих причин: _____

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначены автомобильные смазочные материалы?
2. Перечислите и охарактеризуйте виды трения.
3. Перечислите требования к смазочным материалам.
4. Перечислите способы получения смазочных материалов.
5. Перечислите виды и охарактеризуйте назначение каждого вида присадок к смазочным материалам.
6. По каким основаниям и на какие группы классифицируют смазочные материалы?
7. Что понимают под вязкостными свойствами масел?
8. Как изменяется вязкость смазочных материалов при изменении температуры?
9. Что такое индекс вязкости?
10. На чем основан принцип действия вязкостных присадок?

3.1 Масла для двигателей (моторные масла)

В современном автомобильном двигателе насчитывается до 100 сопряженных движущихся деталей. Назначение системы смазывания – снижать трение и износ сопрягаемых деталей путем создания между ними прочной масляной пленки. Помимо этого моторные масла обеспечивают уплотнение зазоров в деталях цилиндропоршневой группы, отвод тепла и удаление продуктов износа из зон трения, защиту деталей двигателя от коррозии. Масла представляют собой вязкую маслянистую жидкость светло-желтого или зеленоватого цвета плотностью 0,89...0,91 г/см³.

Даже при нормальном функционировании системы смазывания на преодоление трения расходуется до 7 % мощности двигателя.

У смазываемых поверхностей различают два вида трения:

- жидкостное, когда детали разделены пленкой масла (например, подшипники коленчатого вала);
- полужидкостное, когда наряду с масляной пленкой есть и прямой контакт деталей (например, поршневые кольца – гильза цилиндра).

Современные моторные масла подразделяются на три вида: минеральные, синтетические и частично синтетические (полусинтетическое) (табл. 3). Все они состоят из базовых масел и точно подобранного пакета присадок, которые вводятся для улучшения эксплуатационных свойств.

Нефтяные (минеральные) масла не всегда полностью отвечают требованиям современных конструкций автомобильных двигателей. Поэтому разработаны и применяют синтетические масла, для производства которых не требуется нефть. Известны синтетические масла, полученные на основе сложных эфиров, полиалкингликолевые, полисилоксановые, фторуглеродные и хлорфторуглеродные.

Таблица 3

Виды масел

<i>Вид масла</i>	<i>Способ получения</i>
Минеральное (Mineral)	Получено путем переработки нефти
Синтетическое (Fully Synthetic)	Получено путем органического синтеза
Частично синтетическое (Semi Synthetic)	Смесь минерального и синтетического базовых масел

Синтетические масла отличаются высокими вязкостно-температурными свойствами. Индекс вязкости у синтетических масел от 160 до 175, в то время как у лучших образцов минеральных масел он не выше 120. Температура потери подвижности у синтетических масел не ниже -55...-65 °С, в то же время при температурах до 250...300 °С их вязкость в 3–5 раз выше, чем у равновязкого (при температуре 100 °С) минерального масла.

Для синтетических масел характерны высокая термическая стабильность, низкая испаряемость, небольшие высокотемпературные отложения, хорошие противоокислительные и диспергирующие свойства, противоизносные и противозадирные свойства.

Как правило, синтетические масла можно смешивать с минеральными. Синтетические масла добавляют в минеральные в количестве 30...40 %. Полученные таким способом масла называют полусинтетическими.

Срок службы синтетических масел во много раз превышает срок службы минеральных масел и составляет 80...100 тыс. км пробега автомобиля, поэтому их расход с учетом меньшего угара ниже минеральных в 5–10 раз. Однако стоимость синтетических масел в 2–3 раза выше минеральных. Кроме того, некоторые синтетические масла (диэфиры) более агрессивны к резиновым деталям, другие имеют недостаточные смазывающие и противоизносные свойства (полисилоксаны) или пониженные вязкостно-температурные свойства

(фторуглероды). В целом синтетические масла являются перспективными, и их производство будет только расширяться.

На рис. 8 представлены три различных вида масел марки Shell.



Рис. 8. Моторные масла: а – минеральное; б – полусинтетическое; в – синтетическое

Принципиально *минеральные моторные масла* отличаются от синтетических тем, что основой первых служат масляные фракции нефти, очищенные от нежелательных веществ, содержащихся в исходном сырье. Основой синтетических масел служат синтезированные путем целенаправленных химических реакций однородные органические соединения (углеводороды, эфиры), обладающие низкой температурой застывания, превосходными пусковыми характеристиками при низкой температуре и стойкостью к окислению. Также синтетические масла отличаются хорошей смазочной способностью и малой испаряемостью в сравнении с минеральными маслами, лучшими вязкостно-температурными свойствами, меньшей склонностью к образованию отложений на деталях двигателей, в частности, в подшипниках турбонагнетателей, где после остановки двигателя масляная пленка может испытывать тепловой удар, а также способствуют улучшению экологических характеристик двигателя.

Синтетические масла обладают значительными преимуществами. Особенно наглядно они проявляются в высокофорсированных двигателях при эксплуатации в экстремальных условиях (очень низкая температура холодного пуска зимой, высокие температуры воздуха в летние месяцы). Синтетические масла значительно дороже минеральных, хуже совмещаются с эластомерами (изделиями из резины), в них труднее растворяются присадки, некоторые их компоненты нестойки при попадании воды. Эти недостатки преодолеваются оптимальным сочетанием синтетических компонентов, а их высокая стоимость окупается экономией топлива, так как большинство синтетических масел относится к энергосберегающим маслам. Кроме того, расход синтетических масел несколько меньше, а срок смены больше. Синтетические масла следует применять там, где это вполне оправдано – при экстремальных условиях эксплуатации (суровая зима, жаркое лето, высокие нагрузки).

Полусинтетические (точнее, частично синтетические) масла изготавливают на основе смесей высококачественных минеральных базовых компонентов, выработанных из нефти, с синтетическими компонентами. Полусинтетические масла существенно дешевле синтетических, но при этом сохраняют часть их преимуществ перед минеральными маслами. В умеренно-жестких условиях применение полусинтетических масел бывает целесообразным, так как их расход меньше, а срок службы больше, чем минеральных. Они имеют преимущество и при холодном пуске двигателей.

Полусинтетические, особенно полностью синтетические, масла обеспечивают экономию топлива, снижая потери энергии на преодоление трения. Величина экономии топлива составляет несколько процентов и различна у разных автомобилей. Она зависит также от

условий эксплуатации и времени года (зимой больше). Делая выбор между маслами, различными по классу и составу (минеральными, синтетическими или полусинтетическими), следует учитывать, что не всегда применение масла более высокого класса по сравнению с указанным в инструкции по эксплуатации автомобиля будет полезно для его двигателя. Дело в том, что конструкция мотора, в частности его маслоочистительная система (фильтры), рассчитана на определенный уровень моюще-диспергирующих свойств.

Поэтому масла более высоких классов, обладающие и более высокими свойствами, могут быть не совместимы с конструкцией двигателя (это особенно актуально для отечественных машин, моторы которых в своем подавляющем большинстве разрабатывались много лет назад). В частности, применение «синтетики» в двигателях, для которых заводом-изготовителем предусмотрено минеральное масло, может привести к повреждению резинотехнических изделий и т.п.

Условия работы масел в двигателях различных конструкций могут существенно отличаться друг от друга, что обуславливает выбор моторного масла для конкретного типа двигателя.

Для обеспечения правильности выбора и решения вопроса взаимозаменяемости масел в нашей стране и за рубежом существуют различные их классификации.

Условия работы и причины старения. Старение масла происходит вследствие его загрязнения пылью, продуктами износа, сгорания топлива и физико-химических изменений углеводородов.

Старение масла может вызвать следующие негативные последствия:

- закоксовывание поршневых колец;
- заклинивание клапанов в направляющих втулках;
- прогорание клапанов;
- сокращение проходных сечений маслоприемников насосов, фильтров, каналов смазочной системы;
- повышение коррозии деталей;
- абразивный износ.

Старение масла обусловлено его работой, которая происходит в тяжелых термических и динамических условиях, что ведет к физико-химическим изменениям свойств масла и ухудшению его эксплуатационных показателей. К факторам, ускоряющим старение масел, относятся: использование наддува; форсирование скоростных и нагрузочных режимов работы двигателя; уменьшение удельной емкости смазочной системы, приводящее к увеличению интенсивности работы масла и повышению температуры основных деталей.

В зависимости от температуры, при которой происходит окисление масла, могут образовываться *шламы*, *лаки* и *нагар*.

Шламы – это густые мазеобразные липкие продукты темного цвета, образующиеся при невысоких температурах (как правило, не более 120 °С), выпадающие из масла в виде осадка и создающие отложения в картерах, масляных магистралях, фильтрах и пр. Шламы наполовину или на две трети состоят из масла, воды (5...35 %), топлива, продуктов окисления, пыли, продуктов износа. Удаляются шламы из двигателя путем промывки его маловязким маслом или специальными промывочными жидкостями.

Лаки представляют собой прочные тонкие пленки толщиной 50...200 мкм, имеющие гладкую поверхность. Лаки образуются на горячих деталях двигателя при температуре около 250 °С, где наряду с испарением часть масла окисляется и разлагается, превращаясь в твердый осадок. Лакообразованию подвержены поршни, поршневые кольца, верхние головки шатунов, стержни клапанов. В результате образования лаков происходит пригорание поршневых колец, перегрев и повышенный износ деталей. Лаковые отложения (цвет – от светло-желтого до черного) состоят из углерода (до 85 %), водорода, кислорода. В качестве растворителя лаков применяют бензол, хлороформ, ацетон и щелочные растворы.

Нагар – это твердая углеродистая масса с шероховатой поверхностью, чаще черного цвета, образующаяся в камере сгорания, где температура более 2000 °С. Основные элементы,

образующие нагар при работе на бензине: углерод – до 75 %, кислород – до 20 % и водород – до 5 %.

В составе отработавшего масла всегда больше кислот, его коррозионная активность выше, а моющие свойства по сравнению со свежим маслом того же сорта хуже. Качество работающего масла снижается из-за попадания в него воды. Особенно интенсивно идет образование воды при низких температурах, когда водяные пары соприкасаются с холодными стенками картера.

Основное назначение моторного масла – это обеспечение надежной экономичной работы двигателя в течение установленного для него моторесурса.

3.1.1 Требования к моторным маслам

Любое моторное масло должно обеспечивать:

- уменьшение износа деталей;
- снижение потерь энергии на трение;
- уплотнение зазоров между деталями (например, между поршнем и гильзой цилиндра двигателя);
- отвод теплоты от нагретых деталей;
- вынос из зон трения продуктов износа и перенос их в фильтрующие устройства систем смазки;
- защиту металлических поверхностей от коррозии.

Для успешного выполнения перечисленных функций моторные масла должны удовлетворять ряду эксплуатационных требований:

- иметь минимально возможную температуру застывания и определенные вязкостные показатели;
- быть достаточно физически и химически стабильными;
- обладать минимальным коррозионным воздействием на металлы
- не содержать механических примесей и воды.

Температура застывания масел. При определенных температурах в процессе охлаждения масла становятся нетекучими. Переход в нетекучее состояние вызывается либо выпадением кристаллов высокоплавких углеводородов и образованием из них кристаллического каркаса (рис. 9а), либо сильным увеличением его вязкости.

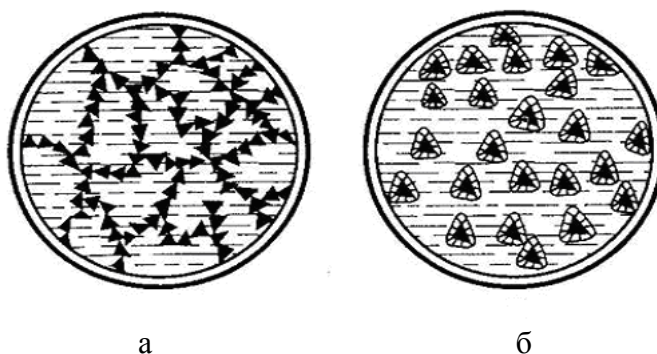


Рис. 9. Схемы выпадения кристаллов твердых углеводородов при охлаждении масла: а – образование кристаллического каркаса в масле без присадки; б – масло с введенным депрессатором

Применение масла, потерявшего подвижность, недопустимо, поэтому стандарты ограничивают их максимальные температуры застывания.

В процессе производства принимаются меры по снижению температуры застывания масел. К таким мерам относятся удаление наиболее высокоплавких углеводородов из масел

при помощи депарафинизации и введение в очищенные масла депрессорных присадок (рис. 9б). Например, введение депрессора АзНИИ в количестве 0,5 % снижает температуру застывания масла на 15...20 °С.

Иногда снижение температуры застывания обеспечивается с помощью многофункциональных присадок АзНИИ-ЦИАТИМ-1 и ПМА-Д.

Вязкость масел. Вязкость – одно из важнейших свойств масла, имеющее многостороннее эксплуатационное значение.

Вязкость – это свойство жидкости оказывать сопротивление взаимному перемещению ее слоев (внутреннее трение) под действием внешней силы. Величина этой силы и представляет собой количественную характеристику вязкости (мера сопротивляемости жидкости течению).

Различают кинематическую вязкость – единица измерения $1 \text{ мм}^2/\text{с} = 1 \text{ сСт}$ (сантисктокс) и динамическую – единица измерения $1 \text{ Па}\cdot\text{с}$ (паскаль-секунда) = 10 П (пуаз). Чем выше кинематическая вязкость масла, тем прочнее масляная пленка на поверхности трения, лучше уплотнение колец в цилиндрах, меньше расход масла на угар. Вязкость масла должна быть оптимальная, обеспечивающая жидкостное трение как при длительной работе прогретого двигателя, так и сразу после его холодного пуска при отрицательных температурах окружающей среды. Кинематическая вязкость моторных масел, используемых в смазочных системах автомобильных двигателей, должна составлять 6...8 $\text{мм}^2/\text{с}$ (зимние масла) и 10...14 $\text{мм}^2/\text{с}$ (летние масла).

Вязкость масла напрямую зависит от температуры, при понижении которой резко увеличивается. Сильное охлаждение масла может вызвать потерю текучести. Для моторных масел температура застывания составляет:

- для летних -10 ... -15 °С;
- для зимних -25 ... -30 °С;
- для всесезонных -35 ... -45 °С;
- для северных -50 ... -55 °С.

Вязкостно-температурные свойства являются определяющими при выборе моторного масла для конкретного типа двигателя и условий его эксплуатации.

От вязкости масла зависят режим смазывания пар трения, отвод теплоты от рабочих поверхностей, уплотнение зазоров, энергетические потери в двигателе, его эксплуатационные качества, а также запуск двигателя, прокачивание масла по системе смазки, охлаждение трущихся деталей и их очистка от загрязнения.

Масло с чрезмерно низкой вязкостью легко выдавливается из зазоров между деталями, что ведет к повышенному износу механизмов и увеличению расхода смазочного материала. При слишком высокой вязкости, с одной стороны, затрудняется подача масла в зазоры, следствием чего также является интенсивный износ механизмов, а с другой стороны, возрастает расход энергии на относительное перемещение смазанных или погруженных в масляную ванну деталей. Поэтому вязкостные свойства моторных масел определяются в стандартах значениями вязкости при 100 и 0° С (а для некоторых масел при – 18 °С) и индексом вязкости (ИВ), т.е. интенсивностью изменения вязкости с повышением или понижением температуры.

Увеличение вязкости масла с понижением температуры обуславливает значительные трудности при эксплуатации автомобилей, особенно в зимнее время, усложняя пуск двигателей.

Надежный пуск бензиновых двигателей осуществляется при частоте вращения коленчатого вала 35...50 об/мин (при температуре окружающего воздуха –10 ... +20 °С), а дизельных двигателей с различным способом смесеобразования – при средней частоте вращения 100...200 об/мин (при температуре до 0 °С).

Индекс вязкости автомобильных масел должен быть не менее 90.

Для получения масел с хорошими вязкостно-температурными свойствами в базовые маловязкие масла (с вязкостью при 100 °С менее 5 $\text{мм}^2/\text{с}$) добавляют 3...4 % вязкостных при-

садок, например полиизобутилена. Полученные таким образом масла, называемые загущенными, обладают высоким индексом вязкости (115...140).

Загущенные масла имеют значительно лучшие низкотемпературные свойства, что особенно важно при пуске двигателей в холодное время и для снижения пусковых износов. Использование для автомобильных двигателей загущенных всесезонных масел, обеспечивающих надежную их работу, дает существенный технико-экономический эффект: на 3...7 % повышается мощность двигателя, а также снижаются механические потери на трение.

Специфические свойства моторных масел, зависящие от условий их работы.

Масла в двигателях внутреннего сгорания выполняют ряд важных функций, причем работают они в очень тяжелых условиях: при воздействии изменяющегося во времени давления (достигающего в некоторых узлах 100 МПа) и высоких температур (температура продуктов сгорания топлива превышает 2000 °С).

В зависимости от условий работы масла различают три зоны двигателя:

высокотемпературную – камера сгорания, обращенная к ней поверхность днища поршня и верхняя часть цилиндра. Некоторые детали в этой зоне нагреваются до 400 (например, днище поршня) и даже до 800 °С (например, выпускной клапан), а температура горящих газов может достигать 2500 °С;

среднетемпературную – поршень с поршневыми кольцами и пальцем, верхняя часть шатуна и стенки цилиндра. Максимальная температура в этой зоне развивается в области поршневых колец (до 300 и даже 350 °С);

низкотемпературную – коленчатый вал, картер (температура в области коренных и шатунных подшипников достигает 180 °С).

Физическая стабильность масел при повышенных температурах. В средне- и низкотемпературной зонах прогретого двигателя масло способно интенсивно испаряться, т.е. оно недостаточно физически стабильно при повышенных температурах. В результате испарения количество масла в системе смазки уменьшается, а его качество ухудшается. Этот процесс характеризуется *температурой вспышки масла* – минимальной температурой нефтепродукта, при которой его пары от нагревания в стандартном приборе образуют с окружающим воздухом смесь, вспыхивающую от пламени определенного размера.

Чем выше температура вспышки, тем меньше испаряемость масла и, следовательно, лучше его физическая стабильность.

Нагарообразование в высокотемпературной зоне двигателя. При работе двигателя масло частично попадает в камеру сгорания и там в основном сгорает. Несгоревшее масло в результате глубоких химических превращений преобразуется в нагар, который плохо влияет на работу двигателя. Образующийся слой нагара ухудшает теплоотвод от деталей, облегчает возникновение детонации и калильного зажигания, а оторвавшиеся от стенок камеры твердые частички загрязняют работающее масло.

Количество образующегося нагара зависит от качества масла и его расхода, а также от качества топлива. Предельная толщина слоя нагара определяется тепловым режимом работы двигателя: чем холоднее стенки камеры сгорания, тем толще слой нагара.

Летом нагара образуется меньше, чем зимой.

Лакообразование в среднетемпературной зоне двигателя. В среднетемпературной зоне двигателя углеводороды и другие компоненты масел становятся недостаточно химически стабильными. Они окисляются и образуют плохо испаряющиеся, высоковязкие, практически не растворимые в масле асфальтены и кислые смолы, осаждающиеся на деталях в виде тонкого блестящего слоя, называемого лаковым отложением.

Наибольшую опасность лаковые отложения представляют для поршневых колец, так как вместе с внедрившимися в них твердыми частичками нагара вызывают пригорание поршневых колец, т. е. полную потерю ими подвижности.

Одной из мер борьбы с лакообразованием является введение в масла антиокислительных (ДФ-11, МНИ, ИП-22к, ВНИИ НП-354, ИХП-21 и др.) и моющих (обычно в составе

композитных) присадок, которые тормозят отложение образующихся смолисто-асфальтовых веществ.

Работающее масло со временем изменяет цвет от светлого до темно-коричневого.

При использовании масла с хорошими моющими свойствами детали двигателя выглядят как бы вымытыми. Кроме того, моющие присадки удерживают продукты окисления масла во взвешенном состоянии, препятствуя прилипанию их к поверхностям нагретых деталей и сращиванию частичек между собой, что нарушило бы поступление масла к трущимся деталям.

Образование лаковых отложений на поршне двигателя, работающего на масле с моющими присадками, уменьшается в 3–6 раз (с 3,0...4,5 до 0,5...1,5 баллов). Применяют моющие присадки двух типов – зольные и беззольные, которые вводят в базовые масла в количестве 2...10 %.

Изменение масла в низкотемпературной зоне двигателя. Несмотря на довольно мягкий тепловой режим в низкотемпературной зоне двигателя, в ней также происходит окисление масла. Типичными продуктами окисления масла в этой зоне являются органические кислоты, преобразующиеся частично в кислые смолы, которые в виде осадков (мазеобразных сгустков) откладываются на стенках поддона картера, крышке клапанной коробки, фильтрах и т.д. Отложение осадков в маслопроводах может привести к прекращению подачи масла к трущимся поверхностям.

Для предотвращения образования осадков необходимо поддерживать оптимальный тепловой режим работы двигателя, применять масла с хорошей химической стабильностью.

Образовавшиеся в масле и растворившиеся в нем кислоты очень агрессивны, в первую очередь по отношению к свинцу. Для защиты деталей от **коррозии** в масла вводят антикоррозионные присадки, содержащие серу и фосфор, т. е. для нейтрализации кислых продуктов маслам с помощью присадок придаются щелочные свойства. Высококачественные марки масел не вызывают коррозионного износа деталей автомобилей. Механических примесей в маслах без присадок быть не должно, в маслах с присадками их значение не должно превышать 0,15 % по массе и не вызывать абразивного действия на трущиеся поверхности. Вода в моторных маслах недопустима. Даже небольшое количество воды вызывает образование пены и эмульсии, ухудшающих прочность масляной пленки на деталях. В процессе работы моторные масла способны сильно вспениваться. **Торможение пенообразования** достигается введением в масла противопенных присадок, например ПМС-200А.

3.1.2 Присадки для моторных масел

Для обеспечения требуемых эксплуатационных свойств в моторные масла добавляют различные присадки: антиокислительные, противокоррозионные, противоизносные, противозадирные, антифрикционные, вязкостные, антипенные и т.п. Основные типы присадок приведены в табл. 4.

На преодоление сил трения в двигателях внутреннего сгорания уходит около трети расходуемого топлива. С помощью антифрикционных присадок и подбора оптимальной вязкости моторного масла можно добиться значительного снижения расхода топлива (до 4,5 %).

Для получения всесезонных сортов масел в них вводят загущающие полимерные присадки. Основу берут с низкой вязкостью, что обеспечивает прокачиваемость системы смазывания и достаточно уверенный пуск двигателя при -30°C . Добавка в виде полиметакрилата или полиизобутилена увеличивает вязкость масла при высокой температуре (100°C) до приемлемого уровня, который сама основа не может дать.

При работе на загущенных маслах достигается экономия топлива (до 15 %). Уменьшение времени пуска холодного двигателя на загущенных маслах и их быстрое поступление к трущимся поверхностям (хорошая прокачиваемость) обеспечивают снижение пускового износа деталей двигателя. Загущенные масла при рабочих температурах двигателей сохра-

няют более высокую вязкость, чем обычные зимние незагущенные масла, поэтому они могут применяться всесезонно и имеют повышенный срок службы до замены.

Таблица 4

Основные типы присадок к моторным маслам

<i>Тип</i>	<i>Функциональное назначение</i>	<i>Соединения</i>
Вязкостные (загущающие)	Уменьшают степень изменения вязкости с изменением температуры	Полиизобутилен, полиметакрилат, сополимеры стирола с бутадиеном и др.
Моющие (детергенты)	Уменьшают и предотвращают образование высокотемпературных отложений, обеспечивают чистоту деталей, нейтрализуют продукты окисления топлива и масла	Масляные и синтетические сульфонаты металлов: кальция, магния и др.; фосфонаты, салицилаты
Диспергирующие (дисперсанты)	Поддерживают загрязняющие примеси в масле в мелкодисперсном состоянии и предотвращают образование низкотемпературного шлама	Сукцинимиды (имидоприводные янтарной кислоты), основание Манниха
Антиокислительные и противокоррозионные	Снижают скорость окисления и образование нерастворимых, а также коррозионно-агрессивных продуктов в масле. Уменьшают рост вязкости и предотвращают коррозию деталей из цветных сплавов	Диалкилдитиофосфат цинка, дитиокарбонат цинка, эфиры, бензотриазол
Антиизносные и антизадирные	Предотвращают разрушение контактирующих поверхностей деталей при граничном трении, снижают износ за счет образования на поверхностях трения защитных пленок	Дитиофосфаты металлов, нафтенат свинца, трикрезилфосфат, олеиновая кислота
Депрессорные	Понижают температуру застывания масла за счет снижения интенсивности образования кристаллов парафина при низких температурах	Полиметакрилат и др.
Ингибиторы	Предотвращают коррозию (ржавление) деталей из черных металлов	Магниевые и кальциевые сульфонаты
Антифрикционные (модификаторы трения)	Уменьшают трение в сопряженных парах, повышают мощность, снижают расход топлива двигателем	Дисульфид молибдена, дитиофосфаты молибдена, соединения графита, борать
Антипенные	Предотвращают образование пены в двигателе	Полисиликсаны

В настоящее время находят все большее применение присадки, которые улучшают антифрикционные свойства масел, обеспечивают снижение механических потерь в мощности двигателя и экономию топлива. Из антифрикционных присадок к маслам наиболее распространены маслорастворимые молибденоорганические соединения и дисперсии дисульфида-молибдена. Использование присадок этого типа позволяет снизить расход топлива двигателя до 3...5 % и в 1,3–1,5 раза уменьшить износ высоконагруженных пар трения (детали механизма газораспределения), исключить их зазор и другие виды поверхностного разрушения.

Многофункциональные присадки улучшают одновременно несколько свойств масел.

Существует широкий спектр дополнительных присадок к моторным маслам для автомобиля. Следует знать, что ни одна из присадок не может продлить срок службы моторного

масла, но может способствовать хорошей обкатке нового или отремонтированного двигателя, снижению износа деталей и расхода топлива, продлению времени эксплуатации изношенного двигателя. Следует соблюдать осторожность и не пользоваться непроверенными средствами. Если реклама обещает снижение расхода топлива на 15...20 %, расхода масла – на 40...50 % и износа – на 40...60 % и более, то эта информация ложная. С помощью смазочных веществ такого эффекта добиться невозможно.

Современные моторные масла являются сложными, хорошо сбалансированными растворами. Введение в масло какого-то нового химически активного вещества может привести к непредсказуемым последствиям и требует тщательной проверки.

3.1.3 Классификация, маркировка и ассортимент моторных масел

Классификация отечественных моторных масел. Согласно принятой классификации масел, в соответствии с государственными стандартами всем моторным маслам присвоен индекс. Масла разделены на классы и группы в зависимости от их вязкости и эксплуатационных свойств.

По эксплуатационным свойствам (наличие и вид присадок) масла делят на группы А, Б, В, Г, Д, Е (табл. 5).

По типу двигателя маслам присваивается цифровой индекс: 1 – для бензиновых, 2 – для дизелей, за исключением группы Е. Масла универсальные не имеют индекса.

По вязкости масла подразделяют на три группы: летние, зимние, всесезонные (табл. 6). Летние масла нормируются значением кинематической вязкости при температуре 100 °С (классы 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 24), зимние – при 100 и при –18 °С (классы 3_з, 4_з, 5_з, 6_з). Всесезонные масла обозначаются дробью: в числителе указывается класс вязкости зимнего, а в знаменателе – летнего масла (классы 3_з/8, 4_з/6, 4_з/8, 4_з/10, 4_з/10, 5_з/10, 5_з/12, 5_з/14, 6_з/10, 6_з/14, 6_з/16).

Маркировка моторных масел. Буква «М» – принадлежность к моторным маслам; цифра – класс кинематической вязкости (при обозначении дробными цифрами в числителе указывается класс вязкости масла при температуре –18 °С, а в знаменателе – при 100 °С). Прописные буквы указывают на группу масла по эксплуатационным свойствам, индекс 1 – для бензиновых двигателей, 2 – для дизелей. Используют и дополнительные индексы: рк – рабоче-консервационные масла; з – масло, содержащее загущающую присадку; цл – для циркуляционных и лубрикаторных смазочных систем; 20 и 30 – значение щелочного числа и т. д.

Примеры обозначения масел. М-8-В₁: М – моторное; 8 – класс вязкости; В – по эксплуатационным свойствам относится к группе В (среднефорсированные двигатели); индекс 1 – предназначено для бензиновых двигателей.

М-10-Г_{2К}: М – моторное; 10 – класс вязкости; Г – по эксплуатационным свойствам относится к группе Г (высокофорсированные двигатели); индекс 2 – предназначено для дизелей; индекс К – масло предназначено для автомобилей марки «КамАЗ».

М-6_з/10-В: М – моторное; 6 и 10 – классы вязкости; буква «з» означает, что масло имеет загущающую присадку, улучшающую вязкостно-температурные свойства, и предназначено для всесезонного или зимнего применения; В (без индекса) – масло универсальное и предназначено как для бензиновых двигателей, так и для дизелей.

С 1993 года отечественные производители моторных и трансмиссионных масел наряду с классификацией по государственным стандартам применяют и мировую систему классификации: по вязкости – SAE (Содружество американских инженеров); по условиям эксплуатации или уровню качества, разработанному Американским нефтяным институтом – API. В сопроводительных документах и на упаковочной таре указывают, как правило, двойную маркировку: в соответствии с ГОСТ 17479.1–85, а также в соответствии с SAE и API.

Таблица 5

**Группы моторных масел по назначению и эксплуатационным свойствам
(ГОСТ 17479.1–85)**

Группа		Рекомендуемая область применения
А		Нефорсированные бензиновые двигатели и дизели
Б	Б1	Малофорсированные бензиновые двигатели, работающие в условиях, которые способствуют образованию высокотемпературных отложений и коррозии подшипников
	Б2	Малофорсированные дизели
В	В1	Среднефорсированные бензиновые двигатели, работающие в условиях, которые способствуют окислению масла и образованию отложений всех видов
	В2	Среднефорсированные дизели, предъявляющие повышенные требования к антикоррозионным, противоизносным свойствам масел и способности предотвращать образование высокотемпературных отложений
Г	Г1	Высокофорсированные бензиновые двигатели, работающие в тяжелых эксплуатационных условиях, способствующих окислению масла, образованию отложений всех видов и коррозии
	Г2	Высокофорсированные дизели без наддува или с умеренным наддувом, работающие в эксплуатационных условиях, способствующих образованию высокотемпературных отложений
Д	Д1	Высокофорсированные бензиновые двигатели, работающие в эксплуатационных условиях, более тяжелых, чем для масел группы Г1
	Д2	Высокофорсированные дизели с наддувом, работающие в тяжелых эксплуатационных условиях или когда применяемое топливо требует использования масел с высокой нейтрализующей способностью, антикоррозионными и противоизносными свойствами, малой склонностью к образованию всех видов отложений
Е	Е1	Высокофорсированные бензиновые двигатели и дизели, работающие в эксплуатационных условиях более тяжелых, чем для масел групп Д1 и Д2
	Е2	Отличаются повышенной диспергирующей способностью, лучшими противоизносными свойствами

Таблица 6

Классы вязкости моторных масел

Класс вязкости по ГОСТ 17479.1–85	Вязкость кинематическая, мм ² / с, при температуре		
	100 °С		– 18 °С
	не менее	не более	не более
3з	3,8	–	1 250
4з	4,1	–	2 600
5з	5,6	–	6 000
6з	5,6	–	10 400
6	5,6	7,0	–
8	7,0	9,3	–
10	9,3	11,5	–
12	11,5	12,5	–
14	12,5	14,5	–
16	14,5	16,3	–
20	16,3	21,9	–
24	21,9	26,1	–
3з/8	7,0	9,5	1 250

4з/6	5,6	7,0	2 600
4з/8	7,0	9,3	2 600
4з/10	9,3	11,5	2 600
5з/10	9,3	11,5	6 000
5з/12	11,5	12,5	6 000
5з/14	12,5	14,5	6 000
6з/10	9,3	11,5	10 400
6з/12	11,5	12,5	10 400
6з/14	12,5	14,5	10 400
6з/16	14,5	16,3	10 400

Согласно SAE, масла подразделяются на три категории: летние, всесезонные, зимние (табл. 7). Летние маркируют так: 20, 30, 40 и т.п. (вязкость в секундах Сейболта при температуре 98,9 °С); зимние – 10W, 15W, 20W, 25W и т.п. (цифры означают вязкость в секундах Сейболта, а W – первая буква английского слова *winter* – зима); всесезонные (загущенные) масла имеют двойную нумерацию. Например, 10W /50 означает, что данное масло при температуре -17,8 °С соответствует по вязкости SAE 10, а при температуре +98,9 °С – SAE 50.

Таблица 7

Классификация масла по SAE

<i>Классы (по вязкости; чем больше число, тем больше вязкость)</i>	<i>Обозначение</i>
Зимние (6 классов)	SAE 0W, 5W, 10W, 15W, 20W, 25W
Летние (5 классов)	SAE 20, 30, 40, 50, 60
Всесезонные	SAE 10W-40, 15W-30 и т.д.

Соотношение между классами вязкости и рабочим диапазоном температур по SAE схематически изображено на рис.10.

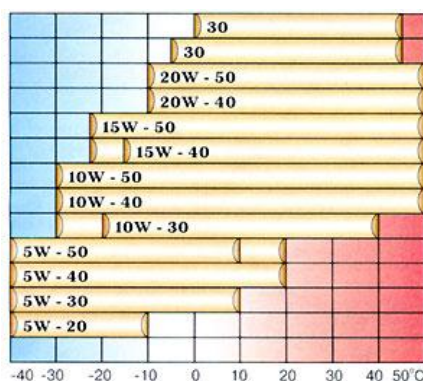


Рис. 10. Соотношение между классами вязкости и рабочим диапазоном температур по SAE

Классификация масла по условиям эксплуатации API подразделяет масла на две категории: S – категория «Сервис» (для бензиновых двигателей) и C – коммерческая категория (для дизелей) (таблицы 8, 9). При этом для бензиновых двигателей применяют маркировку SA, SB, SC, SP, SG и т.п., а для дизелей – CA, CB, CC, CE и т.п.

Современные масла в основном универсальны, т. е. применимы как для бензиновых двигателей, так и для дизелей. Они имеют двойное обозначение – SP/CC, SG/CD, SG/CE, CD/SF, CE/SG и др., где на основное назначение указывают первые буквы.

Переход масел от низших групп к более высоким достигается, как правило, путем расширения ассортимента и количества присадок.

Таблица 8

Спецификация API для бензиновых двигателей

<i>Класс</i>	<i>Статус</i>	<i>Назначение</i>
SM	Действующий	Для всех автомобильных двигателей, выпускаемых в настоящее время. Введен в 2004 году. Масла этого класса имеют повышенную стойкость к окислению, улучшенную защиту от износа и отложений, улучшенные низкотемпературные свойства
SL	Действующий	Для двигателей 2004 и старше годов выпуска
SJ	Действующий	Для двигателей 2001 и старше годов выпуска
SH	Устаревший	Для двигателей 1996 и старше годов выпуска
SG	Устаревший	Для двигателей 1993 и старше годов выпуска
SF	Устаревший	Для двигателей 1988 и старше годов выпуска
SE	Устаревший	Не подходит для использования в двигателях, изготовленных после 1979 года
SD	Устаревший	Не подходит для использования в двигателях, изготовленных после 1971 года. Использование в более современных моторах может привести к неудовлетворительной работе или поломкам
SC	Устаревший	Не подходит для использования в двигателях, изготовленных после 1967 года. Использование в более современных моторах может привести к неудовлетворительной работе или поломкам
SB	Устаревший	Не подходит для использования в двигателях, изготовленных после 1951 года. Использование в более современных моторах может привести к неудовлетворительной работе или поломкам
SA	Устаревший	Не содержит присадок. Не подходит для использования в двигателях, изготовленных после 1930 года. Использование в более современных моторах может привести к неудовлетворительной работе или поломкам

Обозначение класса масла состоит из двух букв латинского алфавита: первая (S или C) указывает категорию масла, вторая – уровень эксплуатационных свойств. Чем дальше от начала алфавита вторая буква, тем выше уровень свойств (т.е. качество масла). Классы дизельных масел подразделяются дополнительно для двухтактных (CD-2, CF-2) и четырехтактных дизелей (CF-4, CG-4, CH-4). Зарубежные моторные масла универсальные – их применяют как в бензиновых, так и в дизельных двигателях. Такие масла имеют двойное обозначение, например: SF/CC, CD/SF и т.д. На основное назначение масла указывают первые буквы, т.е. SF/CC – «более бензиновое», CD/SF – «более дизельное». Энергосберегающие масла для бензиновых двигателей дополнительно обозначаются аббревиатурой EC (Energy Conserving).

Таблица 9

Спецификация API для дизельных двигателей

<i>Класс</i>	<i>Статус</i>	<i>Назначение</i>
CJ-4	Действующий	Введен в 2006 году. Для высокооборотистых, четырехтактных двигателей, удовлетворяющих нормам выброса, введенным в 2007 году. Масла данного класса предназначены для работы на топливе,

		содержащем не более 0,05 % серы. Однако для выполнения требований по нормам выброса, надежной работы систем очистки отработанных газов и достижения удлиненных интервалов замены масла, необходимо использовать дизтопливо, содержание серы в котором не превышает 0,0015 %. Моторные масла класса CJ-4 разрабатывались для двигателей, оборудованных самыми современными системами снижения выбросов вредных веществ (сажевые фильтры, системы рециркуляции выхлопных газов и др.) Масла класса CJ-4 имеют улучшенные защитные свойства, повышенную окислительную, низко- и высокотемпературную стабильность, удлиненные интервалы замены. Однако при использовании топлива с содержанием серы более 0,0015 % интервалы замены необходимо уменьшить. Масла класса CJ-4 могут заменять масла классов CI-4, CH-4, CG-4 и CF-4
CI-4	Действующий	Введен в 2002 году. Для высокооборотистых, четырехтактных двигателей, удовлетворяющих нормам выброса, введенным в 2004 году. Масла этого класса разработаны для двигателей, имеющих систему рециркуляции выхлопных газов (EGR) и работающих на дизтопливе с содержанием серы до 0,5 %. Могут заменять масла классов CD, CE, CF-4, CG-4 и CH-4
CH-4	Действующий	Введен в 1998 году. Для высокооборотистых четырехтактных двигателей, соответствующих нормам выброса, установленным в 1998 году. Предназначены для работы с использованием топлива с содержанием серы до 0,5 %. Может использоваться вместо масел классов CD, CE, CF-4 и CG-4
CG-4	Устаревший	Введен в 1995 году. Для тяжелонагруженных, высокооборотистых, четырехтактных двигателей, работающих на топливе с содержанием серы менее 0,5 %. Применяется в двигателях, соответствующих требованиям стандарта 1994 года по уровню выбросов. Может заменять масла классов CD, CE, CF-4
CF-4	Устаревший	Введен в 1990 году. Для высокооборотистых, четырехтактных, безнаддувных и наддувных двигателей. Может применяться вместо масел классов CD и CE
CF-2	Действующий	Введен в 1994 году. Для тяжелонагруженных двухтактных дизелей. Могут применяться вместо масел класса CD-II
CF	Действующий	Введен в 1994 году. Для внедорожников, вихрекамерных и форкамерных дизелей, а также дизелей, работающих на топливе с высоким содержанием серы (до 0,5 %). Могут применяться вместо масел класса CD
CE	Устаревший	Введен в 1985 году. Для высокооборотистых, четырехтактных, безнаддувных и наддувных двигателей. Может применяться вместо масел классов CC и CD
CD-II	Устаревший	Введен в 1985 году. Для двухтактных двигателей
CD	Устаревший	Введен в 1955 году. Для некоторых безнаддувных и турбированных двигателей
CC	Устаревший	Не подходит для использования в дизельных двигателях, изготовленных после 1990 года
CB	Устаревший	Не подходит для использования в дизельных двигателях, изготовленных после 1961 года
CA	Устаревший	Не подходит для использования в дизельных двигателях, изготовленных после 1959 года

На сегодняшний день классификация API содержит три действующих класса категории «S» и шесть действующих классов категории «C». Но многие производители продолжают выпускать масла классов, исключенных из спецификации, поскольку автомобили со старыми двигателями продолжают эксплуатироваться, а значит, есть необходимость в этих маслах. Согласно рекомендаций API, любой вышестоящий действующий класс категории «S» заменяет нижестоящий действующий класс. Для дизельных масел вышестоящий действующий класс почти всегда заменяет нижестоящий класс.

Классификация моторных масел по назначению и уровням эксплуатационных свойств ACEA.

Ассоциация европейских производителей автомобилей (Association des Constructeurs Europeens des Automobiles) с 1 января 1996 года ввела свою классификацию моторных масел, которая с тех пор неоднократно обновлялась.

Требования европейских стандартов к качеству моторных масел являются более строгими, чем американских, так как конструкция европейских двигателей отличается от американских:

- более высокой степени форсирования и максимальными оборотами;
- меньшей массой двигателей;
- большей удельной мощностью;
- большими допустимыми скоростями передвижения.

Условия эксплуатации также отличаются. В Европе более тяжелые городские режимы.

Ввиду этих особенностей испытания моторных масел проводятся на европейских двигателях и по методикам, отличающимся от американских. Это не позволяет напрямую сравнивать уровни требований и стандартов ACEA и API.

Классификация ACEA разделяет моторные масла на три класса:

A/B – для бензиновых двигателей и дизелей легковых автомобилей и легких грузовиков;

C – совместимые с нейтрализаторами отработавших газов;

E – для мощных дизелей грузовых автомобилей.

A/B – масла для бензиновых и дизельных двигателей.

A1/B1. Предназначены для бензиновых двигателей и дизелей легковых автомобилей, которые разработаны для использования масел с увеличенными интервалами замены. Обеспечивают низкий коэффициент трения, маловязкие при высокой температуре и высокой скорости сдвига. Эти масла могут быть непригодными для работы в некоторых двигателях. Необходимо руководствоваться инструкцией по эксплуатации автомобиля.

A3/B3. Предназначены для высокопроизводительных бензиновых двигателей и дизелей легковых автомобилей. Позволяют увеличить интервалам замены масла в соответствии с рекомендациями изготовителей двигателей. Могут применяться в тяжелых условиях эксплуатации.

A3/B4. Предназначены для применения в высокопроизводительных бензиновых двигателях и дизелях с непосредственным впрыском топлива. Могут применяться вместо масел класса A3/B3.

A5/B5. Предназначены для высокопроизводительных бензиновых двигателей и дизелей легковых автомобилей, которые разработаны для использования масел с увеличенными интервалами замены. Обеспечивают низкий коэффициент трения, маловязкие при высокой температуре и высокой скорости сдвига. Эти масла могут быть непригодными для работы в некоторых двигателях. Необходимо руководствоваться инструкцией по эксплуатации автомобиля.

C – масла, совместимые с каталитическими нейтрализаторами.

S1. Предназначены для автомобилей, оборудованных сажевыми фильтрами и трехкомпонентными каталитическими нейтрализаторами. Применяются в высокопроизводитель-

ных бензиновых двигателях и легковых дизелях, требующих масел, которые обеспечивают низкий коэффициент трения, с малой вязкостью, низкой сульфатной зольностью, низким содержанием серы и фосфора, имеющих минимальную вязкость при высоких температурах и высоких скоростях сдвига. Эти масла продлевают срок эксплуатации сажевых фильтров и каталитических нейтрализаторов и способствуют экономии топлива. Пригодны не для всех двигателей. Необходимо руководствоваться инструкцией по эксплуатации автомобиля.

С2. Предназначены для автомобилей, оборудованных сажевыми фильтрами и трехкомпонентными каталитическими нейтрализаторами. Применяются в высокопроизводительных бензиновых двигателях и легковых дизелях, разработанных для использования масел, обеспечивающих низкий коэффициент трения, с малой вязкостью, имеющих минимальную вязкость при высоких температурах и высоких скоростях сдвига. Эти масла продлевают срок эксплуатации сажевых фильтров и каталитических нейтрализаторов и способствуют экономии топлива. Подходят не для всех двигателей. Необходимо руководствоваться инструкцией по эксплуатации автомобиля.

С3. Предназначены для автомобилей, оборудованных сажевыми фильтрами и трехкомпонентными каталитическими нейтрализаторами. Применяются в высокопроизводительных бензиновых двигателях и легковых дизелях, имеющих минимальную вязкость при высоких температурах и высоких скоростях сдвига. Эти масла продлевают срок эксплуатации сажевых фильтров и каталитических нейтрализаторов. Пригодны не для всех двигателей. Необходимо руководствоваться инструкцией по эксплуатации автомобиля.

С4. Предназначены для автомобилей, оборудованных сажевыми фильтрами и трехкомпонентными каталитическими нейтрализаторами. Применяются в высокопроизводительных бензиновых двигателях и легковых дизелях, требующих масел с низкой сульфатной зольностью, низким содержанием серы и фосфора, имеющих минимальную вязкость при высоких температурах и высоких скоростях сдвига. Эти масла продлевают срок эксплуатации сажевых фильтров и каталитических нейтрализаторов. Пригодны не для всех двигателей. Необходимо руководствоваться инструкцией по эксплуатации автомобиля.

Е – масла для мощных дизелей грузовых автомобилей.

Е4. Масла, обеспечивающие высокую чистоту поршней, защиту от износа, имеющие высокую стойкость от загрязнения сажей и стабильные свойства на протяжении всего периода эксплуатации. Рекомендованы для современных дизельных двигателей, отвечающих требованиям Евро-1, Евро-2, Евро-3, Евро-4 и Евро-5 и работающих в очень тяжелых условиях со значительно удлиненными интервалами замены (в соответствии с рекомендациями производителей). Могут применяться только в двигателях без сажевого фильтра и в некоторых двигателях с системами рециркуляции выхлопных газов и снижения выбросов оксидов азота. Однако рекомендации производителей могут отличаться, поэтому необходимо следовать инструкции по эксплуатации автомобиля.

Е6. Масла, обеспечивающие высокую чистоту поршней, защиту от износа, имеющие высокую стойкость от загрязнения сажей и стабильные свойства на протяжении всего периода эксплуатации. Рекомендованы для современных дизельных двигателей, отвечающих требованиям Евро-1, Евро-2, Евро-3, Евро-4 и Евро-5 и работающих в очень тяжелых условиях со значительно удлиненными интервалами замены (в соответствии с рекомендациями производителей). Могут применяться в двигателях с системой рециркуляции выхлопных газов, вместе с сажевым фильтром или без него, в двигателях с системами снижения выбросов оксидов азота. Масла данного класса настоятельно рекомендованы для двигателей, оборудованных сажевыми фильтрами и предназначенными для работы на топливе с низким содержанием серы. Однако рекомендации производителей могут отличаться, поэтому необходимо следовать инструкции по эксплуатации автомобиля.

Е7. Масла, эффективно обеспечивающие чистоту поршней и защиту от лаковых отложений. Обеспечивают отличную защиту от износа, имеют высокую стойкость от загрязнения сажей и стабильные свойства на протяжении всего периода эксплуатации. Рекомендованы для современных дизельных двигателей, отвечающих требованиям Евро-1, Евро-2, Евро-

3, Евро-4 и Евро-5 и работающих в тяжелых условиях с удлинёнными интервалами замены (в соответствии с рекомендациями производителей). Рекомендованы для применения в двигателях без сажевых фильтров и для большинства двигателей, оснащенных системами рециркуляции выхлопных газов и снижения выбросов оксидов азота. Поскольку рекомендации производителей могут отличаться, необходимо следовать инструкции по эксплуатации автомобиля.

Е9. Масла, эффективно обеспечивающие чистоту поршней и защиту от лаковых отложений. Обеспечивают отличную защиту от износа, имеют высокую стойкость от загрязнения сажей и стабильные свойства на протяжении всего периода эксплуатации. Рекомендованы для современных дизельных двигателей, отвечающих требованиям Евро-1, Евро-2, Евро-3, Евро-4 и Евро-5 и работающих в тяжелых условиях с удлинёнными интервалами замены (в соответствии с рекомендациями производителей). Могут применяться в двигателях с сажевым фильтром или без него и в большинстве двигателей, оснащенных системами рециркуляции выхлопных газов и снижения выбросов оксидов азота. Масла данного класса настоятельно рекомендованы для двигателей, оснащенных сажевыми фильтрами и предназначенными для работы на топливе с низким содержанием серы. Однако рекомендации производителей могут отличаться, поэтому необходимо следовать инструкции по эксплуатации автомобиля.

Соответствие классов вязкости и групп моторных масел по ГОСТ 17479.1–85 и классификациям SAE и API представлены в табл. 10.

Таблица 10

Соответствие классов вязкости и групп моторных масел по ГОСТ 17479.1–85
и классификациям SAE и API

Класс вязкости	
по ГОСТ 17479.1–85	по SAE
3з	5W
4з	10W
5з	15W
6з	20W
6	20
8	20
10	30
12	30
14	40
16	40
20	50
24	60
3з/8	5W-20
4з/6	10W-20
4з/8	10W-20
4з/10	10W-30
5з/10	15W-30
5з/12	15W-30
6з/10	20W-30
6з/14	20W-40
6з/16	20W-40
Группа масла	
по ГОСТ 17479.1–85	по API
А	SB
Б	SC/CA

Б1	SC
Б2	CA
В	SD/CB
В1	SD
В2	CB
Г	SE/CC
Г1	SE
Г2	CC
Д1	SF
Д2	CD
Е1	SG
Е2	CF-4
* Эти классы API не имеют аналогов в отечественной классификации	SH* SJ* CG-4*

Кроме описанных *классификаций моторных масел* существуют менее известные и узконаправленные. Вот некоторые из них:

- CCMC – Committee of Common Market Automobile Constructors (Комитет Производителей автомобилей Общего Рынка)
- ILSAC – JAMA (Ассоциация производителей автомобилей Японии) и AAMA (Ассоциация производителей автомобилей Америки)
- AGMA – Американская ассоциация изготовителей передач
- Global DHD
- Global DLD
- JASO
- MIL
- ZF и др.

Ассортимент моторных масел. *Современные моторные масла подразделяются на три вида:* минеральные, синтетические и частично синтетические (полусинтетические). Рыночный ассортимент моторных масел в настоящее время разнообразен. На нефтяном рынке страны появилось большое количество различных зарубежных моторных масел, которые в ряде случаев успешно конкурируют с маслами отечественного производства. Однако из всего изобилия представленных предприятиями торговли моторных масел предпочтение следует отдавать маслам известных производителей (как отечественных, так и зарубежных).

Задания для закрепления

1. Современные моторные масла, в зависимости от способа их получения, подразделяются на следующие виды: 1) _____;
2) _____;
3) _____.

2. Старение моторного масла происходит вследствие _____

_____.

3. К факторам, ускоряющим старение моторных масел, относятся: _____

_____.

4. При окислении масла могут образовываться: 1) _____;
2) _____; 3) _____.

5. Шламы – это _____

_____.

6. Лаки – это _____

_____.

7. Нагар – это _____

_____.

8. Моторные масла должны удовлетворять следующим эксплуатационным требованиям: _____

_____.

9. Для моторных масел температура застывания составляет:

1) для летних _____ °С; 2) для зимних _____ °С;

3) для всесезонных _____ °С; 4) для северных _____ °С.

10. В зависимости от условий работы масла в двигателе различают следующие зоны:

1) _____; 2) _____;

3) _____.

11. Температура вспышки масла – это _____

_____.

12. Присадки, вводимые в состав моторных масел, предназначены для _____

_____.

13. В моторные масла могут вводиться следующие виды присадок: _____

_____.

14. При отечественной маркировке по эксплуатационным свойствам моторные масла делятся на следующие группы: _____

_____.

15. При отечественной маркировке по вязкости моторные масла делятся на следующие группы:

1) _____ (классы _____);

2) _____ (классы _____);

3) _____ (классы _____).

16. Согласно SAE, масла подразделяются на следующие категории:

1) _____ (обозначение _____);

2) _____ (обозначение _____);

3) _____ (обозначение _____).

3.2 Трансмиссионные масла

Трансмиссионные масла представляют собой высоковязкие липкие жидкости темного цвета плотностью $0,9 \dots 0,94 \text{ г/см}^3$. Применяются в большинстве современных машин и механизмов и служат для смазывания зубчатых передач различного типа, шестеренчатых редукторов (цилиндрических, гипoidных, червячных и др.). Трансмиссионные масла являются гидравлическим рабочим телом при передаче мощности в гидродинамических коробках передач.

Рабочая температура масла в агрегатах трансмиссии транспортных машин и промышленных редукторах меняется от температуры окружающего воздуха в момент начала работы до $120 \dots 130 \text{ }^\circ\text{C}$ и даже $150 \text{ }^\circ\text{C}$.

Минимальная температура масла в агрегатах трансмиссии автомобилей в холодной климатической зоне может достигать $-60 \text{ }^\circ\text{C}$, в умеренной зоне до $-40 \text{ }^\circ\text{C}$, а в жаркой до $-10 \text{ }^\circ\text{C}$.

Скорость скольжения (для различного типа передач от $1,5$ до 25 м/с) и удельные нагрузки на поверхности зубьев шестерен (от $0,5$ до 2 ГПа в полюсе зацепления, а в гипoidных передачах до 4 ГПа) во многом определяют тип применяемого масла в шестеренчатой передаче. При увеличении нагрузки смазочная пленка, разделяющая трущиеся поверхности, может начать разрушаться, что приведет к непосредственному контакту металлических поверхностей, их заеданию и катастрофическому износу. С увеличением скорости скольжения понижается температура, при которой начинается заедание, и появляются условия для катастрофического износа.

По уровню напряженности работы зубчатых передач трансмиссионные масла можно разделить на следующие виды:

- универсальные, обеспечивающие работу всех типов зубчатых передач и других трущихся деталей агрегатов трансмиссии;
- общего назначения, применяющиеся в цилиндрических, конических и червячных передачах автомобилей;
- масла для гипoidных передач грузовых и легковых автомобилей.

Для обеспечения надежной работы современной техники трансмиссионные масла должны отвечать следующим *основным требованиям*:

- обладать достаточным уровнем противоизносных и противозадирных свойств;
- иметь хорошие вязкостно-температурные свойства;
- не оказывать коррозионного воздействия на детали трансмиссии;
- иметь хорошую термоокислительную стабильность;
- быть нетоксичными и иметь хорошую совместимость с материалами сальниковых уплотнений;
- снижать вибрацию и уровень шума.

Основные эксплуатационные свойства трансмиссионных масел. Смазывающие свойства трансмиссионных масел зависят от их компонентного состава и количества используемых антифрикционных, противоизносных и противозадирных присадок. Состав масла зависит от метода его получения, т.е. от того, с чем смешивается маловязкое масло: с остаточными маслами или с экстрактом (смолкой), получаемым после селективной очистки масел. Смазочные свойства трансмиссионных масел должны обеспечивать долговечную и надежную работу агрегатов трансмиссии при больших нагрузках и скоростях перемещения трущихся поверхностей, снижая интенсивность их износа и предотвращая заедание (посредством образования на них тонких пленок, изолирующих детали и предотвращающих сваривание и заедание зубьев шестерен). Для улучшения смазочных свойств масел в качестве присадок используются органические вещества (сера, фосфор, азотосодержащие соединения) и металлоорганические соединения (свинец, цинк, алюминий и др.), которые образуют защитные пленки на поверхности металлов.

Вязкостно-температурные свойства трансмиссионных масел оказывают большое влияние на КПД агрегатов трансмиссии, обеспечивают непрерывность поступления масла в зону зацепления зубьев шестерен и к телам качения подшипников, влияют на режим трогания с места автомобиля при низких температурах окружающего воздуха.

Уровень вязкости трансмиссионного масла определяет образование масляного клина в зоне высоконагруженных контактов трущихся деталей. Нижний уровень вязкости трансмиссионного масла с противозадирными присадками определяется надежностью уплотнений картеров агрегатов трансмиссии. При хорошем состоянии сальников и других уплотнителей минимально допустимая кинематическая вязкость масла может составлять $5 \text{ мм}^2/\text{с}$.

Максимально допустимая кинематическая вязкость масла при самой низкой рабочей температуре составляет $300\text{...}600 \text{ Па}\cdot\text{с}$ – это вязкость, при которой еще возможно трогание автомобиля без разогрева масла в агрегатах.

Опыт эксплуатации показывает, что при температуре $-10 \text{ }^\circ\text{C}$ динамическая вязкость масла ТАП-15В достигает $30 \text{ Па}\cdot\text{с}$, при этом КПД заднего моста грузового автомобиля снижается до 50 %, а расход топлива увеличивается в два раза по сравнению с нормой. При движении автомобиля температура масла в агрегатах трансмиссии возрастает по сравнению с температурой окружающего воздуха (в зимний период остается низкой).

Интенсивность изменения температуры в агрегатах зависит от режима движения автомобиля и температуры окружающего воздуха. При частых остановках температура резко уменьшается, особенно в зимнее время. Температура масла в коробке передач гораздо выше, чем в ведущем мосту, ввиду прогрева от двигателя, а также вследствие более интенсивного охлаждения ведущего моста воздухом при движении автомобиля.

Стабильность трансмиссионных масел против окисления. В процессе работы в агрегатах трансмиссии, в результате взаимодействия масла с кислородом воздуха при повышенной температуре в присутствии каталитически активных металлов, происходит изменение физико-химических и эксплуатационных свойств масла. Это приводит к возрастанию вязкости и кислотного числа. В масле накапливаются продукты окисления. Повышение вязкости сопровождается ухудшением вязкостно-температурных свойств. Увеличение кислотного числа может вызвать коррозию подшипников и других деталей агрегатов трансмиссии.

Антиокислительные свойства масла оцениваются термоокислительной стабильностью на экспериментальных установках, имитирующих условия работы масел при повышенных температурах.

Коррозионная агрессивность трансмиссионных масел. В результате накопления органических кислот, а также из-за попадания в масло паров воды из атмосферы может возникнуть коррозия металлических деталей агрегатов трансмиссии. Коррозионная агрессивность масла характеризуется изменением кислотного числа, содержанием водорастворимых кислот и щелочей. Наиболее наглядной проверкой масел на коррозионную агрессивность является проба на стальную и медную пластинки при температуре выше $100 \text{ }^\circ\text{C}$.

Компоненты трансмиссионных масел. Трансмиссионные масла представляют собой сложную коллоидную систему, включающую две группы компонентов: первая – основа масла, вторая – функциональные присадки для улучшения эксплуатационных свойств масел.

Основой трансмиссионных масел служат высококачественные дистиллятные или остаточные минеральные масла (подвергнутые специальной очистке и депарафинизации), фракции нефти асфальтового основания, высокополимерные соединения и синтетические масла. Однако дистиллятные масла (легкие сорта промышленных масел, трансформаторные) имеют слишком малую вязкость при высоких температурах, а остаточные масла – высокую вязкость при низких температурах. Поэтому для получения трансмиссионных масел с необходимыми вязкостно-температурными свойствами используются следующие методы:

- смешивание высоковязких масел с маловязкими;
- загущение маловязких масел высокополимерными загущающими присадками;

- глубокая очистка масел для удаления из них компонентов с неудовлетворительными вязкостно-температурными свойствами.

Наиболее перспективным способом получения трансмиссионных масел с хорошими вязкостно-температурными свойствами является загущение маловязких масел высокополимерными присадками. В качестве загущающих присадок используют главным образом полиизобутилены, полиметакрилаты, виниполы и др. После добавления к данным маслам загущающих присадок может быть получено масло, рекомендуемое к применению при самых низких температурах. К числу перспективных относятся синтетические масла. С их помощью реально отдалить сроки капитального ремонта, сэкономить топливо и тем самым избежать лишних затрат, особенно в разветвленной трансмиссии полноприводных машин. Течи, возникающие, например, в редукторах российских автомобилей, при заправке их синтетическими маслами, обусловлены прежде всего невысоким качеством самих уплотнителей. Синтетические трансмиссионные масла гораздо предпочтительнее для зимних условий, так как загустевают при значительно более низких температурах, чем минеральные масла. Синтетические масла характеризуются пологой вязкостно-температурной кривой. Для получения таких масел используют синтетические углеводородные масла, сложные эфиры двух основных карбоновых кислот, сложные эфиры многоатомных спиртов, полисиланоксидные жидкости и др. Типичное синтетическое масло имеет вязкость $7,1 \text{ мм}^2/\text{с}$ при $100 \text{ }^\circ\text{C}$, $22 \text{ Па}\cdot\text{с}$ при $-40 \text{ }^\circ\text{C}$, температуру вспышки $230 \text{ }^\circ\text{C}$, температуру застывания $-57 \text{ }^\circ\text{C}$. Лишь высокая стоимость синтетических масел сдерживает их применение (в 3–4 раза выше, чем минеральных масел). По существу, синтетических масел может хватить на весь срок службы автомобиля (агрегата), если, конечно, не будет утечки масла через сальники.

Присадки, добавляемые в трансмиссионные масла. Присадки чаще всего вводятся в масла при их изготовлении. Применяют антифрикционные, противоизносные, противозадирные, антиокислительные, антикоррозионные, защитные, диспергирующие, противопенные, депрессорные и другие типы присадок.

Противоизносные и противозадирные присадки трансмиссионных масел. Хорошими противоизносными и противозадирными присадками являются серосодержащие соединения: осерненные минеральные масла, олефиновые полимеры, дисульфиды и полисульфиды и т. п. При повышенных температурах и нагрузках эти соединения взаимодействуют с металлом. В результате возникает пленка сульфида железа на поверхностях трения, препятствующая износу и задире.

Противозадирный эффект обеспечивается и при использовании хлорсодержащих присадок. К ним относятся гексахлорэтон, хлорированный парафин, ароматические углеводороды, минеральные масла и др. Хлорсодержащие соединения коррозионно агрессивны, особенно при контакте с водой. Хлорсодержащие присадки чаще всего применяют в сочетании с другими присадками, устраняющими этот недостаток. Противозадирный и противоизносный эффекты достигаются также фосфорсодержащими присадками – органическими производными фосфорных и фосфористых кислот, их средними эфирами, солями кислых эфиров и др. Фосфорсодержащие присадки эффективно увеличивают нагрузку заедания трущихся поверхностей при небольших скоростях скольжения. Однако они недостаточно эффективны при высоких скоростях и ударных нагрузках.

Антиокислительные присадки. В товарные масла вводят присадки с несколькими активными элементами. Действие одного активного элемента при изменении условий трения дополняется действием другого. Трансмиссионные масла длительное время работают при высоких температурах и окисляются, что приводит к изменению их свойств. Для избежания этого к маслам добавляют антиокислительные присадки. К ним относятся соединения фенолов, серные, фосфорные, аминные и др.

Антикоррозионные присадки. Для защиты деталей от коррозии в масло добавляют антикоррозионные присадки – соединения, содержащие либо серу, либо фосфор, либо серу и фосфор одновременно, образующие каталитически неактивную пленку на поверхности металла, которая предохраняет металл от воздействия продуктов окисления.

Противопенные присадки. Для предотвращения пенообразования в масле используются противопенные присадки, обычно на основе кремнийорганических соединений. Противопенные присадки добавляют к трансмиссионным маслам в количестве не более 0,001 %.

Депрессорные присадки. Для уменьшения температуры застывания масел и улучшения их текучести при низких температурах применяют депрессорные присадки (полиметакрилаты, окисленный потролатум и др.). Эффективность действия этих присадок зависит от химической природы масла, его вязкости, содержания высокозастывающих углеводородов. Присадки могут снизить температуру застывания масла на 5...25 °С.

Универсальные присадки. Иногда в одном соединении содержится несколько различных функциональных групп, что делает присадку универсальной. Например, соли кислотных эфиров диалкилдитиофосфорной кислоты имеют противоизносные, противозадирные, моющие, антикоррозионные, антиокислительные, депрессорные свойства.

Сроки смены трансмиссионных масел. Сроки службы масел в агрегатах трансмиссии различных автомобилей находятся в широких пределах: примерно от 20 до 100 тыс. км пробега. Это обусловлено различным качеством масел, конструкцией трансмиссии, условиями и режимами эксплуатации автомобилей.

Замену масла производят при значительном изменении его показателей по сравнению с исходными: вязкости, кислотности, противоизносных, антикоррозионных, антиокислительных свойств и др. На изменение показателей масла в значительной степени влияют условия эксплуатации: нагруженность трансмиссии, температурный режим, интенсивность поступления продуктов загрязнения (пыль, вода, продукты износа деталей), механическое воздействие и др.

Одним из факторов, определяющих срок смены масел, являются условия эксплуатации автомобиля. Наиболее нагружены агрегаты трансмиссии при эксплуатации автомобиля на грунтовой дороге (нагруженность характеризуется передаваемой энергией на 1 км пробега), в наименьшей степени – на скоростных магистралях. Если взять удельную энергию при движении на скоростной дороге за единицу, то по булыжной дороге она составит – 1,66, в городских условиях – 1,89, в горных условиях – 1,94, на грунтовой дороге – 2,21.

Классификация, маркировка и ассортимент трансмиссионных масел. Классификация трансмиссионных масел производится по их вязкостно-температурным свойствам, назначению и способности воспринимать нагрузки, возникающие при работе зубчатых зацеплений.

По вязкостно-температурным свойствам трансмиссионные масла подразделяются на следующие группы:

- всесезонные;
- северные (применяемые в зимний период в районах Сибири и Крайнего Севера).

Температура застывания для всесезонных трансмиссионных масел составляет от –20 до –27°С, у северных – от –40 до –45°С.

По назначению трансмиссионные масла подразделяются так:

- масла общего назначения для смазывания цилиндрических и конических зубчатых передач (кроме гипоидных);
- масла гипоидные (используются только для конических передач с гипоидным зацеплением);
- масла универсальные (пригодны для смазывания трансмиссий и системы гидроусилителей рулевого управления).

Классификация по способности к восприятию нагрузок:

- масла для цилиндрических и конических зубчатых передач с умеренными нагрузками;
- масла для высоконагруженных цилиндрических зубчатых и конических с круговыми зубьями передач;

- масла для конических зубчатых передач с гипоидным зацеплением, работающих при больших удельных нагрузках в сочетании с высокими скоростями взаимного скольжения зубьев.

Отечественная классификация трансмиссионных масел. У большинства трансмиссионных масел нормируемые государственными стандартами и техническими условиями показатели качества те же, что и у моторных масел.

Согласно ГОСТ 17479.2–85, трансмиссионные масла делятся на классы по вязкости (классы 9, 12, 18, 34) (таблица 11). Номер класса соответствует средней вязкости (в квадратных миллиметрах на секунду) при температуре 100 °С. Кинематическая вязкость при 100 °С для всесезонных трансмиссионных масел составляет 14...20 мм²/с, северных – 9...10, специальных для гидравлических усилителей рулевого управления – около 4 мм²/с.

Таблица 11

Классы вязкости трансмиссионных масел (ГОСТ 17479.2–85)

<i>Класс вязкости</i>	<i>Вязкость кинематическая при 100 °С, мм²/с</i>	<i>Температура, при которой динамическая вязкость не превышает 150 Па·с, °С, не выше</i>
9	6,00...10,99	–45
12	11,00...13,99	–35
18	14,00...24,99	–18
34	25,00...41,00	–

В зависимости от эксплуатационных свойств и содержания присадок трансмиссионные масла подразделяются на пять групп, определяющих область их применения (таблица 12).

Таблица 12

Группы трансмиссионных масел, различающиеся наличием присадок и эксплуатационными свойствами

<i>Группа масла</i>	<i>Наличие присадок</i>	<i>Область применения, контактные напряжения, температура масла в объеме</i>
ТМ-1	Без присадок	Прямозубые, конические, спирально-конические и червячные передачи при контактных напряжениях до 600 мПа и температуре до 90 °С (в объеме)
ТМ-2	Противоизносные присадки	Прямозубые, спирально-конические и червячные передачи до 1200 мПа и температуре до 120 °С (в объеме)
ТМ-3	Противозадирные присадки умеренной эффективности	Те же передачи, но при контактных напряжениях до 2000 мПа и температуре до 120 °С (в объеме)
ТМ-4	Противозадирные присадки высокой эффективности	Прямозубые спирально-конические передачи, работающие при контактных напряжениях свыше 2000 мПа. Гипоидные передачи, работающие при высокой скорости, низком крутящем моменте и низкой скорости, высоком крутящем моменте и температуре до 130 °С (в объеме)
ТМ-5	Противозадирные и противоизносные высокоэффективные присадки и многофункциональные композиции присадок	Гипоидные передачи, работающие при высокой скорости, ударных нагрузках, высокой скорости, высоком крутящем моменте и контактных напряжениях до 3000 мПа и температуре выше 130 °С (в объеме)

Отечественная маркировка трансмиссионных масел. ТМ – трансмиссионное масло: первая цифра – группа масла (уровень качества масла); второе число – класс вязкости.

Например:

ТМ-3-18. ТМ – трансмиссионное масло; 3 – третья группа трансмиссионных масел по эксплуатационным свойствам; 18 – средняя вязкость ($\text{мм}^2/\text{с}$) при температуре 100 °С.

ТМ-5-12_з. ТМ – трансмиссионное масло; 5 – пятая группа трансмиссионных масел по эксплуатационным свойствам; 12_з – средняя вязкость ($\text{мм}^2/\text{с}$) при температуре 100 °С, в масло добавлена загущающая присадка.

ТАД-17и; ТАп-15В. буквы ТА – трансмиссионные масла автомобилей; цифры 17; 15 – значения кинематической вязкости ($\text{мм}^2/\text{с}$) при 100 °С; Д – указывает, что в состав масла входят не только остаточные, но и дистиллятные масла, получаемые фракционной перегонкой мазута; и – масло содержит комплекс присадок, обеспечивающих маслу хорошие вязкостно-температурные, противоизносные и антипенные свойства; п – в состав масла входит присадка; В – масло создано улучшением свойств ранее выпускавшегося трансмиссионного масла (ТАп-15).

Наряду с классификацией по ГОСТ 17479.2-85 применяют и мировую систему классификации. В этом случае масла классифицируют так: по вязкости – SAE; по условиям эксплуатации или уровню качества – API.

Классификация трансмиссионных масел по SAE и API. Как и моторные, трансмиссионные масла классифицируют по вязкости и по уровню эксплуатационных свойств.

Международная классификация по вязкости SAE делит масла на 7 классов: 4 – с индексом W (Winter) (70W, 75W, 80W, 85W) – зимних и 3 – летних (90, 140, 250) (табл.13). Если масло всесезонное, у него двойная маркировка, например, SAE 80W-90, SAE 75W-90 и т. д.

Таблица 13

Классификация SAE трансмиссионных масел по вязкости

Класс вязкости	Минимальная температура достижения динамической вязкости 150 мПа·с, °С	Кинематическая вязкость при 100°С, мм ² /с	
		не менее	не более
Зимние			
70W	-55	4,1	–
75W	-40	4,1	–
80W	-26	7,0	–
85W	-12	11,0	–
Летние			
90	–	13,5	24
140	–	24,0	41
250	–	41,0	–

Классификация по эксплуатационным свойствам API предусматривает деление масел на 5 групп в зависимости от области применения, которая определяется типом зубчатой передачи, удельными контактными нагрузками в зонах зацепления и рабочей температурой (табл.14).

Для легковых автомобилей используются масла только групп GL-4 и GL-5. Масла группы GL-4 предназначены для обычных «ручных» коробок передач и редукторов со спирально-коническими или гипоидными главными парами при умеренных условиях эксплуатации. Масла группы GL-5 пригодны как для умеренных, так и для жестких условий

эксплуатации в редукторах с гипоидными и другими видами передач. Их также можно применять в обычных коробках передач.

Таблица 14

Классификация API трансмиссионных масел по уровню эксплуатационных свойств

<i>Группа по API</i>	<i>Свойства и область применения</i>
GL-1	Минеральные масла без присадок или с антиокислительными и противопенными присадками без противозадирных компонентов для применения, среди прочего, в коробках передач с ручным управлением с низкими удельными давлениями и скоростями скольжения. Цилиндрические, червячные и спирально-конические зубчатые передачи, работающие при низких скоростях и нагрузках
GL-2	Червячные передачи, работающие в условиях GL-1 при низких скоростях и нагрузках, но с более высокими требованиями к антифрикционным свойствам. Могут содержать антифрикционный компонент
GL-3	Трансмиссионные масла с высоким содержанием присадок с уровнем эксплуатационных свойств MIL-L-2105. Эти масла применяются в ступенчатых коробках передач и рулевых механизмах, в главных передачах и гипоидных передачах с малым смещением, в автомобилях и безрельсовых транспортных средствах для перевозки грузов, пассажиров и для нетранспортных работ. Спирально-конические передачи, работающие в умеренно жестких условиях. Обычные трансмиссии со спирально-коническими шестернями, работающие в умеренно жестких условиях по скоростям и нагрузкам. Обладают лучшими противоизносными свойствами, чем GL-2
GL-4	Трансмиссионные масла с высоким содержанием присадок с уровнем эксплуатационных свойств MIL-L-2105. Эти масла применяются в ступенчатых коробках передач и рулевых механизмах, в главных передачах и гипоидных передачах с малым смещением, в автомобилях и безрельсовых транспортных средствах для перевозки грузов и пассажиров и для нетранспортных работ. Гипоидные передачи, работающие в условиях высоких скоростей при малых крутящих моментах и малых скоростей при больших крутящих моментах. Обязательно наличие высокоэффективных противозадирных присадок
GL-5	Масла для гипоидных передач с уровнем эксплуатационных свойств MIL-L-2105 C/D. Эти масла применяются в передачах с гипоидными коническими зубатыми колесами и коническими колесами с круговыми зубьями для главной передачи в автомобилях, в карданных приводах мотоциклов, в ступенчатых коробках передач мотоциклов. Предназначены: для гипоидных передач с высоким смещением оси и для самых тяжелых условий эксплуатации с ударной и знакопеременной нагрузкой. Гипоидные передачи, работающие в условиях высоких скоростей при малых крутящих моментах и ударных нагрузках на зубья шестерен, должны иметь большое количество серофосфорсодержащей противозадирной присадки

Новые классы API.

API MT-1 – масла для высоконагруженных агрегатов. Предназначены для несинхронизированных механических коробок передач мощных коммерческих автомобилей (тягачей и автобусов). Эквивалентны маслам API GL-5, но обладают повышенной термической стабильностью.

API PG-2 (проект) – масла для передач ведущих мостов мощных коммерческих автомобилей (тягачей и автобусов) и мобильной техники. Эквивалентны маслам API GL-5, но

обладают повышенной термической стабильностью и улучшенной совместимостью с эластомерами.

Кроме указанных классификаций иногда используется спецификация армии США MIL-L-2105 A, B, C и D и спецификации отдельных фирм – производителей автомобилей и агрегатов: Chrysler; Ford; General Motors; Mack; MAN; MercedesBenz; Volvo; ZF; Rockwell и др.

Масла для автоматических коробок передач не подчиняются требованиям API. В связи с тем, что к ним предъявляются особые требования, крупнейшие производители этих коробок разработали отдельные спецификации для автоматических трансмиссионных жидкостей – ATF (Automatic Transmission Fluids).

В настоящее время действуют следующие спецификации:

- для коробок передач производства «Дженерал моторс», Dexron, Dexron II и III и Allison;

- для коробок передач производства «Форд», Mercon - V2C 138-CJ или M2C 166H.

Эти спецификации указываются на банках и канистрах, в которых расфасовано масло. Для европейских автомобилей, на которых установлены коробки фирмы ZF, заливаются масла по спецификации «Дженерал моторс».

В автоматические коробки передач автомобилей «Ауди», БМВ и «Мерседес» последних лет выпуска заливается только синтетическое масло для автоматических трансмиссий.

Соответствие классов вязкости и групп трансмиссионных масел по ГОСТ 17479.2–85 и по SAE и API представлено в таблице 15.

Таблица 15

Соответствие классов вязкости и групп трансмиссионных масел по ГОСТ 17479.2–85 и по SAE и API

<i>Класс вязкости</i>		<i>Группа</i>	
<i>по ГОСТ 17479.2–85</i>	<i>по SAE</i>	<i>по ГОСТ 17479.2–85</i>	<i>по API</i>
9	70 W /75W	TM-1	GL-1
12	80W/85W	TM-2	GL-2
18	90	TM-3	GL-3
34	140	TM-4	GL-4
–	250	TM-5	GL-5

Перспективно внедрение в практику синтетических трансмиссионных масел с вязкостью SAE 75W-90 и уровнем качества API CL-5 (TM-5). Такие масла предпочтительнее для зимних условий, так как они загустевают при более низких температурах, чем минеральные. Синтетические трансмиссионные масла, также как и моторные, характеризуются лучшими вязкостно-температурными свойствами.

Синтетического масла может хватить на весь срок службы автомобиля при условии отсутствия подтеканий через неплотности. Сдерживающим фактором широкого применения синтетических масел является их высокая стоимость.

Ассортимент трансмиссионных масел. *Современные трансмиссионные масла (как и моторные) подразделяются на три вида:* минеральные, синтетические и частично синтетические (полусинтетическое) (рис.11.)

Минеральные масла, в отличие от синтетических, в большей степени подвержены окислительным процессам, поэтому минеральные масла быстрее «стареют», из-за чего требуется их более частая замена. Масла на синтетической основе позволяют удлинить срок их эксплуатации, гарантируя при этом замедленное ухудшение своих свойств. Это означает, что динамика износа агрегатов трансмиссии в конце срока службы синтетического масла будет меньше, чем при использовании минерального.



Рис.11. Трансмиссионные масла: а – минеральное; б – полусинтетическое; в – синтетическое

Трансмиссионные масла, изготовленные на основе синтетических компонентов (синтетические масла), позволяют существенно раздвинуть температурные границы их применения. *Синтетические масла*, произведенные на основе искусственно синтезированных базовых продуктов, являются высокоэффективными маслами. Физические и химические свойства синтетических масел являются более однородными по сравнению с минеральными. Это позволяет обеспечивать отличное смазывание деталей агрегатов при отрицательных температурах и оптимальную их защиту во всех, в том числе и экстремальных, режимах эксплуатации. Благодаря синтетической основе в сочетании с оптимальным составом присадок, синтетические масла сохраняют свои качества в течение практически всего срока эксплуатации, который значительно превышает тот же показатель у минеральных масел.

Синтетические трансмиссионные масла обладают лучшей текучестью по отношению к минеральным, а потому могут вызвать, при достижении порога рабочих температур, нежелательные утечки через уплотнения в агрегатах трансмиссии у автомобилей с большим пробегом.

Полусинтетические масла обеспечивают улучшение ряда свойств минеральных масел, и в то же время они существенно дешевле синтетических.

Трансмиссионные масла без присадок в последние годы производят и применяют чрезвычайно редко (для устаревших видов техники), и выработку таких масел осуществляют по специальным заказам покупателей. Так, на некоторых нефтеперерабатывающих заводах продолжается выпуск вязкого остатка от прямой перегонки нефти: нафтенового основания. Продукт реализуют под старым торговым названием «Нигрол». Выпускают два вида «Нигрола» (зимний и летний), различающихся между собой уровнем вязкости и температурами вспышки и застывания.

Рыночный ассортимент трансмиссионных масел в настоящее время разнообразен. На нефтяном рынке страны появилось большое количество различных зарубежных трансмиссионных масел, которые в ряде случаев успешно конкурируют с маслами отечественного производства. Однако из всего изобилия представленных предприятиями торговли трансмиссионных масел предпочтение следует отдавать маслам крупных известных производителей (как отечественных, так и зарубежных).

3.3 Гидравлические масла

Условия работы гидравлических масел. Гидравлические масла используют в гидравлических приводах систем управления, в подъемных устройствах автомобилей-самосвалов и дополнительного оборудования.

Являясь рабочим элементом в гидравлических приводах, они также предохраняют трущиеся детали от износа, отводят избыточную теплоту и удаляют продукты износа и загрязнения.

Характеристика условий работы гидравлических масел:

- значительные перепады температур (от -30 до $+80$ °С);
- высокое давление в системе (10...15 МПа);
- скорость скольжения до 20 м/с;
- постоянный контакт с черными и цветными металлами, уплотнениями и шлангами при высоких давлениях и температуре.

Требования к гидравлическим маслам. К гидравлическим маслам предъявляют следующие эксплуатационные требования:

- хорошие вязкостно-температурные свойства (при максимальной температуре вязкость должна быть не ниже 7 мм²/с, а при минимальной – не ниже 1000 мм²/с);
- низкая температура застывания;
- хорошие смазывающие свойства, не вызывающие коррозии и не разрушающие резиновых изделий;
- стабильность при хранении и использовании;
- хорошие антипенные свойства;
- низкая пожароопасность;
- доступность.

Гидравлические масла (рабочие жидкости для гидравлических систем) разделяют на нефтяные, синтетические и водно-гликолевые. Чаще всего для заполнения гидросистем в качестве жидкости используют маловязкие нефтяные масла или их смеси. Иногда добавляют вязкостные, противоизносные и антиокислительные присадки.

Свойства и характеристики гидравлических масел. Основная функция рабочих жидкостей (жидких сред) для гидравлических систем – передача механической энергии от ее источника к месту использования с изменением значения или направления приложенной силы.

Гидравлический привод не может действовать без жидкой рабочей среды, являющейся необходимым конструкционным элементом любой гидравлической системы. В постоянном совершенствовании конструкций гидроприводов отмечаются следующие тенденции:

- повышение рабочего давления и связанное с этим расширение верхних температурных пределов эксплуатации рабочих жидкостей;
- уменьшение общей массы привода или увеличение отношения передаваемой мощности к массе, что обуславливает более интенсивную эксплуатацию рабочей жидкости;
- уменьшение рабочих зазоров между деталями рабочего органа (выходной и приемной полостей гидросистемы), что ужесточает требования к чистоте рабочей жидкости (или ее фильтруемости при наличии фильтров в гидросистемах).

Большую часть массовых сортов гидравлических масел вырабатывают на основе хорошо очищенных базовых масел, получаемых из рядовых нефтяных фракций с использованием современных технологических процессов экстракционной и гидрокаталитической очистки.

Физико-химические и эксплуатационные свойства современных гидравлических масел значительно улучшаются при введении в них функциональных присадок – антиокислительных, антикоррозионных, противоизносных, антипенных и др.

Вязкостные и низкотемпературные свойства определяют температурный диапазон эксплуатации гидросистем и оказывают решающее влияние на выходные характеристики гидропривода. При выборе вязкости гидравлического масла важно знать тип насоса. Изготовители насоса, как правило, рекомендуют для него пределы вязкости: максимальный, минимальный и оптимальный. Максимальная – это наибольшая вязкость, при которой насос в состоянии прокачивать масло. Она зависит от мощности насоса, диаметра и протяженности

трубопровода. Минимальная – это та вязкость при рабочей температуре, при которой гидросистема работает достаточно надежно. Если вязкость уменьшается ниже допустимой, растут объемные потери (утечки) в насосе и клапанах, соответственно падает мощность и ухудшаются условия смазывания. Пониженная вязкость гидравлического масла вызывает наиболее интенсивное проявление усталостных видов изнашивания контактирующих деталей гидросистемы. Повышенная вязкость значительно увеличивает механические потери привода, затрудняет относительное перемещение деталей насоса и клапанов, делает невозможной работу гидросистем в условиях пониженных температур.

Вязкость масла непосредственно связана с температурой кипения масляной фракции, ее средней молекулярной массой, с групповым химическим составом и строением углеводов. Указанными факторами определяется абсолютная вязкость масла, его вязкостно-температурные свойства, т.е. изменение вязкости с изменением температуры. Последнее характеризуется индексом вязкости масла.

Для улучшения вязкостно-температурных свойств применяют вязкостные (загущающие) присадки – полимерные соединения. В составе товарных гидравлических масел в качестве загущающих присадок используют полиметакрилаты, полиизобутилены и продукты полимеризации винилбутилового эфира (винипол).

Антиокислительная и химическая стабильность характеризует стойкость масла к окислению в процессе эксплуатации под воздействием температуры. Окисление масла приводит к изменению его вязкости (как правило, к повышению) и к накоплению в нем продуктов окисления, образующих осадки и лаковые отложения на поверхностях деталей гидросистемы, что затрудняет ее работу.

Повышения антиокислительных свойств гидравлических масел достигают путем введения антиокислительных присадок обычно фенольного и аминного типов.

В гидросистемах машин и механизмов присутствуют детали из разных металлов: разных марок стали, алюминия, бронзы, которые могут подвергаться коррозионно-химическому изнашиванию. Коррозия металлов может быть электрохимической, возникающей обычно в присутствии воды, и химической, протекающей под воздействием химически агрессивных сред (кислых соединений, образующихся в процессе окисления масла) и под воздействием химически-активных продуктов расщепления присадок при повышенных контактных температурах поверхностей трения. Устранению коррозии металлов способствуют вводимые в масло присадки – ингибиторы окисления, препятствующие образованию кислых соединений, и специальные антикоррозионные добавки.

Стремление к улучшению противоизносных свойств гидравлических масел вызвано включением в новые конструкции гидравлических систем интенсифицированных гидравлических насосов. Наибольшее распространение в качестве присадок, обеспечивающих достаточный уровень противоизносных свойств гидравлических масел, получили диалкилдитиофосфаты металлов (в основном цинка) или беззольные (аминные соли и сложные эфиры дитиофосфорной кислоты).

К гидравлическим маслам предъявляют достаточно жесткие требования по нейтральности их по отношению к длительно контактирующим с ними материалам. Поскольку рабочие температуры масла в современных гидropередачах достаточно высоки и резиновые уплотнения могут быстро разрушаться, в гидравлических маслах недопустимо высокое содержание ароматических углеводов, проявляющих наибольшую агрессивность по отношению к резинам. Содержание ароматических углеводов характеризуется показателем «анилиновая точка» базового масла.

При работе циркулирующих гидравлических масел недопустимо пенообразование. Оно нарушает подачу масла к узлу трения и, насыщая масло воздухом, интенсифицирует его окисление, ухудшая отвод тепла от рабочих поверхностей, вызывает кавитационные повреждения деталей, перегрев гидропривода и его повышенный износ. Для обеспечения хороших антипенных свойств масла преимущественное значение имеет полнота удаления из базового масла поверхностно-активных смолистых веществ. Чтобы предотвратить образование пены

или ускорить ее разрушение, в масло вводят антипенную присадку (например, полиметилсилоксан), которая снижает поверхностное натяжение на границе раздела жидкости и воздуха, что приводит к ускоренному разрушению пузырьков пены.

В составе гидравлических масел крайне нежелательно наличие механических примесей и воды. Вследствие весьма малых зазоров рабочих пар гидросистем (особенно оснащенных аксиально-поршневыми механизмами) наличие загрязнений может привести не только к износу элементов гидрооборудования, но и к заклиниванию деталей. Для очистки рабочей жидкости от загрязнений в гидросистемах применяют фильтры различных типов. Даже незначительное количество (0,05...0,1 %) воды отрицательно влияет на работу гидросистем. Вода, попадающая в гидросистему с маслом или в процессе эксплуатации, ускоряет процесс окисления масла, вызывает гидролиз гидролитически неустойчивых компонентов масла (в частности, присадок – солей металлов). Продукты гидролиза присадок вызывают электрохимическую коррозию металлов гидросистемы. Вода способствует образованию шлама неорганического и органического происхождения, который забивает фильтр и зазоры оборудования, тем самым нарушая работу гидросистемы.

Классификация, маркировка и ассортимент гидравлических масел. Принятая в мире классификация минеральных гидравлических масел основана на их вязкости и наличии присадок, обеспечивающих необходимый уровень эксплуатационных свойств.

По кинематической вязкости гидравлические масла делят на десять классов: 5, 7, 10, 15, 22, 32, 46, 68, 100, 150. Номер класса соответствует средней вязкости ($\text{мм}^2/\text{с}$) при температуре 40 °С.

По вязкостным свойствам гидравлические масла условно делятся на следующие типы:

- маловязкие – классы вязкости с 5 по 15;
- средневязкие – классы вязкости 22 и 32;
- вязкие – классы вязкости с 46 по 150.

По эксплуатационным свойствам гидравлические масла делят на три группы (А, Б, В) (табл. 16).

Таблица 16

Группы гидравлических масел в зависимости от эксплуатационных свойств

Группа	Состав	Область применения
А	Минеральные масла без присадок	Гидросистемы с шестеренными или поршневыми насосами, работающие при давлении до 15 МПа и температуре масла до 80 °С
Б	Минеральные масла с антиокислительными и антикоррозионными присадками	Гидросистемы с насосами всех типов, работающие при давлении до 25 МПа и температуре масла более 80 °С
В	Минеральные масла с антиокислительными, антикоррозионными и противоизносными присадками	Гидросистемы с насосами всех типов, работающие при давлении до 25 МПа и температуре масла более 90 °С
<i>Примечание: допускается добавление в гидравлические масла всех групп загущающих и антипенных присадок.</i>		

В масла всех указанных групп могут быть введены загущающие (вязкостные) и антипенные присадки.

Маркировка гидравлического масла включает три группы знаков: буквы «МГ» (минеральное гидравлическое); цифры, обозначающие класс кинематической вязкости; буквы, указывающие на принадлежность масла к группе по эксплуатационным свойствам.

Например: МГ-150-Б. МГ – масло гидравлическое; 150 – класс вязкости; Б – группа по эксплуатационным свойствам.

Ассортимент гидравлических масел. Наряду с широко распространенными рабочими жидкостями на нефтяной основе все большее применение находят синтетические и полусинтетические продукты, выгодно отличающиеся от нефтяных по комплексу эксплуатационных свойств, а также огнестойкостью и большей пожаробезопасностью. Такие рабочие жидкости используют в авиационной технике, в гидравлических приводах шахтного оборудования, в гидравлических системах «горячих» цехов металлургических заводов и ряде других областей.

Задания для закрепления

1. Трансмиссионные масла предназначены для _____

2. По уровню напряженности работы зубчатых передач трансмиссионные масла разделяются на следующие виды: _____

3. Трансмиссионные масла должны отвечать следующим основным требованиям:

4. Смазывающие свойства трансмиссионных масел зависят от _____

5. Для получения трансмиссионных масел с необходимыми вязкостно-температурными свойствами используются следующие методы: _____

6. При производстве трансмиссионных масел используют следующие присадки:

7. По вязкостно-температурным свойствам трансмиссионные масла подразделяются на следующие виды: _____

8. Охарактеризуйте наличие присадок и область применения следующих групп трансмиссионных масел по эксплуатационным свойствам

<i>Группа масла</i>	<i>Наличие присадок</i>	<i>Область применения, контактные напряжения, температура масла в объеме</i>
ТМ-1		
ТМ-2		
ТМ-3		
ТМ-4		
ТМ-5		

9. Гидравлические масла предназначены для _____

10. К гидравлическим маслам предъявляют следующие эксплуатационные требования: _____

11. Гидравлические масла по вязкости делят на следующие классы: _____

12. Охарактеризуйте состав и область применения следующих групп гидравлических масел по эксплуатационным свойствам

<i>Группа</i>	<i>Состав</i>	<i>Область применения</i>
А		
Б		
В		

Контрольные вопросы

1. Опишите условия работы трансмиссионных масел.
2. Перечислите требования к трансмиссионным маслам.
3. Перечислите и охарактеризуйте основные эксплуатационные свойства трансмиссионных масел.
4. Перечислите основные компоненты трансмиссионных масел.
5. Перечислите методы получения трансмиссионных масел с необходимыми вязкостно-температурными свойствами.
6. Перечислите присадки, добавляемые в трансмиссионные масла.

7. Опишите причины и сроки смены трансмиссионных масел.
8. Опишите классификацию трансмиссионных масел по ГОСТ 17479.2–85.
9. Опишите классификацию трансмиссионных масел по SAE
10. Опишите классификацию трансмиссионных масел по API.
11. Перечислите преимущества и недостатки синтетических и полусинтетических трансмиссионных масел.
12. Расшифруйте следующие марки трансмиссионных масел: ТМ-4-34; ТМ-3-18; ТМ-5-12; SAE 80W-90 API GL-3; SAE 75W API GL-2.
13. Дано обозначение трансмиссионного масла по ГОСТ 17479.2–85. Запишите обозначение аналога по SAE и API

<i>ГОСТ 17479.2–85</i>	<i>SAE и API</i>
ТМ-3-12	
ТМ-4-34	
ТМ-5-18	

14. Дано обозначение трансмиссионного масла по SAE и API. Запишите обозначение аналога по ГОСТ 17479.2–85

<i>ГОСТ 17479.2–85</i>	<i>SAE и API</i>
	SAE 75W API GL-2
	SAE 140 API GL-4
	SAE 80W-90 API GL-3

15. Каково назначение гидравлических масел?
16. Опишите условия работы гидравлических масел.
17. Перечислите эксплуатационные требования к гидравлическим маслам.
18. Опишите классификацию гидравлических масел.
19. Расшифруйте следующие марки гидравлических масел: МГ-32-А; МГ-100-Б; МГ-68-В.

3.4 Автомобильные пластичные смазки

Пластичные смазки занимают особое место в организации технического обслуживания автомобиля. Они, например, являются основным эксплуатационным материалом при первом техническом обслуживании. Качество применяемых пластичных смазок влияет на срок службы многих деталей автомобиля, на надежность его работы, а также на затраты по техническому обслуживанию и ремонту.

Назначение и требования к пластичным смазкам. Для смазки автомобилей наряду с жидкими маслами применяются пластичные смазки, находящиеся в пластичном состоянии. Применяются они в таких узлах автомобилей, где трудно создать герметичность для жидкого масла или невозможно обеспечить непрерывное пополнение его запаса, а также там, где трудно защитить поверхности деталей от проникновения влаги, пыли, грязи.

Пластичные смазки обладают более низкими смазочными качествами, чем жидкие масла, и поэтому применяются там, где относительно невелики потери на трение. В некоторых случаях пластичная смазка применяется только или главным образом для защиты от коррозии.

Требования к автомобильным пластичным смазкам вытекают из их назначения и сводятся к следующему:

- разделять трущиеся детали прочной смазочной пленкой для уменьшения износов и потерь на трение;
- удерживаться в узлах трения, не вытекая из них;
- защищать трущиеся детали от попадания пыли, влаги и грязи;
- не вызывать коррозионного износа деталей;
- легко прокачиваться по смазочным каналам, не требуя для этого слишком большого давления;
- не изменять длительное время своих свойств в процессе работы и хранения;
- быть экономичными и недефицитными.

Производство пластичных смазок существенно отличается от производства жидких масел и в основном сводится к смешиванию (варке) в определенных пропорциях входящих в них компонентов.

Основой любой консистентной смазки является жидкое минеральное масло (70...95 %). От качества жидкого масла зависят смазывающие свойства консистентной смазки.

Вторым составным элементом смазки является загуститель. Загуститель образует структурный каркас, который удерживает в своих ячейках жидкие смазочные масла. Добавление к жидкому минеральному маслу загустителя превращает его в пластическую смазку, т. е. густую малоподвижную мазеобразную массу. От вида загустителя зависят эксплуатационные свойства пластических смазок – температурная стойкость и влагостойкость. Загустители делятся на немывльные и мыльные.

В качестве немывльных загустителей используются парафин, церезин, петролатум, воск и др. Пластичная смазка, изготовленная на немывльном загустителе (углеводородная), обладает хорошей химической и физической стабильностью и хорошо предохраняет детали от окисления кислородом воздуха. В то же время она имеет низкие смазывающие и температурные свойства и поэтому используется в основном как защитная (кроме алюминиевых деталей).

Большинство автомобильных пластичных смазок (80 %) изготавливается на мыльных загустителях. Мыло-загуститель получают омылением жира щелочью. Мыльные смазки по типу катиона делят на кальциевые, натриевые, литиевые, бариевые, алюминиевые и другие (используют около 10 различных мыл, а также их смеси). В зависимости от состава жиров, употребляемых для приготовления мыльных загустителей, выделяют смазки на синтетиче-

ских жирных кислотах (получают при окислении парафинов) и природных жирах, а также на технических жирных кислотах (стеариновой и др.).

Все более широкое применение находят комплексные мыльные смазки, для приготовления которых используют мыло высших жирных кислот и соли низкомолекулярных органических (иногда и минеральных) кислот. В качестве загустителей все чаще используют продукты неорганического происхождения – силикагель, бентонитовые глины и технический углерод.

Кроме масел и загустителя в состав пластичных смазок могут входить стабилизаторы и модификаторы коллоидной структуры, красители, присадки и наполнители для обеспечения или улучшения функциональных свойств. Для получения большего интервала рабочих температур используют синтетические жидкости (силиконы и диэфиры).

Пластичные смазки не стекают с наклонных и вертикальных поверхностей и удерживаются в узлах трения при действии высоких нагрузок и инерционных сил. При нормальных условиях смазка находится в пластинном мазеобразном состоянии. При достижении определенной температуры пластичная смазка плавится и расслаивается.

Пластичные смазки используют в качестве защитных, герметизирующих, антифрикционных и противоизносных материалов. В большинстве случаев смазки используют для уменьшения трения и износа трущихся деталей, т. е. в качестве антифрикционных и противоизносных смазочных материалов. Только 14 % смазок используется для консервации и 2 % – для герметизации.

По объему производства пластичные смазки уступают смазочным маслам, составляя всего несколько процентов в общем балансе производства смазочных материалов, что объясняется малым их расходом. Так, во многих механизмах количество смазки, вводимой в узел трения, исчисляется в граммах, а сроки смены смазок составляют в ряде узлов несколько тысяч часов работы, что нередко соответствует сроку службы механизма.

Для производства смазок используются в основном индустриальные, трансформаторные и веретенные марки масел.

Основные преимущества смазок по сравнению с маслами:

- способность удерживаться на наклонных и вертикальных поверхностях, не вытекать и не выдавливаясь из узлов под действием значительных нагрузок;
- лучшие смазочные (противоизносные и противозадирочные), защитные (металлов от коррозии) и герметизационные свойства;
- меньшая зависимость вязкости от температуры;
- более эффективная работа в жестких условиях эксплуатации;
- экономичность.

Действие смазки намного сложнее, чем масла. Поэтому для правильного выбора смазки, оптимальной для заданных условий, необходимо знать свойства смазок.

Эксплуатационные свойства пластичных смазок. К эксплуатационным свойствам пластичных смазок относятся: механические свойства смазок (механическая стабильность, предел прочности, пенетрация), эффективная вязкость, температура каплепадения, коллоидная стабильность, водостойкость.

Механические свойства смазок: механическая стабильность, предел прочности смазок при сдвиге, пенетрация.

Механическая стабильность – показатель, характеризующий способность смазки противостоять разрушению. В результате длительного механического воздействия предел прочности и вязкость смазки могут уменьшаться. Низкая механическая стабильность обуславливает быстрое разрушение, разжижение и вытекание смазки из узлов трения. Качественная смазка не должна значительно изменять свои свойства ни в процессе работы, ни при последующем отдыхе.

Предел прочности – это минимальное удельное напряжение, которое необходимо приложить к смазке, чтобы изменить ее форму и сдвинуть один слой смазки относительно другого. При маленьких нагрузках пластичные смазки сохраняют свою внутреннюю струк-

туру и упруго деформируются подобно твердым телам, а при больших давлениях структура разрушается и смазка ведет себя как вязкая жидкость.

Предел прочности зависит от температуры смазки – с повышением температуры он уменьшается. Предел прочности характеризует способность смазок не вытекать из узлов трения, противостоять сбросу с движущихся деталей (например, подшипников) под влиянием инерционных сил и удерживаться на наклонных и вертикальных поверхностях, не стекая и не сползая. Когда напряжение сдвига превышает предел прочности, смазка начинает течь. Для рабочих температур предел прочности должен быть не ниже 300...500 Па.

Определяют предел прочности с помощью специального прибора – пластомера.

Пенетрация (густота) – условный показатель механических свойств смазок, численно равный глубине погружения в них конуса стандартного прибора за 5 с. Пенетрация – показатель условный, не имеющий физического смысла и не определяющий поведение смазок в эксплуатации. Поскольку этот показатель можно быстро определить, им пользуются в производственных условиях для оценки идентичности рецептуры и соблюдения технологии изготовления смазок. *Число пенетрации* характеризует густоту смазок и колеблется от 170 до 420.

Чем мягче смазка, тем глубже погружается конус и тем выше пенетрация. Лучшей пластичной смазкой будет та, у которой с повышением температуры увеличение пенетрации незначительное.

Эффективная вязкость. Вязкость смазки при одной и той же температуре может иметь различное значение, которое зависит от скорости перемещения слоев относительно друг друга. С возрастанием скорости перемещения слоев вязкость уменьшается, так как частицы загустителя двигаются в соответствии с направлением перемещения и оказывают незначительное сопротивление скольжению. Увеличение концентрации и степени дисперсности загустителя приводит к повышению вязкости смазки. Вязкость смазки зависит от вязкости дисперсной среды (масла) и технологии приготовления смазки.

Вязкость смазки при заданной температуре и определенной скорости перемещения называется *эффективной вязкостью*. Эффективная вязкость характеризует прокачиваемость пластичных смазок по шлангам и трубкам к узлам трения под определенным давлением, зависящим от размеров шлангов и трубок, и минимальную температуру, при которой смазка способна прокачиваться.

Показатель вязкости имеет большое практическое значение. Он помогает определить возможность подачи смазок и заправки в узлы трения с помощью различных заправочных устройств. По вязкости смазки определяют расход энергии на ее перекачку при перемещении смазанных деталей.

Эксплуатационные характеристики смазки улучшаются при понижении ее вязкости с ростом скорости деформации.

Вязкостные свойства смазок в интервале температур -70...+100 °С определяют на специальном приборе.

Температура каплепадения. В пластичной смазке при нагревании происходит необратимый процесс разрушения кристаллического каркаса, и смазка становится текучей. Переход из пластичного состояния в жидкое условно выражается *температурой каплепадения*, т.е. температурой, при которой из стандартного прибора при нагревании падает первая капля смазки. Температура каплепадения смазок зависит от вида загустителя и его концентрации.

По температуре каплепадения выделяют следующие виды смазок:

- тугоплавкие (Т), температура каплепадения которых выше 100 °С;
- среднеплавкие (С), температура каплепадения которых 65...100 °С;
- низкоплавкие (Н), температура каплепадения которых ниже 65 °С.

Во избежание вытекания смазки из узла трения температура каплепадения должна превышать температуру рабочего узла на 15...20 °С.

Смазка с низкой температурой каплепадения не будет удерживаться в механизме и ее придется часто пополнять, а смазка с чрезмерно высокой температурой каплепадения вызовет усиленный нагрев трущихся деталей.

Коллоидная стабильность. Коллоидная стабильность – это способность смазки сопротивляться расслаиванию. Коллоидная стабильность зависит от структурного каркаса смазки, который характеризуется размерами, формой и прочностью связей структурных элементов. На коллоидную стабильность оказывает влияние вязкость дисперсной среды (масла): чем выше вязкость масла, тем труднее ему вытекать.

Выделение масла из смазки увеличивается с повышением температуры и увеличением давления под действием центробежных сил. Нельзя допускать выделения масла в большом объеме, так как смазка может ухудшить или потерять полностью свои смазочные свойства. Для оценки коллоидной стабильности используют различные приборы, способные выпрессовывать масло под действием нагрузки.

Водостойкость – это способность смазки противостоять размыву водой. Растворимость смазки в воде зависит от природы загустителя. Наилучшей водостойкостью обладают парафиновые, кальциевые и литиевые смазки. Натриевые и калиевые – водорастворимые смазки.

Для улучшения эксплуатационных свойств смазок (консервационных, противоизносных, химической стабильности, термостойкости и др.) в них вводят присадки (0,001...5 %). Применяют, как правило, те же присадки, что и в производстве масел: антиокислительные, противоизносные, антикоррозионные, вязкостные и др.

В смазках специального назначения применяют наполнители – различные по составу твердые порошкообразные продукты. Наиболее широко в качестве наполнителей используют графит и дисульфит молибдена.

Классификация, обозначение и применение пластичных смазок. По назначению пластичные смазки разделяют на четыре группы:

- антифрикционные – для снижения износа и трения скольжения сопрягаемых деталей;
- консервационные – для предотвращения коррозии при хранении, транспортировке и эксплуатации;
- канатные – для предотвращения коррозии и износа стальных канатов;
- уплотнительные – для герметизации зазоров, облегчения сборки и разборки арматуры, манжет, резьбовых, разъемных и любых подвижных соединений.

Антифрикционные смазки – самая многочисленная группа пластичных смазок. Их делят на следующие подгруппы:

- С – общего назначения;
- О – для повышенной температуры;
- М – многоцелевые;
- Ж – термостойкие (узлы трения с рабочей температурой > 150 °С);
- Н – низкостойкие (узлы трения с рабочей температурой < 40 °С);
- И – противозадирные и противоизносные;
- Х – химически стойкие;
- П – приборные;
- Т – редукторные (трансмиссионные);
- Д – приработочные пасты;
- У – узкоспециализированные (отраслевые).

Термостойкие смазки. Предел работоспособности термостойких смазок – от 150 до 250 °С. При таких температурах работает ограниченное число механизмов, поэтому термостойкие смазки производят в небольших количествах. Изготавливают их из дефицитных синтетических масел с добавлением специальных загустителей.

Низкостойкие (морозостойкие) смазки работоспособны во всех узлах трения в условиях Крайнего Севера и Арктики.

«Зимол» – морозостойкая смазка – аналог смазки «Литол-24».

«Лита» – многоцелевая морозостойкая рабоче-консервационная смазка, водостойкая.

«ЦИАТИМ-201» – основная морозостойкая смазка для автомобилей, обладает посредственными противозадирными свойствами, при хранении выделяет масло. «Зимол» и «Лита», уступая ей по морозостойкости, превосходят по противозадирным свойствам, работоспособности при повышенных температурах.

Химически стойкие смазки предназначены для узлов трения, имеющих контакт с агрессивными средами. К этой группе относятся смазки ЦИАТИМ-205, ВНИИНП-279. Смазка ЦИАТИМ-205 предохраняет от спекания неподвижные резьбовые соединения, работающие при температуре от -60 до $+50$ °С. По внешнему виду это однородная вазелинообразная мазь от белого до светло-кремового цвета.

К *противозадирным и противоизносным смазкам* относится смазка ЦИАТИМ-203, которая служит для смазывания высоконагруженных шестеренных передач, червячных редукторов, опор скольжения и качения при температуре от -50 до $+90$ °С. Это однородная мазь темно-коричневого цвета без комков.

Консервационные смазки обозначаются буквой «З». Консервационные смазки применяются для защиты металлических изделий от коррозии. В основном это углеводородные смазки, именуемые у нас вазелином. За рубежом практикуется использование в качестве консервационных смазок петролатума, прошедшего дополнительную очистку. Вазелин получают сплавлением петролатума с 20...40 % нефтяного масла (реже с небольшим количеством парафина, церезина, воска).

Канатные смазки обозначаются буквой «К». Канатные смазки служат для предотвращения трения между отдельными проволоками и прядями стальных канатов. Все канатные смазки характеризуются хорошей влагостойкостью, высокой адгезией к металлам и отличными консервационными свойствами.

Уплотнительные смазки предназначены для герметизации зазоров и щелей, подвижных и неподвижных узлов трения. Уплотнительной смазкой является смазка бензиноупорная (БУ). С ее помощью могут быть уплотнены соединения топливопроводов, топливных насосов, кранов систем питания и смазки. Она содержит цинковое мыло, касторовое масло и глицерин. Зимой для понижения вязкости можно добавлять до 25 % спирта.

Уплотнительные смазки имеют три подгруппы:

А – арматурные (для манжет);

Р – резьбовые;

В – вакуумные (для уплотнений в вакуумных системах).

В зависимости от применения смазки могут быть общего назначения, многоцелевые и специализированные.

Смазки общего назначения. *Кальциевые смазки* имеют общее название – солидолы. Это самые массовые и дешевые антифрикционные смазки, относятся к среднеплавким. Кальциевые смазки выпускают следующих марок: солидол Ж, прессолидол Ж, солидол С или прессолидол С.

Солидол С работоспособен при температуре от -20 до 65 °С. Прессолидол С – в диапазоне от -30 до 50 °С.

Солидолы могут применяться и в узлах трения, и как консервационные. Солидолы бывают синтетическими и жировыми. По внешнему виду отличить их практически невозможно: и те и другие представляют собой мягкую маслянистую мазь от светлого до темно-коричневого цвета. От смешивания разных марок солидолов (например, при добавлении смазки в узел) их свойства не ухудшаются. Солидолы выпускаются двух разновидностей: обычные и прессолидолы. Прессолидолы мягче, что облегчает их заправку через прессмасленки при низкой температуре, но снижает верхний температурный предел применения. При нагревании до 80 °С солидолы распадаются, и это делает невозможным их применение в следующих узлах автомобиля: ступицах передних колес, подшипниках водяного насоса, распределителе зажигания.

Натриевые и натриево-кальциевые смазки работают в более широком интервале температур (от -30 до 110 °С) и применяются главным образом в подшипниках качения. Например, смазка автомобильная натриево-кальциевая ЯНЗ-2 почти нерастворима в воде, но при длительном применении во влажной среде эмульгируется. Заменяется универсальной смазкой «Литол-24».

Литиевые смазки получили на сегодняшний день наибольшее распространение благодаря своим ценным эксплуатационным качествам. Во многом они отвечают требованиям, предъявляемым к идеальным смазкам. Первой среди них стоит смазка «Литол-24» – мягкая мазь вишневого, реже коричневого цвета. «Литол-24» может применяться как единая смазка для всех основных узлов трения автомобиля взамен практически всех смазок. Кроме того, «Литол-24» обладает хорошими консервационными свойствами.

Универсальные (многоцелевые) смазки водостойки и работоспособны в широком интервале температур, скоростей и нагрузок. Обладают хорошими консервационными свойствами. Загустителем для них служит литиевое мыло.

«Литол-24» – можно использовать в качестве единой автомобильной смазки, она работоспособна при температуре от -40 до $+130$ °С.

«Фиол-1», «Фиол-2», «Фиол-3» – смазки, аналогичные смазке «Литол-24», но более мягкие, лучше удерживаются в узлах трения.

Специализированные смазки. К специализированным смазкам относятся около 20 марок смазок разного качества. Они наиболее эффективно используются в качестве не сменяемых и не пополняемых смазок в процессе эксплуатации.

«Графитная» – применяется преимущественно в открытых узлах.

«Шрус-4» – для шарниров равных угловых скоростей легковых автомобилей; работоспособна при температуре от -40 до 130 °С, водостойкая, имеет высокие противозадирные и противоизносные свойства.

«ШРБ-4» – для герметизированных шарниров подвесок и рулевого управления, диапазон рабочих температур от -40 до 130 °С.

«ЛСЦ-15» – применяется в шлицевых соединениях, шарнирах и осях приводов педалей, стеклоподъемниках; обладает высокой водостойкостью, адгезией (прилипаемостью) к металлам, хорошими консервационными свойствами.

Выбирать смазки необходимо в соответствии с условиями работы узлов автомобиля и техническими характеристиками, приведенными в табл. 17.1.

Таблица 17.1

Основные характеристики пластичных смазок

Смазка	Вязкость, Па·с, при температуре		Температура при- менения, °С
	-30 °С	20 °С	
Солидол С	1500...3000	80...150	-30 ... $+60$
Пресс-солидол С	500...2000	30...90	-40 ... $+50$
Графитная УСсА	1400...2000	60...100	-20 ... $+60$
ЯНЗ-2	500...700	80...150	-30 ... $+100$
ЦИАТИМ-201	200...350	45...120	-60 ... $+90$
ЦИАТИМ-202	800...3300	50...100	-40 ... $+110$
ЦИАТИМ-203	200...700	70...150	-50 ... $+100$
UI3	600...1000	100...200	-20 ... $+110$
ЛЗ-31	1500...1800	160	-40 ... $+120$
Консталин 1	800...1500	100...200	-20 ... $+110$
Консталин 2	800...1600	100...200	-20 ... $+110$
Литол-24	80...1500	80...120	-40 ... $+130$
ОКБ- 122-7	600...1800	150...200	-40 ... $+100$

Область применения некоторых пластичных смазок представлена в таблице 17.1.

Таблица 17.1.

Применение пластичных смазок в узлах автомобиля

<i>Наименование узла трения</i>	<i>Применяемая марка пластичной смазки</i>
Регулируемые подшипники ступицы колес	«Литол -24», «Зимол»
Подшипники промежуточной опоры карданной передачи	«Литол-24», ЛСЦ-15
Игольчатые подшипники карданных шарниров	№158, «Шрус-4», «ФИОЛ-2У»
Шарниры равных угловых скоростей	«Шрус-4»
Шарниры подвески и рулевого управления, имеющие пресс-масленки	ШРБ-4, «Литол-24», «Солидол С»
Шлицевые соединения	ЛСЦ-15, «Литол-24»
Рессоры (листовые)	Графитная УСс-А, «Лимол»
Подшипники генератора, стартера, электромоторов	ЦИАТИМ-201, №158, «Зимол»

Классификация смазок по NLGI (таблица 18). Классификация пластичных смазок по консистенции (NLGI) была разработана Национальным институтом смазок США. За основу был взят уровень пенетрации (пенетрация – это мера проникновения конусного тела в смазку в течение 5 с , определяемая в 1/10 мм).

Таблица 18

Классификация смазок по NLGI

Пенетрация при температуре 25 °С	Индекс класса консистенции*
445...475	000
400...430	00
355...385	0
310...340	1
265...395	2
220...250	3
175...205	4
130...160	5
85...115	6
Ниже70	7
* Класс NLGI	

На сегодняшний день не существует определенного порядка ни в отношении номенклатуры, ни в отношении маркировки пластичных смазок. Номенклатура выпускаемых смазок неоправданно велика, их марки не отражают эксплуатационных свойств, а противоречивые рекомендации литературы автомобильной тематики ставят в тупик очень многих автолюбителей. Между тем все не так уж и сложно.

3.5 Экономия смазочных материалов

Экономия смазочных материалов напрямую связана с экономией топлива. Причины, влияющие на перерасход топлива, в основном аналогичным образом влияют и на расход смазочных материалов. Для экономии смазочных материалов необходимо руководствоваться ранее описанными в разделе «Экономия топлива» принципами и рекомендациями.

Причины повышенного расхода моторного масла. Перерасход масла в большинстве случаев обусловлен теми же причинами, что и перерасход топлива. Не случайно нормы расхода моторного масла находятся в прямой зависимости от норм расхода топлива. Общий расход моторных масел в современных моделях бензиновых двигателей легковых автомобилей в среднем составляет 0,4...0,6 % от расхода топлива, грузовых – 1,0...1,2 %, а дизелей – 1,6...1,8 %.

Расход масла зависит от его вязкости. Низкая вязкость моторного масла приводит к увеличению расхода, так как оно в большом количестве попадает в камеру сгорания, а также вытекает через различные неплотности между элементами двигателя.

На расход масла влияет износ поршневых колец, поршней и цилиндров двигателя (по этой причине потребность двигателя в масле может возрасти вдвое). Увеличивается расход масла при неисправной системе вентиляции картера, перегреве и переохлаждении двигателя. Особенно большой расход масла наблюдается при неисправных уплотнениях двигателя.

Увеличение скорости прорыва газа в картерное пространство с 15...25 л/мин (новый двигатель) до 60...100 л/мин (изношенный двигатель) увеличивает расход масла в 2–2,5 раза.

Марка масла, требуемого для двигателя, указывается в руководстве по эксплуатации автомобиля. Правильно подобранное масло снижает сопротивление в узлах трения и его расход.

Каждый двигатель, даже в наилучших условиях работы, расходует определенное количество масла в зависимости от своей конструкции. При превышении заданного расхода необходимо определить причины и устранить их.

Основные причины повышенного расхода моторного масла:

- неблагоприятные условия работы двигателя;
- движение машины на большой скорости в течение долгого времени (в этом случае большее количество масла попадает в камеру сгорания, а следовательно, сгорает в ней);
- неполное закрытие клапанов;
- утечки через прокладки, манжеты и т.п.;
- потери, возникающие из-за испарения и зависящие от состава масла;
- использование масла, имеющего несоответствующий двигателю показатель вязкости;
- резкое изменение нагрузки на двигатель.

Для каждого типа двигателя задается диапазон значений расхода масла в зависимости от его качества (щелочности). Особенно важно при этом техническое состояние двигателя.

Основные пути снижения расхода моторных масел. Проблема снижения расхода моторных масел решается в основном за счет уменьшения их потерь на угар и увеличения срока их службы до замены.

Уменьшение расхода масла на угар в двигателях достигается в основном за счет эффективного уплотнения цилиндропоршневой группы и снижения интенсивности износа ее деталей. Так как чрезмерное уменьшение расхода масла на угар может привести к повышенному износу и задиру деталей цилиндропоршневой группы из-за недостаточности их смазывания, возможности снижения расхода масла ограничены.

Увеличение срока службы масел достигается за счет уменьшения до определенного предела удельной (отнесенной к единице мощности двигателя) емкости системы смазки и улучшения качества масел (то есть в результате сокращения интенсивности старения масел в двигателе благодаря созданию большего запаса эксплуатационных свойств масел и совершенствованию конструкции самих двигателей: оптимизации рабочего процесса, качественному газо- и маслоуплотнению цилиндропоршневой группы, обеспечению непрерывного автоматического долива масла и т.п.).

В настоящее время сроки службы масел, используемых в дизелях, система смазки которых оснащена одновременно полнопоточными и частичнопоточными бумажными или центробежными фильтрами, увеличены до 20...60 тыс. км пробега машины. Ведутся работы по увеличению сроков службы моторных масел до 100 тыс. км пробега машины.

Эксплуатационными испытаниями долго работающего масла в двигателе с полнопоточными фильтрами, частичнопоточной центрифугой и устройством для автоматического долива масла, а также в двигателях с полнопоточными и частичнопоточными фильтрами при низких расходах масла на угар и незначительном прорыве картерных газов установлена возможность работы масла без замены на протяжении 160 тыс. км при замене фильтроэлементов через 32 тыс. км.

Экономия трансмиссионных, гидравлических масел и пластичных смазок заключается в их правильном подборе и рациональном использовании, а также в поддержании автомобиля в хорошем техническом состоянии во избежание подтеканий масел и смазок.

Для экономного использования смазочных материалов большое значение имеет их качество. При несоответствии качества смазочных материалов предъявляемым требованиям их расход увеличивается, а показатели работы автомобиля ухудшаются.

Причины потерь смазочных материалов при приеме, хранении и транспортировании. Источниками потерь на нефтебазах могут служить любые объекты, связанные с проведением операций по приему, хранению, подогреву, перекачке и выдаче нефтепродуктов.

При транспортировании, хранении и заправке происходят потери в результате растекания и разбрызгивания масла по наружным поверхностям используемых бочек, ведер и кружек при наливке. Потери происходят из-за подтекания и остатка масел на шлангах, рукавах и раздаточных кранах, в резервуарах, бочках и кружках. Потери масел могут увеличиваться из-за нарушения правил при периодическом сливе отстоя из резервуаров и при удалении остатков масел во время зачистки резервуаров. Не в меньшей степени потери масел зависят от квалификации обслуживающего персонала, технологии заправки, а также от вязкости масла и совершенства применяемого оборудования. Так, при заправке техники при помощи мерной кружки или ведра потери моторного масла достигают 4,56 %, а при заправке с помощью механизированного заправочного агрегата или маслораздаточной колонки – 0,20 %.

Регенерация отработавших масел. Важными источниками сокращения расхода масла является регенерация отработавших масел и обеспечение очистки работающих в двигателе масел за счет надежной работы маслофильтров.

Использование регенерированных масел сокращает расход свежих масел на доливку, а фильтрация масел в процессе работы удлиняет срок их службы и сокращает расход свежих масел на замену.

При сборе и последующем хранении отработавших масел в зоне технического обслуживания автомобилей необходимо обеспечить такую их организацию, чтобы исключить смешение нефтепродуктов разных групп.

На качество регенерированного масла значительное влияние оказывает принятый порядок его сбора. Для каждого сорта масла следует выделить отдельную тару, на которой должен быть указан сорт отработавшего масла. Смешивание различных сортов отработавших масел ведет к их порче и не позволяет получить полноценного продукта при регенерации. Резервуары и бочки, предназначенные для сбора отработавших масел, должны быть закрыты крышками и защищены от воды, песка, пыли.

Для восстановления первоначальных свойств из отработавших масел следует удалить механические примеси, топливные фракции, воду, органические кислоты, нейтральные и кислые смолы, асфальтены и т. д.

Регенерацию производят следующими способами: отстой и фильтрация; контактирование и фильтрация; отгон топлива, контактирование и фильтрация; обработка кислотой или щелочью, отгон топлива, контактирование и фильтрация. При каждом способе регенерации отработавшее масло обязательно предварительно отстаивается в баке с коническим дном для отделения механических примесей и воды. При отстое с подогревом температура масла поддерживается в пределах 50...90 °С. Время отстоя в зависимости от степени загрязнения и температуры масла составляет от 4 до 48 ч.

Отработавшие нефтепродукты различают по группам: ММО – масла моторные, МИО – масла индустриальные, СНО – слив нефтепродуктов.

При регенерации ММО и МИО из масла удаляют механические примеси и воду, отгоняют легкие фракции, а затем проводят щелочную или контактную очистку.

Простейшим способом регенерации является комбинация отстоя и фильтрации. По этому способу могут быть регенерированы только трансмиссионные масла.

При регенерации по способу контактирования и фильтрации к отработавшему маслу, после его подогрева и отстоя, добавляют 3...10 % отбеливающей глины, а затем масло фильтруют.

Автомобильные масла для бензиновых и дизельных двигателей регенерируют по способу отгона топлива, контактирования и фильтрации, используя при этом специальные установки.

Технологический процесс регенерации автомобильных масел с комплексными присадками состоит из обработки масла поверхностно-активными веществами (коагулянтами), отстоя, перемешивания масла с отбеливающей глиной и водой, отгонки топлива и воды, фильтрации. В качестве поверхностно-активных веществ могут быть использованы концентрированная серная кислота (0,25...0,50 % от количества масла), кальцинированная сода и тринатрийфосфат.

Себестоимость регенерированного масла обычно в 1,3 раза меньше себестоимости свежего масла.

3.6 Качество смазочных материалов

Качество продукции – совокупность свойств продукции, обуславливающих ее способность удовлетворять определенные потребности в соответствии с назначением.

Качество смазочных материалов характеризуется свойствами, которые определяют степень их пригодности для конкретного назначения.

Определение качества и марки масел. В автохозяйствах чаще возникает потребность в определении качества не свежего, а работавшего масла, при этом могут быть использованы лишь простейшие способы, не требующие лабораторных условий. К ним относится способ определения содержания в масле нерастворимых и растворимых примесей по масляному пятну.

Суть способа состоит в следующем: на белую фильтровальную бумагу наносится капля масла, которая, растекаясь, образует пятно. В отличие от пятна свежего масла пятно отработавшего темнее и не сплошное, а состоит из ядра и пояска. В ядре собираются не растворимые в масле частицы (механические примеси), поэтому оно имеет более темный цвет, чем поясок.

Растворимые примеси (органические кислоты, смолы и др.) распределяются по всему пятну и также, в зависимости от их количества, придают разную окраску пояску. Поэтому о степени окисления масла судят по цвету пояска.

Масляное пятно со временем меняет свой цвет, поэтому делать по нему заключение необходимо сразу после того, как капля расплывется.

Рекомендуют оценивать качество масла по пятну его капли следующим образом: если ядро имеет черный цвет (как капля туши на обычной бумаге) и его цвет не становится светлее после замены фильтра, то такое масло содержит большое количество механических примесей и его нужно менять. Масло с цветом ядра от светло-коричневого до темно-серого пригодно для дальнейшей эксплуатации.

Если поясок имеет коричневый или темно-коричневый цвет, то масло нужно менять, так как оно слишком окислилось. Масло с таким же цветом пояска, как у свежего, т. е. от белого до светло-желтого, а также со светло-коричневым пояском пригодно для дальнейшего использования.

По отношению диаметра всего пятна к диаметру ядра можно судить о моющей способности масла. Масла без моющих присадок имеют это отношение 3 и более, а самая высокая моющая способность у масел, имеющих отношение диаметров, равное 1, т. е. пятно не имеет ядра.

С известной условностью о загрязненности масла примесями можно судить по меткам на конце щупа. Для этого из картера прогретого двигателя быстро вынимают щуп и рассматривают на нем метки, покрытые слоем масла. Если метки хорошо видны, то на таком масле можно продолжать работу. Если же метки не видны, а фильтры исправны, то масло нужно менять.

Вода в масле может быть обнаружена отстаиванием в течение 2...3 ч залитого в прозрачную посуду прогретого масла, по пузырькам водной эмульсии при сливе масла или нагревании масла в пробирке до 100...105°C. В последнем случае при наличии влаги масло будет вспениваться. Кроме того, пары воды, охлаждаясь, будут осаждаться мельчайшими капельками на холодных стенках верхней части пробирки.

Представление о количестве образовавшихся в двигателе осадков и необходимости промывки картера можно получить по их наличию на стенках клапанной крышки.

Качество свежих масел, поступающих в автохозяйство, контролируется прежде всего по паспорту. На основании данных последнего можно установить соответствие показателей физико-химических свойств масла, предусмотренных стандартами или техническими условиями.

Качество свежих масел можно проверить теми же упрощенными способами, что и работающих, но пользоваться нужно другими количественными критериями.

Так, свежее масло не должно быть загрязнено примесями, поэтому пятно от капли должно быть одинакового цвета по всей своей площади. В свежем масле не допускается содержание воды, и если она обнаружена, то масло необходимо забраковать.

Различить масла разных марок по таким их внешним признакам, как цвет и запах, – задача трудная, так как эти признаки не являются достаточно характерными. Поэтому необходимо внимательно следить, чтобы на таре были бы четко нанесены наименования хранящихся в ней масел.

Определение качества и марки пластичных смазок. Необходимость определения в автохозяйстве марки пластичной смазки возникает довольно часто, так как номенклатура используемых смазок велика, а по внешнему виду они мало отличаются. Пользуясь такими признаками, как цвет, влагостойкость, растворимость в бензине и жировое пятно, можно установить вид пластичной смазки, а в некоторых случаях ориентировочно и конкретную ее марку.

Цвет может служить хорошим признаком для графитной смазки, имеющей оттенки от темно-коричневого до черного, и до некоторой степени для технического вазелина, имеющего оттенки от светло-коричневого до темно-коричневого и прозрачного в тонком слое. Остальные же пластичные смазки могут иметь цвет от светло-желтого до темно-коричневого, и различить их по этому признаку нельзя.

Влагостойкость дает возможность отличить солидолы и технический вазелин от других смазок, прежде всего от консталинов. При растирании пальцами смазки с небольшим количеством воды солидолы и технический вазелин (влагостойкие смазки) не намыливаются и не смываются.

Растворимость в бензине позволяет различить смазку на немывльном загустителе (защитные смазки) от смазок на мыльном загустителе (антифрикционные смазки). Смазка на немывльном загустителе, смешанная с четырехкратным количеством бензина и подогретая до 60 °С, растворяется и превращается в прозрачный раствор, а смазка на мыльном загустителе не растворяется.

Жировое пятно, образовавшееся на фильтровальной бумаге от нанесения на нее комочка пластичной смазки, может послужить признаком для определения ее вида. Фильтровальная бумага с пластичной смазкой подогрывается над каким-либо источником тепла, от

чего смазка полностью или частично расплавляется, образуя масляное пятно. Технический вазелин расплавляется полностью, оставляя равномерное желтое пятно. Графитная смазка образует темное пятно с четко видимыми включениями графита. Солидолы оставляют пятно с мягким остатком в центре обычно того же цвета, что и пятно. Консталины и кальциево-натриевые смазки образуют пятно меньшего диаметра и остаются частично на бумаге в нерасплавленном виде и при интенсивном нагреве до обугливания бумаги.

Поступающие в автохозяйства пластинчатые смазки по физико-химическим свойствам должны полностью отвечать соответствующим стандартам или техническим условиям.

По внешнему виду пластичная смазка должна представлять собой однородную массу без наличия комков, посторонних включений, примесей или выделившегося масла. Смазка, не отвечающая этим условиям, должна быть забракована.

Для проверки наличия абразивных примесей комки смазки растираются между двумя стеклами или же между пальцами. Механические примеси обнаруживаются также путем расплавления комка смазки на фильтровальной бумаге.

Показатели качества пластических смазок регламентируются установленными стандартами и техническими условиями.

Сохранение качества смазочных материалов при приеме, хранении и транспортировании. Нефтепродукт следует сливать в первую очередь в тот резервуар, в котором хранился продукт той же марки.

В случае поступления нефтепродукта высшего сорта в резервуар, в котором ранее хранился продукт более низкого сорта, необходимо подготовить резервуар в соответствии с требованиями государственных стандартов, чтобы не снизить качество сливаемого продукта.

Хранят смазочные масла и технические жидкости чаще всего в резервуарах, установленных под землей, а также в специальной таре в отапливаемом помещении. Резервуары для хранения масел вместо дыхательного клапана могут быть снабжены вентиляционной трубкой с набивной металлической сеткой или проволокой.

Обвязка резервуаров приемно-сливными трубопроводами должна исключать случаи смешивания нефтепродуктов разных марок при их приеме, хранении и выдаче. Для предупреждения случайного смешивания нефтепродуктов все технические средства, используемые при их транспортировании, хранении, перекачке и для заправки техники, должны иметь четкую, легко запоминающуюся маркировку. Маркировка должна наноситься (устанавливаться, закрепляться) на технические средства сразу же после их заполнения нефтепродуктом и сохраняться в течение всего срока их транспортирования или хранения.

Задания для закрепления

1. Пластичные смазки предназначены для _____

2. К автомобильным пластичным смазкам предъявляются следующие требования:

3. В состав пластичных смазок входят следующие основные элементы:

4. Основными преимуществами смазок по сравнению с маслами являются:

5. Механическая стабильность пластичных смазок – это _____

6. Предел прочности пластичной смазки – это _____

7. Пенетрация – это _____

8. Эффективной вязкостью называется _____

9. Температура каплепадения – это _____

10. По температуре каплепадения смазки делят на следующие виды:

- _____ (), температура каплепадения _____;
- _____ (), температура каплепадения _____;
- _____ (), температура каплепадения _____.

11. Коллоидная стабильность пластичной смазки – это _____

12. Водостойкость пластичной смазки – это _____

13. По назначению пластичные смазки делят на следующие группы:

- 1) _____ предназначены для _____;
- 2) _____ предназначены для _____;
- 3) _____ предназначены для _____;
- 4) _____ предназначены для _____.

14. В зависимости от применения пластичные смазки делят на следующие виды:

15. Главными причинами повышенного расхода моторного масла являются:

16. Уменьшение расхода масла на угар в двигателях достигается в основном за счет

17. Увеличение срока службы масел до замены достигается путем _____

18. Определение содержания в масле нерастворимых и растворимых примесей простым (не лабораторным) способом заключается в следующем:

19. При растирании пальцами смазки с небольшим количеством воды солидолы и технический вазелин (влагостойкие смазки) ведут себя следующим образом:

20. Растворимость в бензине позволяет различить следующие виды пластичных смазок: _____

Контрольные вопросы

1. Опишите назначение и требования к пластичным смазкам.
2. Опишите состав пластичных смазок.
3. Опишите основные преимущества смазок по сравнению с маслами.
4. Перечислите и кратко поясните эксплуатационные свойства пластичных смазок.
5. Перечислите и охарактеризуйте группы пластичных смазок по их назначению.
6. На какие подгруппы делят антифрикционные смазки и как их обозначают?
7. На какие подгруппы делят уплотнительные смазки и как их обозначают?
8. Назовите несколько пластичных смазок общего назначения и охарактеризуйте их.
9. Назовите несколько универсальных пластичных смазок и охарактеризуйте их.
10. Назовите несколько специализированных пластичных смазок и охарактеризуйте их.
11. Назовите несколько химически стойких пластичных смазок и охарактеризуйте их.
12. Назовите несколько морозостойких пластичных смазок и охарактеризуйте их.
13. Перечислите основные причины повышенного расхода моторных масел.
14. Перечислите основные пути снижения расхода моторных масел.
15. В чем заключается экономия трансмиссионных, гидравлических масел и пластичных смазок?
16. Перечислите причины потерь смазочных материалов при приеме, хранении и транспортировании.
17. Опишите процесс и назначение регенерации отработавших масел.
18. Опишите процесс определения качества и марки масел с помощью простейшего (не лабораторного) способа – определения содержания в масле нерастворимых и растворимых примесей по масляному пятну.
19. Опишите особенности процессов установления вида пластичной смазки (а в некоторых случаях ориентировочно и конкретную ее марку) по таким ее признакам, как цвет, влагостойкость, растворимость в бензине и жировое пятно.

4. Автомобильные специальные жидкости

4.1 Жидкости для систем охлаждения

Топливо, сгорая в двигателе, нагревает его детали. Когда двигатель перегревается, ухудшается наполнение цилиндров, процесс смазывания нарушается, появляется детонация, калильное зажигание, увеличивается расход топлива, снижается мощность двигателя, а в конечном итоге двигатель может заклинить. Для поддержания нормальной температуры двигателя охлаждают, используя для этого охлаждающие жидкости (ОЖ).

Для обеспечения устойчивой, эффективной и стабильной работы системы охлаждения охлаждающие жидкости должны обладать определенными свойствами:

- высокой температурой кипения (во избежание образования паровых пробок и потерь жидкости);
- низкой температурой замерзания;
- высокой теплоемкостью и теплопроводностью;
- высокой химической и физической стабильностью;
- коррозионной пассивностью;
- не разъедать резиновые детали;
- оптимальной вязкостью;
- не образовывать накипь;
- низкой стоимостью и недефицитностью;
- нетоксичностью и пожаробезопасностью.

При температуре выше нуля всем перечисленным требованиям отвечает вода, преимуществами которой являются безвредность, доступность, стоимость. Вязкость воды обеспечивает легкость ее циркуляции в системе охлаждения. Вода обладает большой теплоемкостью.

Однако вода обладает и существенными недостатками, затрудняющими ее применение в качестве охлаждающей жидкости. При 0 °С она замерзает, увеличиваясь в объеме примерно на 10 % и вызывая разрушение системы охлаждения при дальнейшем понижении температуры окружающего воздуха. При использовании воды в качестве охлаждающей жидкости образование отложений в системе охлаждения двигателя определяется в основном наличием растворенных в воде солей, образующих накипь, теплопроводность которой приблизительно в 100 раз меньше, чем теплопроводность стали. Отложение накипи в системе охлаждения вызывает нарушение теплового режима работы двигателя, увеличивает расход топлива и масла.

Для предотвращения возможных последствий замерзания воды в системе охлаждения и снижения трудоемкости ежесменного технического обслуживания на современных автомобилях в качестве охладителя используют низкотемпературные жидкости (т.е. жидкости, температура замерзания которых ниже –40 °С).

В современных автомобильных двигателях в качестве охладителя применяют низкотемпературные охлаждающие жидкости, или *антифризы* (рис. 12). Антифриз (от англ. freeze – «замерзает») – это собирательное понятие, обозначающее любые низкотемпературные жидкости, применяемые для охлаждения двигателей внутреннего сгорания, промышленных теплообменников и других установок (в том числе систем отопления), работающих при температурах ниже 0 °С. Наибольшее распространение получили этиленгликолевые антифризы, представляющие собой раствор этиленгликоля в воде. Этиленгликоль – это двухатомный спирт, бесцветная и без запаха жидкость, кипящая при температуре 197 °С и застывающая при –12 °С. Водные растворы этиленгликоля застывают при более низкой температуре. Так, раствор, содержащий 67 % этиленгликоля и 33 % воды, застывает при температуре –75 °С.



Рис. 12. Разновидности антифризов

Механизм действия водных растворов этиленгликоля представлен на рис. 13, показывающем зависимость температуры замерзания антифриза от процентного содержания этиленгликоля (кривая кристаллизации). Свойства водных растворов этиленгликоля представлены в табл. 19.

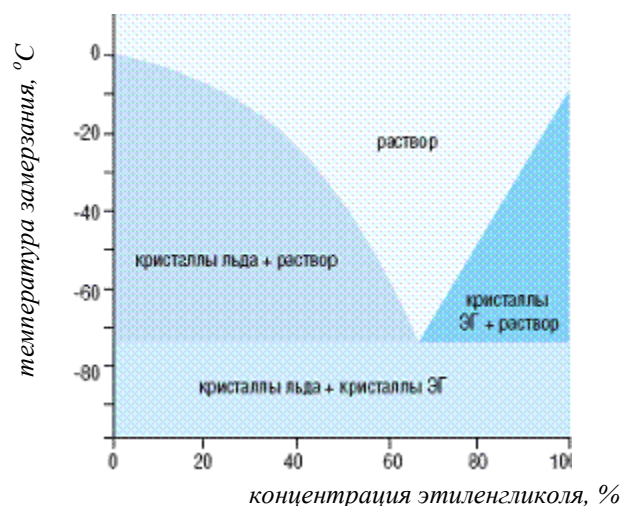


Рис. 13. Зависимость температуры замерзания антифриза от процентного содержания этиленгликоля (кривая кристаллизации)

Таблица 19

Свойства водных растворов этиленгликоля

Концентрация этиленгликоля, % по массе	Температура замерзания, °C
26,4	-10
36,4	-20
45,6	-30
52,6	-40
58,0	-50
63,1	-60
66,0	-65
66,7	-75
72,1	-60
78,4	-50

Этиленгликолевые антифризы имеют повышенную коррозионную активность к металлам и разрушают резину. Для устранения этих недостатков в антифризы вводят присадки: декстрин, предохраняющий от разрушения свинцово-оловянистый припой, алюминий и медь; динатрийфосфат, защищающий черные металлы, медь и латунь. Иногда вводят молибденовый натрий, предотвращающий коррозию цинковых и хромовых покрытий на деталях системы охлаждения. В этом случае к марке антифриза добавляют индекс «М».

Отечественной промышленностью выпускаются следующие марки антифризов: простые антифризы – 40, 65, 40М, 65М; тосолы – «Тосол А», «Тосол А-40», «Тосол А-65». Антифриз марки 40 представляет собой смесь 53 % этиленгликоля и 47 % воды, имеет температуру замерзания не выше $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, а антифриз марки 65, содержащий 66 % этиленгликоля и 34 % воды, – не выше $-65\text{ }^{\circ}\text{C}$. «Тосол А» – концентрированный этиленгликоль с присадками. Для получения антифризов марок 40 или 65 его необходимо растворить в соответствующем количестве дистиллированной воды. В антифризы вводят краситель.

В России исторически сложившимся синонимом слова антифриз является тосол. Зачастую под антифризом понимают импортный аналог тосолов. Собственно само слово «ТОСОЛ» – название первого автомобильного антифриза, разработанного специально для использования в системе охлаждения «Жигулей» и получившего широкую известность.

Тосол предназначен для охлаждения двигателей автомобилей в любое время года при любых температурах, до $-65\text{ }^{\circ}\text{C}$. Внешне стандартный «Тосол-40» представляет собой жидкость голубого цвета, «Тосол-65» – красный, впрочем, цвет – исключительно вопрос пристрастий производителя, никак не влияющий на свойства. Так, в Германии антифриз темно-зеленого цвета, а в Италии – красный. Основным назначением окрашивания современных ОЖ является информирование потребителя о составе ОЖ – органическая основа пакета присадок или неорганическая – с целью определения возможностей смешивания разных ОЖ.

Тосолы отличаются от простых антифризов наличием противопенных и антифрикционных присадок (рис. 14). Цифра в марке антифриза показывает наивысшую температуру застывания.



Рис. 14. Разновидности тосолов

Особенности антифриза. Этиленгликоль – сильный яд, поэтому после контакта с ним необходимо тщательно вымыть руки.

При эксплуатации в первую очередь испаряется вода, это изменяет состав, а следовательно, и температуру застывания антифриза.

Поскольку антифризы различаются по рецептуре, смешивать разные марки между собой не следует.

Необходимо также следить за тем, чтобы в этиленгликолевые жидкости не попадали бензин и другие нефтепродукты, так как в этом случае распадаются присадки, а также это вызывает вспенивание и выброс жидкости через пробку радиатора.

В отличие от воды антифризы при замерзании почти не изменяют своего объема и не представляют опасности для деталей системы охлаждения двигателя.

Правила обращения с антифризами:

- нельзя засасывать антифриз через шланг ртом (этиленгликоль – пищевой яд);
- перед заливкой антифриза в систему следует убедиться в надежной ее герметизации (антифриз способен просачиваться через малейшие неплотности);
- при замене или после слива антифриза систему охлаждения двукратно промывают чистой водой, прогревая ее на работающем двигателе до температуры 60 °С;
- во избежание повреждения окрашенных поверхностей не допускают попадания на них антифриза;
- так как антифризы обладают большим коэффициентом расширения при их нагревании, не следует заполнять систему охлаждения: а) без расширительного бачка – более чем на 93...95 % от ее полного объема; б) с расширительным бачком – на 3...5 см выше метки на стенке бачка;
- при понижении уровня антифриза из-за испарения жидкости в системе охлаждения доливают воду (так как этиленгликоль не испаряется);
- в зимнее время регулярно проверяют плотность антифриза гидрометром. Антифризы, плотность которых при 20 °С меньше 1,07 и больше 1,10, к применению не пригодны.

Срок службы охлаждающих жидкостей ограничивается. Опытным путем установлено, что «Тосол» надежно работает два года, а при интенсивной эксплуатации – в течение 60 тыс. км пробега.

Классификации охлаждающих жидкостей. Общепринятых классификаций (спецификаций), как, например, в области моторных масел (API, ACEA), не существует. Требования, достаточно сильно расходящиеся по некоторым пунктам, и официальные представления моторостроителей нельзя перекрыть одним (для всех типов двигателей) качеством. Охлаждающие жидкости можно подразделить на три типовые группы:

- Basic (основные);
- средства, не содержащие нитритов – кроме того, в них могут отсутствовать амины, фосфаты;
- средства, не содержащие силикатов – кроме того, в них могут отсутствовать амины, фосфаты, нитриты.

В России государственные стандарты нормируют основные показатели охлаждающих жидкостей на основе этиленгликоля (концентрата, ОЖ-40, ОЖ-65): внешний вид, плотность, температуру начала кристаллизации, коррозионное воздействие на металлы, вспениваемость, набухание резины и т.д. Но стандарты не оговаривают состав и концентрацию присадок, а также смешиваемость жидкостей. Их, а также цвет охлаждающих жидкостей (синий, зеленый, желтый и т.п.) выбирает изготовитель. Государственных стандартов, регламентирующих срок службы антифриза и условия ресурсных испытаний, пока нет. Техническая сертификация охлаждающих жидкостей необязательна.

Технические требования к зарубежным концентратам охлаждающих жидкостей для легковых автомобилей и легких грузовиков отражены в одних стандартах, а для грузовых автомобилей и тяжелой техники – в других.

Кроме общих стандартов, многие изготовители автомобилей применяют свои спецификации с дополнительными требованиями. Например:

нормы General Motors USA:

- Antifreeze Concentrate GM 1899-M, GM 6038-M, система нормативов G концерна Volkswagen:
- G 11 – для легковых автомобилей или легких грузовиков (присадки неорганические, допускается присутствие силикатов);
- G 12 – для тяжелой техники или новой автотехники (присадки органические, включают карбоксилатные соединения, силикаты отсутствуют).

4.2 Жидкости для гидравлических систем

4.2.1 Тормозные жидкости

Тормозные жидкости применяются для заполнения систем гидравлического или гидропневматического привода тормозных механизмов, а также для гидравлического привода выключателя сцепления. Тормозные жидкости (жидкости для гидравлического привода тормозного механизма) служат в качестве рабочего элемента для передачи усилия от педали тормозного механизма до колодок.

Тормозные жидкости должны соответствовать следующим требованиям:

- не вызывать коррозии металлических деталей, набухания и разрушения резины;
- обладать хорошими вязкостно-температурными смазывающими свойствами;
- иметь высокую температуру кипения;
- быть стабильными (не расслаиваться и не выпадать в осадок, не вспениваться).

Тормозная жидкость является одной из наиболее важных эксплуатационных жидкостей в автомобиле, от качества которой зависит надежность работы тормозной системы и безопасность. Ее основная функция – передача энергии от главного тормозного цилиндра к колесным цилиндрам, которые прижимают тормозные накладки к тормозным дискам или барабанам. Тормозные жидкости состоят из основы (ее доля 93...98 %) и различных добавок, присадок, иногда красителей (остальные 2...7 %). По своему составу они делятся на минеральные (касторовые), гликолевые и силиконовые.

Минеральные (касторовые) – представляют собой различные смеси касторового масла и спирта, например бутилового (БСК) или амилового спирта (АСК), имеют сравнительно невысокие вязкостно-температурные свойства, так как застывают при температуре $-30 \dots -40 \text{ }^\circ\text{C}$ и закипают при температуре $+115 \text{ }^\circ\text{C}$. Такие жидкости обладают хорошими смазывающими и защитными свойствами, не гигроскопичны, не агрессивны к лакокрасочным покрытиям. Но они не соответствуют международным стандартам, имеют низкую температуру кипения (их нельзя применять на машинах с дисковыми тормозами) и становятся слишком вязкими уже при $-20 \text{ }^\circ\text{C}$.

Минеральные жидкости нельзя смешивать с жидкостями на другой основе, так как возможно набухание резиновых манжет, узлов, гидропривода и образование сгустков касторового масла.

Гликолевые тормозные жидкости, состоят из спиртогликолевой смеси, многофункциональных присадок и небольшого количества воды. У них высокая температура кипения, хорошие вязкостные и удовлетворительные смазывающие свойства.

Основным недостатком гликолевых жидкостей является гигроскопичность (склонность поглощать воду из атмосферы). В эксплуатации это в основном происходит через компенсационное отверстие в крышке бачка главного тормозного цилиндра. Чем больше воды растворено в тормозной жидкости, тем ниже ее температура кипения, больше вязкость при низких температурах, хуже смазываемость деталей и сильнее коррозия металлов.

Отечественная тормозная жидкость «Нева» имеет температуру кипения не ниже $+195 \text{ }^\circ\text{C}$ и окрашена в светло-желтый цвет.

Гидротормозные жидкости «Томь» и «Роса» по свойствам и цвету аналогичны «Неве», но имеют более высокие температуры кипения. У жидкости «Томь» эта температура составляет $+207 \text{ }^\circ\text{C}$, а у жидкости «Роса» $+260 \text{ }^\circ\text{C}$. С учетом гигроскопичности при содержании влаги 3,5 % фактические температуры кипения для этих жидкостей равны соответственно $+151$ и $+193 \text{ }^\circ\text{C}$, что превосходит аналогичный показатель ($+145 \text{ }^\circ\text{C}$) для жидкости «Нева».

В России нет единого государственного или отраслевого стандарта, регламентирующего показатели качества тормозных жидкостей. Все отечественные производители тормозных жидкостей работают по собственным ТУ, ориентируясь на нормы, принятые в США и странах Западной Европы (стандарты SAE – Общество автомобильных инженеров (США),

ISO (DIN) – Международная организация по стандартизации, FMVSS – Федеральный стандарт США по безопасности автомобилей.

Наиболее популярными на данный момент являются отечественные и импортные гликолевые жидкости, классифицируемые по температуре кипения и по вязкости в соответствии с нормами DOT – Department of Transportation (Министерство транспорта, США) (рис. 15).



Рис. 15. Разновидности тормозных жидкостей

Различают температуру кипения «сухой» жидкости (не содержащей воды) и увлажненной (с содержанием воды 3,5 %). Вязкость определяют при двух значениях температуры: +100 °С и –40 °С (табл. 20).

Таблица 20

Характеристики тормозных жидкостей

Стандарт	Точка кипения (свежая /сухая)	Точка кипения (старая / мокрая)	Вязкость при 400 °С	Цвет	Основа
DOT 3	205 °С	140 °С	1500	Бесцветная или янтарная	Полиалкилен гликоль
DOT 4	230 °С	155 °С	1800	Бесцветная или янтарная	Борная кислота/ гликоль
DOT 4+	260 °С	180 °С	1200...1500	Бесцветная или янтарная	Борная кислота/ гликоль
DOT 5.1	260 °С	180 °С	900	Бесцветная или янтарная	Борная кислота/ гликоль

Область применения тормозных жидкостей:

- DOT 3 – на относительно тихоходных автомобилях с барабанными тормозами или дисковыми передними тормозами;
- DOT 4 – на современных быстроходных автомобилях с преимущественно дисковыми тормозами на всех колесах;
- DOT 5.1 – на дорожных спортивных автомобилях, где тепловые нагрузки на тормоза высокие.

Отечественные и импортные гликолевые жидкости классов DOT 3, DOT 4 и DOT 5.1 взаимозаменяемы, но смешивать их нежелательно, так как основные свойства при этом могут ухудшаться.

На автомобилях, выпущенных более двадцати лет тому назад, резина манжет может быть несовместимой с гликолевыми жидкостями – для них необходимо использовать только минеральные тормозные жидкости (или придется менять все манжеты).

Силиконовые тормозные жидкости изготавливаются на основе кремний-органических полимерных продуктов. Их вязкость мало зависит от температуры, они инертны к различным материалам, работоспособны в диапазоне температур от -100 до $+350$ °С и не адсорбируют влагу. Но их применение ограничивают недостаточные смазывающие свойства.

Основанные на силиконе жидкости несовместимы с другими.

Силиконовые жидкости класса DOT 5 следует отличать от полигликолевых DOT 5.1, так как сходство наименований может привести к путанице.

Для этого на упаковке дополнительно обозначают:

- DOT 5 – SBBF («silicon based brake fluids» – тормозная жидкость, основанная на силиконе);
- DOT 5.1 – NSBBF («non silicon based brake fluids» – тормозная жидкость, не основанная на силиконе).

Жидкости класса DOT 5 на обычных транспортных средствах практически не применяются.

Кроме основных показателей – по температуре кипения и величине вязкости, тормозные жидкости должны отвечать другим требованиям.

Воздействие на резиновые детали. Между цилиндрами и поршнями гидропривода тормозов установлены резиновые манжеты. Герметичность этих соединений повышается, если под воздействием тормозной жидкости резина увеличивается в объеме (для импортных материалов допускается расширение не более 10 %). В процессе работы уплотнения не должны чрезмерно разбухать, давать усадку, терять эластичность и прочность.

Воздействие на металлы. Узлы гидропривода тормозов изготавливаются из различных металлов, соединенных между собой, что создает условия для развития электрохимической коррозии. Для ее предотвращения в тормозные жидкости добавляют ингибиторы коррозии, защищающие детали из стали, чугуна, алюминия, латуни и меди.

Смазывающие свойства. Смазывающие свойства тормозной жидкости определяют износ рабочих поверхностей тормозных цилиндров, поршней и манжетных уплотнений.

Термостабильность. Тормозные жидкости в интервале температур от -40 до $+100$ °С должны сохранять исходные свойства (в определенных пределах), противостоять окислению, расслаиванию, образованию осадков и отложений.

Гигроскопичность – способность тормозных жидкостей на полигликолевой основе поглощать воду из окружающей среды. Чем больше воды растворено в ТЖ, тем ниже ее температура кипения. При низких температурах ТЖ раньше закипает, сильнее густеет, хуже смазывает детали, а металлы в ней корродируют быстрее.

На современных автомобилях, в силу целого ряда преимуществ, применяются в основном гликолевые тормозные жидкости. За год они могут «впитать» до 2...3 % влаги, и их нужно периодически заменять, не дожидаясь, когда состояние приблизится к опасному пределу. Наличие в тормозной жидкости всего 2...3 % воды снижает температуру кипения примерно на 70 °С. На практике это означает, что при торможении DOT-4, например, закипит, не разогревшись и до 160 °С, в то время как в «сухом» (то есть без влаги) состоянии это произойдет при 230 °С. Последствия будут такие же, как если бы в тормозную систему попал воздух: педаль становится колом, тормозное усилие резко ослабевает. На рисунке 16 приведена зависимость температуры кипения тормозной жидкости от объемной концентрации в ней воды.

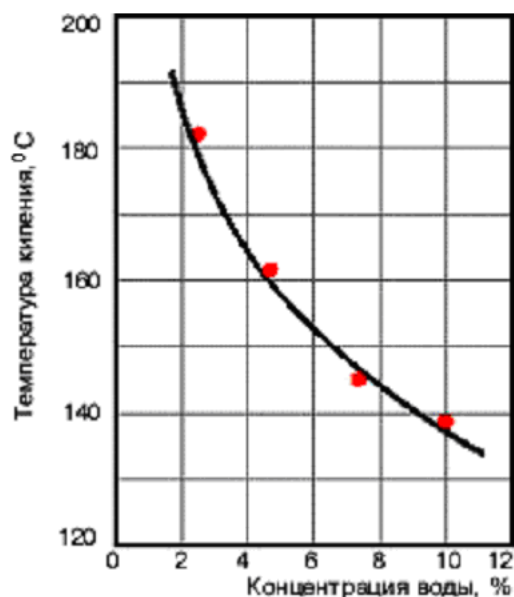


Рис. 16. Зависимость температуры кипения тормозной жидкости от объемной концентрации в ней воды

Периодичность замены тормозной жидкости указывается в инструкции по эксплуатации автомобиля и обычно составляет от 1 до 3 лет или 30...40 тыс. км.

Объективно оценить свойства тормозной жидкости можно только в результате лабораторных исследований. На практике состояние тормозной жидкости оценивают визуально – по внешнему виду. Она должна быть прозрачной, однородной, без осадка. Существуют приборы для определения состояния тормозной жидкости по температуре кипения или степени увлажнения. Добавление свежей тормозной жидкости при прокачке системы, осуществляемой после ремонтных работ, практически не улучшает ситуацию, поскольку значительная часть ее объема при этом не меняется.

Жидкость в гидросистеме нужно заменять полностью.

Хранить любую тормозную жидкость нужно только в герметично закрытой емкости, чтобы она не контактировала с воздухом, не окислялась, не набирала влагу и не испарялась, в этом случае жидкость хранится до 5 лет.

4.2.2 Амортизаторные жидкости

На современных автомобилях устанавливают преимущественно гидравлические амортизаторы телескопического типа. Используемые в них амортизаторные жидкости работают в жестких условиях: при эксплуатации автомобилей в южных районах летом они нагреваются до 120...140 °C, а при эксплуатации зимой в северных районах их температура может опускаться до –60 °C. При этом давление жидкости в амортизаторах автомобилей может достигать 10 МПа.

Амортизаторные жидкости должны обладать хорошими смазывающими и антикоррозионными свойствами, иметь низкую температуру застывания и достаточную вязкость при высоких температурах, обеспечивать хорошую износостойкость амортизаторов. Амортизаторные жидкости не должны быть склонны к пенообразованию, так как это снижает энергоемкость амортизатора и нарушает условия смазывания пар трения. Также важными характеристиками амортизаторных жидкостей являются стабильность против окисления, механическая стабильность, испаряемость и совместимость с резиновыми уплотнениями.

В качестве амортизаторной жидкости в автомобилях используют нефтяные маловязкие масла (веретенное марки АУ) или смесь трансформаторного и турбинного масел в соот-

ношении 1:1. Однако эти масла имеют недостаточно хорошие вязкостно-температурные характеристики.

Основным показателем для амортизаторных жидкостей является вязкость. Большинство рабочих жидкостей, применяемых в телескопических амортизаторах, имеет следующие значения вязкости: при температуре 20 °С – 30...60 мм²/с; 50 °С – 10...16 мм²/с; 100 °С – 3,5...6,0 мм²/с. Высокие требования предъявляются к вязкости амортизаторной жидкости при отрицательных температурах. Так, при температуре –20 °С вязкость не должна превышать 800 мм²/с. При более высокой вязкости работа амортизатора резко ухудшается и происходит блокировка подвески. Уже при температуре –30 °С вязкость товарных амортизаторных жидкостей превышает 2000 мм²/с, а при –40 °С достигает 5 000...10 000 мм²/с. При таких температурах обеспечить требуемую вязкость могут амортизаторные жидкости на синтетической основе.

В настоящее время в России выпускают следующие марки амортизаторных жидкостей: МГП-10, МГП-12, АЖ-12Т и ГРЖ-12.

Жидкость МГП-10, изготавливаемая из высокоочищенного масла с присадками, улучшающими его эксплуатационные свойства, была впервые выпущена для автомобилей ВАЗ. Амортизаторная жидкость МГП-10 – прозрачная, цвет – от светло-желтого до светло-коричневого. По составу – смесь трансформаторного масла и полисилоксановой жидкости с добавлением животного жира, антиокислительной и противопенной присадок. Температура застывания не выше –40 °С. Применяют ее в амортизаторах легковых автомобилей классических моделей, однако достаточной износостойкости телескопических стоек переднеприводных моделей эта жидкость не обеспечивает. Поэтому на смену ей была разработана амортизаторная жидкость МГП-12 (под торговой маркой «Славол-АЖ») с улучшенными смазывающими свойствами.

Амортизаторная жидкость МГП-12 («Славол-АЖ») – это маловязкая нефтяная основа с низкой температурой застывания, в которую введены депрессорная, диспергирующая, противоизносная, антиокислительная и антипенная присадки. Применяют МГП-12 в качестве рабочей жидкости в телескопических стойках и амортизаторах грузовых и легковых автомобилей.

Амортизаторная жидкость АЖ-12Т – прозрачная – цвет от светло-желтого до светло-коричневого. По составу – смесь маловязкого минерального масла и полиэтилсилоксановой жидкости с противоизносной и антиокислительной присадками. Температура застывания –52 °С. Амортизаторную жидкость АЖ-12Т применяют в качестве рабочей жидкости в амортизаторах грузовых автомобилей и специальной техники.

Амортизаторная жидкость ГРЖ-12 – смесь очищенных трансформаторного и веретенного дистиллятов с добавлением депрессорной, антиокислительной, противоизносной и антипенной присадок. Применяют в амортизаторах и телескопических стойках автомобильной техники.

4.3 Пусковые жидкости

В условиях низких температур, при отсутствии предпускового подогревателя, для облегчения пуска холодного двигателя могут применяться пусковые жидкости. Эти жидкости облегчают запуск двигателя при низкой температуре окружающего воздуха. В процессе запуска двигателя вместо топлива (или совместно с ним) в цилиндры подается пусковая жидкость. После запуска двигателя производится переход на штатное топливо.

Отечественной промышленностью выпускаются следующие пусковые жидкости:

- «Арктика» – для карбюраторных двигателей;
- «Холод Д-40», жидкость «НАМИ» и диэтиловый эфир – для дизелей.

Диэтиловый эфир является обязательным компонентом всех пусковых жидкостей. Кроме него, для снижения износа в состав пусковых жидкостей вводят присадки с маслами, а

также компоненты, способность воспламеняться которых находится между эфиром и топливом.

В состав жидкости «Арктика» для карбюраторных двигателей входит не более 2 % смазочного масла, что обуславливается недопустимостью попадания его на электроды свечей, которые при большом количестве масла становятся неработоспособными.

Жидкость «Холод Д-40» содержит до 60 % диэтилового эфира и 10...12 % масла для судовых газовых турбин, застывающего при температуре ниже -60°C .

Пусковые жидкости «Арктика», «НАМИ» и «Холод Д-40» впрыскивают во впускной трубопровод или камеру сгорания с помощью специального приспособления. Для этого их выпускают в запаянных ампулах (5...8 капель диэтилового эфира подается во впускной трубопровод при снятом воздушном фильтре в момент проворачивания коленчатого вала).

Применение пусковых жидкостей обеспечивает пуск двигателей в условиях низких температур. При этом сокращается время прогрева двигателя перед его переходом под нагрузку и уменьшается расход топлива.

4.4 Стеклоомывающие жидкости

Наличие хорошего обзора в автомобиле должно соблюдаться во время поездки при любых погодных условиях. Поэтому содержимое бачка омывателя в немалой степени определяет комфорт и безопасность во время поездки на автомобиле.

Обычную воду из-под крана использовать для омывания стекол автомобилей не рекомендуется, так как находящиеся в ней химические соединения при контакте с воздухом (который на дороге далек от чистоты) создают налет на стеклах и забивают форсунки стеклоомывателя, а также потому, что вода замерзает при температуре окружающей среды ниже нуля. Еще одним недостатком воды является то, что она в силу высокого поверхностного натяжения плохо смачивает стекло и в виде капель стекает с него.

Подходящий вариант для омывания стекол автомобилей – использование моющей жидкости, разбавленной дистиллированной водой. Но она пригодна только при плюсовой температуре окружающей среды. Поэтому оптимальным решением является применение низкотемпературной стеклоомывающей жидкости, в просторечии «незамерзайки» (рис. 17). Применять незамерзающие жидкости целесообразно даже летом – они эффективно удаляют со стекол не только грязь, но и следы от ударов мошкары.



Рис. 17. Разновидности низкотемпературных стеклоомывающих жидкостей

Однако следует иметь в виду, что разные марки «незамерзайки» имеют свою граничную рабочую температуру, ниже которой жидкость не пригодна к использованию. Она хоть

и не замерзает, но превращается в кашицеобразную массу. Величина минимальной температуры указана на таре. Большинство «незамерзаек» имеет предельную температуру -25°C .

Общие сведения. Низкозамерзающие стеклоомывающие жидкости (НСЖ) должны удовлетворять следующим требованиям:

- удалять загрязнения зимой, даже на морозе около -30°C ;
- не оставлять на стеклах потеков, налетов и радужных пленок, затрудняющих обзор водителю;
- быть нейтральными к лакокрасочному покрытию кузова машины (не менять цвет краски, не оставлять на ней трудноудаляемые следы – дорожки), к резиновым (щеткам стеклоочистителя, уплотнителям стекол) и пластмассовым (декоративным элементам) деталям;
- смывать остатки разбившихся о стекло насекомых (летом);
- не вредить здоровью водителя и пассажиров.

Состав НСЖ. Многие жидкости не застывают при низкой температуре. Но не любыми из них можно мыть стекла. По совокупности необходимых для этого свойств как основа НСЖ наиболее приемлемы одноатомные спирты – этиловый, метиловый или изопропиловый. Кроме того, они недефицитны, поскольку распространены во многих отраслях производства.

Этиловый спирт (этанол, метилкарбинол, винный спирт) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ – жгучий на вкус, с характерным запахом. Этанол применяют в основном в пищевой промышленности, а также для обезжиривания контактов при изготовлении и эксплуатации электротехники и электроники.

Метиловый спирт (метанол, карбинол, древесный спирт) CH_3OH пахнет подобно этиловому. Преимущественно «работает» растворителем в лакокрасочном производстве. У метанола лучшие среди прочих спиртов моющие свойства.

Изопропиловый спирт (пропанол-2, изопропанол) $\text{CH}_3\text{CHONCH}_3$ по характерному резкому запаху напоминает ацетон, для изготовления которого его, как правило, и применяют.

Кроме спирта, в состав НСЖ входят поверхностно-активные вещества (ПАВ), вода, замедлители коррозии, а также красители, предупреждающие о ее техническом назначении.

Влияние НСЖ на человека. Здоровью может вредить основа стеклоомывающей жидкости – спирт. Тяжесть последствий зависит от его вида, концентрации, длительности воздействия, индивидуальной восприимчивости людей к нему, а также от того, как он попал в организм.

Общие (средние) закономерности действия чистого (неразбавленного) спирта на человека:

- этанол – возбуждающий наркотик. Если пить его систематически, возникают тяжелые заболевания нервной и сердечно-сосудистой систем, пищеварительного тракта, печени и др. Но, вдыхая пары этого спирта, отравиться практически невозможно. Поэтому непродолжительное пребывание в помещении (салоне машины) с концентрацией этанола, даже в несколько раз превышающей допустимую, неопасно;
- метиловый спирт – сильный яд, действующий преимущественно на нервную и сосудистую системы и способный накапливаться в организме. Человек, выпивший 5...10 мл метанола, получит тяжелое отравление, а 30 мл и более – умрет. Пары этого спирта сильно раздражают дыхательные пути, а также слизистые оболочки глаз, поражают их зрительные нервы и сетчатку, ухудшая зрение;
- изопропанол, подобно этанолу, наркотик, но более сильный – его токсичность в 2 раза больше. Изопропиловый спирт почти не аккумулируется в организме.

Наиболее опасен чистый метанол. Но никто и не моет стекла им или другим концентрированным спиртом. Как правило, продаваемые НСЖ – это их водные растворы.

Для достижения одной и той же температуры начала кристаллизации (замерзания) низкозамерзающей стеклоомывающей жидкости, например -30°C , нужно разное количество

метилового, этилового и изопропилового спиртов. Так, в ней должно быть: метанола немногим более 30 %, этанола около 40 %, а изопропанола почти 70 %.

С 1 июля 2000 года производство и реализация стеклоомывающих жидкостей, содержащих метанол, в России запрещена.

Безопаснее прочих, по совокупности свойств, НСЖ на основе этанола. Однако в России их изготавливают редко – много организационных проблем связано с лицензированием производства. Из этилового спирта можно делать фальсифицированную водку, поэтому государство внимательно контролирует его поставки и применение. Фирмам проще работать с изопропанолом, хотя он дороже и этилового спирта, и запрещенного метанола.

Зарубежные жидкости, в отличие от отечественных, как правило, делают на основе этилового спирта, а продают – в виде концентрата. Изопропанол и метанол в них могут быть лишь в небольших (до 1 %) количествах: первый – как денатурирующая добавка, второй – для повышения моющих свойств НСЖ.

Нормативные документы. Отечественных государственных стандартов и зарубежных общегосударственных стандартов на автомобильные стеклоомывающие жидкости нет. Каждый российский изготовитель разрабатывает собственные технические условия (ТУ). Стеклоомывающая жидкость должна соответствовать этим требованиям, а также требованиям, предъявляемым автопроизводителем в спецификации на данный конкретный автомобиль. Для импортных НСЖ требования задают автозаводы в спецификациях.

Рекомендации. Применять метаноловые НСЖ нежелательно, тем более, когда у автомобиля нет режима рециркуляции воздуха в салоне.

По возможности, особенно при частых или длительных поездках, нужно избегать изопропиловых жидкостей. В них для перебивания ацетонового «аромата» изопропанола изготовители часто добавляют отдушки – сильнопахнущие вещества (как правило, имитирующие запах лимона, апельсина или яблока), от которых у многих людей кружится или болит голова.

Оптимальный выбор – НСЖ на основе этилового спирта со слабым запахом (собственным или отдушки).

Проверить моющие свойства покупки самостоятельно можно лишь в работе. Нужно подать НСЖ омывателем на стекло, затем включить очиститель на 3...4 хода щеток. Поверхность должна стать чистой, без радужных разводов (даже если были следы насекомых).

Разбавлять НСЖ летом, если о допустимости этого не указано на этикетке, нецелесообразно – велика вероятность снижения качества жидкости. Она будет хуже мыть или в ней могут появиться муть или взвесь, ухудшающие видимость через стекло – раствор станет полупрозрачным (белесым).

4.5 Моющие средства

4.5.1 Удаление загрязнений с полированных поверхностей автомобилей

Смывание загрязнений с полированных поверхностей легковых автомобилей, автобусов, автофургонов при использовании струи холодной воды даже под большим давлением недостаточно эффективно. Всегда остаются мелкие (до 30 мкм) частицы пыли, которые удерживаются в тонкой водяной пленке и при ее высыхании оставляют на поверхности кузова матовый осадок, пятна. Такая водная пленка может быть разрушена лишь в результате механического воздействия (щеткой, губкой, замшей) в процессе мойки. Это явление объясняется тем, что в месте удара струи воды о поверхность кузова между потоком движущихся в радиальном направлении частиц воды и поверхностью кузова образуется тончайший (в несколько десятков микрометров) пограничный слой воды; скорость движения воды в таком слое настолько мала, что вода не оказывает моющего эффекта. В то же время этот пограничный слой (мертвая зона) не дает потоку воды, обладающему большой скоростью, соприкоснуться с обмываемой поверхностью, а следовательно, удалять имеющиеся загрязнения.

Для достижения удовлетворительного качества мойки автомобилей водяной струей расходуется большое количество воды. Так, в среднем при давлении воды 1,5 МПа расход на один легковой или грузовой автомобиль составляет от 200 до 250 л, а на автобус – 300...400 л. При низком давлении расход воды может увеличиться в 2–3 раза.

Поиск эффективных средств, которые могли бы уменьшить расход воды и улучшить качество мойки автомобилей, привел к тому, что стали применяться различные моющие средства, в основном синтетические с высоким содержанием поверхностно-активных веществ (ПАВ). Применение моющих средств позволяет уменьшить расход воды в 2–3 раза и значительно улучшить качество мойки автомобилей.

Первостепенное значение в уменьшении расходования воды приобретает система оборотного водоснабжения. Экономия воды в народном хозяйстве за счет внедрения на промышленных предприятиях оборотного водоснабжения будет расти. В связи с этим всем автотранспортным предприятиям (АТП) необходимо решить задачи по организации оборотного водоснабжения.

Действие моющих средств. Одним из основных требований, предъявляемых к моющим средствам, является способность обезжиривать обмываемые поверхности. Кроме того, моющее средство должно растворять органические вещества, загрязняющие поверхность автомобиля, особенно снизу; это важно потому, что органические вещества нерастворимы в воде. Перечисленным требованиям отвечают водные растворы *синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ)*.

При удалении грязи моющей жидкостью происходит следующее: водный раствор СПАВ растекается по омываемой поверхности, смачивает ее и проникает в поры частиц загрязнений, способствуя нарушению связи между ними. Чем меньше поверхностное натяжение моющего раствора, тем больше способность смачивать загрязненную поверхность и тем эффективнее действует на загрязнения раствор моющего средства. В связи с этим одной из значимых характеристик качества различных моющих средств является показатель их поверхностного натяжения.

Механизм действия раствора СПАВ заключается в химическом воздействии на загрязнение автомобиля. Молекулы СПАВ имеют гидрофобно-гидрофильное строение, при котором один конец молекулы хорошо смачивается водой, а другой – маслом. Попадая на загрязненную (замасленную) поверхность, молекулы СПАВ располагаются на поверхности раздела «масло – вода», ориентируясь гидрофильными (смачиваемыми водой) концами в сторону воды, а гидрофобными (не смачиваемыми водой) – в сторону масла. В результате этого замасленная поверхность покрывается пленкой молекул синтетического поверхностно-активного вещества, что способствует отделению масла и растворимости органических веществ.

Таким образом, синтетические поверхностно-активные вещества обладают способностью адсорбироваться на границе раздела «очищаемая поверхность – моющий раствор» («загрязнение – моющий раствор»), образовывать на этой границе мономолекулярные слои, проникать в поры и зазоры, создавать расклинивающее давление и отделять загрязнения от очищаемой поверхности. Этому также способствует следующее: гидрофильные ионы одновременно являются носителями электрического заряда, в связи с чем в нижней части масляной капли загрязнений встречаются одноименно заряженные отталкивающиеся частицы. Механическое воздействие струй моющего раствора ускоряет этот процесс, обеспечивая высокое качество мойки при минимальном расходе воды. При этом время, необходимое для мойки, сокращается.

Наиболее эффективно очистка загрязненных поверхностей будет происходить, если моющая жидкость подогрета до 45 °С. Тепловая энергия ускоряет химический процесс, прочная масляная пленка становится текучей, тем самым создаются условия для активизации процесса получения эмульсии моющего средства. Применение подогретой моющей жидкости способствует более быстрому высыханию очищенной поверхности. Однако температуру

подогрева необходимо ограничивать (не выше 50 °С), в противном случае моющая жидкость будет отрицательно воздействовать на лакокрасочное покрытие автомобиля.

Синтетические средства. Основой моющих и очищающих веществ является мыло и *синтетические моющие средства (СМС)*, которые находят более широкое применение, так как по своим качествам превосходят обычное жировое мыло. Они легко дозируются при приготовлении водных моющих растворов, быстро и полностью растворяются, обладают максимальным моющим действием при небольших концентрациях и гораздо дешевле мыла, которое вырабатывается в основном на основе натуральных пищевых жиров и масел. Кроме того, физико-химические свойства водных растворов мыла и мыльных порошков, изготовленных на жировой основе, значительно уступают этим же свойствам синтетических моющих средств. К преимуществам СПАВ следует отнести также то, что они сочетаются с различными полезными добавками, например ингибиторами коррозии.

Развитие химической промышленности позволило создать ассортимент безжировых моющих средств различного назначения. Широкое распространение получили СМС в виде порошка, прежде всего бытового назначения; за последнее время значительно возрос выпуск жидких СМС, главным образом для промышленного применения. Это объясняется тем, что при применении и хранении моющих средств в жидком виде исключается процесс их высушивания, составы не пылят, легко дозируются, быстрее и легче смешиваются с водой. Кроме того, жидкие СМС удобно транспортировать в железнодорожных цистернах, автоцистернах и бочкотаре.

В зависимости от способа применения и назначения разрабатывают и выпускают сильно пенящиеся и мало пенящиеся составы, моющие и одновременно дезинфицирующие средства, которые могут применяться для протирки пассажирских сидений и внутренней уборки общественного транспорта: такси, автобусов, троллейбусов и др.

В качестве самостоятельных жидких СМС большое распространение имеют вторичные алкилсульфаты, приготовленные сульфинированием олефинов, получившие за рубежом название «Типол», а у нас в стране – «Прогресс». Это моющее средство относится к мало пенящимся составам, но легко и активно проникает в поры грязевого покрова и смывает с поверхности масляные и органические грязевые частицы без остатка.

Мойка автомобиля водой может вызывать коррозию обмываемых поверхностей, не защищенных лакокрасочным или антикоррозионным покрытием, в связи с чем в моющий раствор должны входить антикоррозионные вещества – ингибиторы коррозии. В качестве ингибиторов коррозии применяется силикат натрия Na_2SiO_3 (жидкое стекло). Такие моющие синтетические средства не обладают токсичностью, в связи с этим упрощается их применение. Что касается попадания в сточные воды синтетических моющих средств после мойки автомобилей, то их вредное воздействие может быть локализовано созданием на автотранспортных предприятиях систем использования воды по замкнутому циклу – оборотного водоснабжения.

Среди моющих средств широкое распространение получили автошампуни, автоэмульсии и антигудроны.

Автошампунь – средство для мытья кузовов, внутренней обшивки, шин и декоративных деталей автомобиля (рис. 18). Большая часть автомобильных шампуней представляет собой концентраты моющих и защитных средств, предназначенные для удаления бензомасляной пленки, дорожной пыли и прочих загрязнений с максимальной безопасностью для лакокрасочного покрытия. Роль защитного компонента в шампуне выполняет воск. Английское слово «wax» (воск) иногда включено в название шампуня, например: Hot Wax, Zip Wax. Используя воскодержущие средства, при каждой мойке обновляют защитный слой на краске. Автошампунь, содержащий воск, очищает автомобиль, в то же время создавая блестящий восковой защитный слой. Автошампунь на основе парафинов и растворителей с повышенным содержанием воска обеспечивает блеск и восковую защиту кузова на несколько недель.



Рис. 18. Автошампуни

Автоэмульсия – средство для удаления загрязнения и придания блеска лакокрасочным покрытиям автомобилей.

Антигудрон – средство для снятия битумных, жировых и масляных пятен с лакокрасочной поверхности автомобиля (рис. 19).

Наибольшее распространение за последнее время из перечисленных моющих средств получил автошампунь.



Рис. 19. Антигудрон

4.5.2 Удаление технических загрязнений в системах, узлах и механизмах автомобилей

Для удаления различных технических загрязнений в системах, узлах и механизмах применяют моющие средства. Эти средства могут быть однокомпонентными и многокомпонентными.

Для очистки двигателя при смене масла применяют промывочное масло. Практически все производители моторных и трансмиссионных масел выпускают и специальные промывочные масла. При отсутствии специального масла двигатель промывают маслом с низкой вязкостью либо смесью: 10 % дизельного топлива, остальное – штатное моторное масло. Масляный радиатор промывают смесью – 75 % бензина плюс 25 % ацетона.

Смазочную систему можно промывать и с помощью отработавшего масла, добавляя в него специальные средства (присадки), которые обеспечивают маслу, подлежащему замене, свойства, необходимые для промывки системы. В этом случае промывка смазочной системы производится следующим образом: в масло, подлежащее замене, добавляют промывочную присадку, запускают двигатель и дают ему поработать некоторое время на холостом ходу. Затем сливают отработавшее масло и заливают свежее. При промывке системы таким способом следует тщательно проверять качество и возможности промывочной присадки.

Топливный бак автомобиля промывают сильной струей воды, затем бензином, взбалтывая, а после продолжительной эксплуатации – ацетоном и горячей водой.

Детали карбюратора промывают, погружая на 20...30 минут в ацетон. В настоящее время выпускаются специальные средства как для очистки карбюраторов, так и для очистки систем питания в целом. Большинство этих средств рассчитано на применение без разбора системы (т.е. путем добавления в топливо).

Существуют и *специальные моющие средства*, которые используют для очистки металлических деталей от маслообразных загрязнений при ремонте автомобилей.

Существуют средства (например, «Анкрас»), которые предназначены для *очистки деталей камеры сгорания от нагара*.

Для *удаления накипи и промывки системы охлаждения* выпускают специальные жидкости, растворяющие накипь.

В настоящее время автохимия предлагает потребителям широкий ассортимент современных моющих средств различного направления. Однако следует учитывать, что применение некачественных средств автохимии может привести к выходу двигателя из строя или снижению его ресурса. Поэтому следует применять только оригинальные, проверенные и сертифицированные средства и в полном соответствии с инструкцией по их применению.

Задания для закрепления

1. Охлаждающие жидкости предназначены для _____

_____.

2. Для обеспечения устойчивой, эффективной и стабильной работы системы охлаждения охлаждающие жидкости должны обладать следующими свойствами: _____

3. В качестве охлаждающих жидкостей применяются: _____

4. Охлаждающие жидкости разделяют на следующие группы: _____

5. Тормозные жидкости предназначены для _____

6. Тормозные жидкости должны соответствовать следующим требованиям: _____

7. В зависимости от состава в тормозных системах автомобилей применяют следующие виды тормозных жидкостей: _____

8. В России выпускают следующие марки тормозных жидкостей: _____

9. Амортизационные жидкости должны обладать следующими свойствами: _____

10. В настоящее время в России выпускают следующие марки амортизаторных жидкостей: _____

11. Пусковые жидкости предназначены для _____

12. Отечественной промышленностью в настоящее время выпускаются следующие пусковые жидкости: _____

13. Низкозамерзающие стеклоомывающие жидкости должны удовлетворять следующим требованиям: _____

14. Основой низкозамерзающих стеклоомывающих жидкостей являются: _____

15. Моющие средства при мойке автомобиля необходимы для _____

16. СПАВ – это _____

17. Механизм действия моющих средств заключается в _____

18. Основой моющих и очищающих веществ является _____

19. Автошампунь представляет собой _____

20. При ремонте и эксплуатации автомобилей для удаления технических загрязнений в системах, узлах и механизмах применяют следующие виды моющих средств: _____

Контрольные вопросы

1. Перечислите виды и требования к охлаждающим жидкостям.
2. Опишите состав и эксплуатационные свойства низкозамерзающих жидкостей для систем охлаждения.
3. Что означает число в марке охлаждающей жидкости?
4. Опишите особенности антифризов.
5. Опишите правила обращения с антифризами.
6. Опишите особенности классификаций охлаждающих жидкостей.
7. Перечислите требования к тормозным жидкостям.
8. Назовите марки и дайте краткую характеристику тормозных жидкостей на касторовой основе.
9. Назовите марки и дайте краткую характеристику тормозных жидкостей на гликолевой основе.
10. Назовите особенности маркировки и дайте краткую характеристику тормозных жидкостей на синтетической основе.
11. Какие требования предъявляются к амортизационным жидкостям?
12. Перечислите марки амортизационных жидкостей и дайте их краткую характеристику.
13. Перечислите марки пусковых жидкостей. Дайте характеристику их состава и технологии применения.
14. Охарактеризуйте состав и область применения стеклоомывающих жидкостей.
15. Перечислите требования, предъявляемые к низкозамерзающим стеклоомывающим жидкостям.
16. Опишите влияние низкозамерзающих стеклоомывающих жидкостей на человека.
17. Каково назначение моющих средств?
18. Опишите характер действия моющих средств.
19. Для чего в состав моющих средств вводят ингибиторы коррозии?
20. Назовите и кратко охарактеризуйте наиболее распространенные виды моющих средств для автомобилей.
21. Перечислите виды автомобильных моющих средств, используемых для удаления технических загрязнений в системах, узлах и механизмах автомобилей, и дайте их краткую характеристику.

5. Лакокрасочные и защитные материалы

5.1 Лакокрасочные материалы

Общие сведения. Лакокрасочные материалы предназначены для выполнения защитной и декоративной функций, т.е. для получения устойчивого к атмосферным воздействиям декоративного защитного покрытия (рис. 20). При нанесении на поверхность они образуют пленку, которая защищает металл от коррозии.

Лакокрасочные материалы делятся на три основных вида: а) грунты, б) шпатлевки, в) покровные краски и лаки.

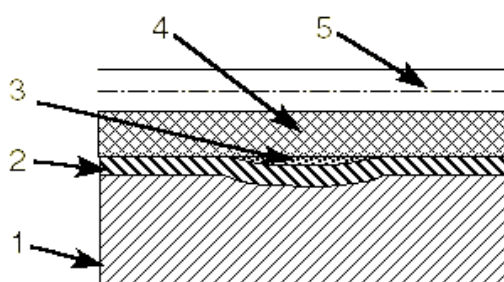


Рис. 20. Структура лакокрасочного покрытия: 1 – окрашиваемая поверхность; 2 – грунтовка; 3 – местная шпатлевка; 4 – общая шпатлевка (порозаполнитель, наполнитель); 5 – слои покровной эмали

Требования к лакокрасочным покрытиям. Для качественного выполнения своих функций лакокрасочные покрытия должны соответствовать следующим требованиям:

- прочно удерживаться на окрашиваемой поверхности;
- обладать требуемой механической прочностью, твердостью и эластичностью;
- обладать стойкостью к воде, нефтепродуктам, отработавшим газам и солнечным лучам;
- быть водо- и газонепроницаемыми;
- сохранять свои качества при любой температуре окружающей среды;
- быть нейтральными, не вызывать коррозии окрашиваемых поверхностей;
- быстро сохнуть и не требовать сложных сушильных устройств;
- обеспечивать необходимый цвет при минимальной толщине и числе наносимых слоев;
- быть недорогими и долговечными.

Основные свойства лакокрасочных материалов и их покрытий: адгезия, вязкость, укрывистость, совместимость, полимеризация, температура сушки, время высыхания, химическая стойкость, термостойкость, усадка и др.

Адгезия – способность лакокрасочного материала удерживаться на окрашиваемых поверхностях при различных воздействиях, т.е. прочность прилипания пленки к поверхности. Определяют в баллах по отслаиванию и шелушению лакокрасочной пленки после ее надреза лезвием безопасной бритвы в виде решетки надрезов на расстоянии 2 мм друг от друга.

Вязкость – физическое свойство материала, определяющее время, за которое происходит вытекание определенного объема жидкости через отверстие заданного сечения. Измеряется с помощью специального прибора – вискозиметра. Величина вязкости лакокрасочного материала при окраске влияет на правильность факела распыления, равномерность переноса частиц лакокрасочных материалов в воздушном потоке, на равномерность распределения лакокрасочного покрытия по поверхности. При повышенной вязкости толщина пленки одно-

го слоя увеличивается и ее прочность снижается, при пониженной – толщина слоя уменьшается, а расход растворителя увеличивается. Вязкость регулируется путем добавления в материал растворителя.

Укрывистость – свойство материала, характеризующее способность наименьшим его количеством обеспечить полное перекрытие цвета ранее нанесенного покрытия. Укрывистость измеряется количеством лакокрасочного материала ($\text{г}/\text{м}^2$), необходимого для закрашивания пластинки из бесцветного стекла таким числом слоев, при котором не просматриваются черные и белые квадраты у подложенной под пластинку шахматной доски. От укрывистости зависит расход таких материалов и число слоев краски.

Совместимость – свойство материала, позволяющее использовать его в комплекте с другими материалами при гарантировании получения качественного покрытия. Наилучшие результаты достигаются при использовании материалов одной технологической системы.

Полимеризация – химическая реакция необратимого перехода материала из жидкого или тестообразного состояния в твердое. Процесс полимеризации начинается с момента введения в материал катализатора и продолжается до 2...3 мес. В первые 24 ч сушки (в зависимости от ее условий) происходит полимеризация около 99 % материала.

Температура сушки – температура, необходимая для начала и окончания полимеризации большей части лакокрасочного материала. Низкотемпературная сушка (естественная) осуществляется без специальных нагревательных приборов при температуре, близкой к комнатной ($+20\text{ }^\circ\text{C}$). Высокотемпературная сушка производится в специальных термокамерах или с использованием инфракрасных излучателей.

Время высыхания характеризует продолжительность высыхания лакокрасочного покрытия (ЛКП) до заданной степени при определенной температуре. Установлено семь степеней высыхания. Чем выше степень высыхания, тем качественней сушка.

Стойкость – свойство лакокрасочного покрытия, характеризующее его способность противостоять механическому и химическому воздействию (бензину, растворителю, кислоте и т.п.).

Термостойкость – способность материала сохранять свои свойства под воздействием температур. Термостойкие краски предназначены для нанесения на наиболее нагреваемые детали автомобиля (выше $200\text{ }^\circ\text{C}$).

Усадка – отрицательное свойство материала, характеризующее его способность изменять толщину покрытия в процессе полимеризации. Полностью избежать усадки невозможно. Этим свойством материалов объясняется проступание со временем на глянцевой поверхности краски или лака царапин и других дефектов нижних слоев покрытия, а также растрескивание шпатлевки после высыхания. Минимальную усадку дают материалы, изготовленные на основе эпоксидных и полиэфирных смол.

Основные показатели качества покрытий лакокрасочных материалов: прочность при ударе, прочность при изгибе, прочность при растяжении, твердость, стойкость к перепадам температур, водостойкость, стойкость к минеральным маслам и бензину, потеря блеска при влажном облучении.

Прочность при ударе определяют по высоте падения груза массой 1 кг. Максимальная высота, при падении с которой, боек груза измерительного прибора не вызывает механического разрушения покрытия, является параметром прочности при ударе. Измеряется в джоулях (Дж).

Прочность при изгибе проверяют с помощью стержней диаметром 20, 15, 10, 3 и 1 мм. Минимальный диаметр, изгибание на котором окрашенной пластинки из черной жести не вызывает механического разрушения покрытия, и есть параметр прочности при изгибе.

Прочность при растяжении измеряется в миллиметрах (мм) глубины прогиба металлической пластинки в момент разрушения нанесенной на нее пленки покрытия.

Твердость измеряется числом, полученным от деления времени качания маятника маятникового прибора с шариковыми опорами, установленными на стеклянной пластинке с нанесенным испытываемым лакокрасочным материалом, на время его качания, когда шари-

ковые опоры установлены на стеклянной пластинке без ЛКМ. Чем тверже ЛКМ, тем число больше.

Стойкость к перепадам температур определяют по числу циклов попеременного нагрева окрашенной стальной пластины до 60 °С с выдержкой 30 мин и охлаждения до –40 °С в течение часа. Если за этот период не наблюдается появления трещин, лакокрасочное покрытие соответствует норме.

Водостойкость, стойкость к минеральным маслам и бензину определяют по результату погружения окрашенных металлических пластин в соответствующую жидкость при температуре 20 ± 2 °С. Время нормировано государственным стандартом. После испытания лакокрасочное покрытие должно остаться без изменений.

Потерю блеска при влажном облучении определяют по результату облучения кварцевой лампой (в течение определенного стандартом времени) пластинки с ЛКП, погруженной в дистиллированную воду, подогретую до 50 °С.

Основные виды лакокрасочных материалов. К основным видам лакокрасочных материалов относятся грунтовки, шпатлевки, наполнители, эмали, лаки и краски.

Грунтовки предназначены для обеспечения прочной связи между лакокрасочным покрытием и окрашиваемой поверхностью, а также для ее надежной антикоррозионной защиты.

Грунтовочные покрытия должны быть устойчивы к действию растворителей и высоких температур во время сушки последующих слоев покрытия. Они не должны размягчаться при нанесении наполнителя и эмали.

Представляют собой суспензию пигментов (преимущественно противокоррозионных) с наполнителями в пленкообразователе. После высыхания создают однородную пленку с хорошей прилипаемостью к подложке и покрывным слоям. Поскольку грунт содержит большое количество противокоррозионного пигмента, то после высыхания он образует матовую поверхность, имеющую хорошую адгезию с последующими слоями.

Виды грунтовок. Грунты на основе нитроцеллюлозы, глифталевой смолы, поливинилбутилена готовы к использованию, но требуют очень тщательной сушки. Грунты на основе полиуретана, эпоксидной смолы, акриловых смол готовятся перед использованием путем добавления катализатора. Толщина наносимого слоя грунта 10...40 мкм. Грунт-наполнитель – грунт, дополнительно имеющий свойства наполнителя.

Шпатлевка предназначена для выравнивания поверхностей перед нанесением наполнителя, эмали. Шпатлевка представляет собой густую вязкую массу, состоящую из смеси пигментов с наполнителями в пленкообразователе. Применяется для выравнивания окрашиваемой поверхности.

Шпатлевки подразделяются на два вида:

- жидкие шпатлевки используются для заполнения крупных пор и неровностей грубо обработанных деталей кузова. Наносятся на обрабатываемую поверхность с помощью кисти или окрасочного пистолета. Толщина наносимого слоя 0,5...1 мм;
- тестообразные шпатлевки используются для ремонта участков сильно поврежденных поверхностей. Могут быть предназначены для выравнивания как крупных, так и мелких неровностей. При крупных дефектах применяется волокнистая (с содержанием стекловолокна) шпатлевка, позволяющая заделать и сквозные отверстия в кузове. При незначительных дефектах используется наполняющая шпатлевка, а при микронеровностях – тонкая шпатлевка. Тестообразная шпатлевка, пригодная для всех видов работ, называется универсальной.

Все шпатлевки (кроме эпоксидных и изготовленных на основе ненасыщенных полиэфиров) должны наноситься на загрунтованную или окрашенную поверхность. Предельная толщина наносимого слоя определяется величиной усадки материала. Наименьшую усадку (до 1 %) имеют эпоксидные и полиэфирные шпатлевки, допустимая толщина слоя – 2 мм. У алкидных шпатлевок, в том числе пентафтальных, усадка составляет 2...4 %. Самая большая усадка у нитрошпатлевки – 10...15 %. Ее следует наносить в несколько тонких слоев с промежуточной сушкой, суммарная толщина слоя не более 0,3 мм.

Наполнитель предназначен для изоляции нижних слоев (грунт, шпатлевка), заполнения мелких царапин, пор и образования подложки с необходимой адгезией для нанесения эмали. Наполнитель после высыхания образует матовую поверхность, имеющую хорошую адгезию с последующими слоями эмали. Хорошо шлифуется.

Основой наполнителя являются эпоксидные и акриловые смолы. Его приготавливают перед использованием путем добавления катализатора. Толщина наносимого слоя 50...200 мкм.

Эмаль используется для получения окончательного покрытия, выполняет защитно-декоративную функцию и характеризуется повышенным блеском после высыхания. Эмаль – это суспензия пигментов с наполнителем в лаке, после высыхания образует непрозрачную твердую пленку. Эмаль наносится на лакокрасочное покрытие, которое приобретает законченный вид, необходимый цвет, блеск, гладкость, устойчивость к воздействиям окружающей среды, механическую прочность и химическую стойкость.

Эмали, изготовленные на основе нитроцеллюлозы (нитроэмали), требуют тщательного выполнения шлифовально-полировальных работ при окраске. Нитроэмаль склонна к растрескиванию, наносить ее надо на предварительно загрунтованную поверхность. Слой нитроэмали без грунта легко пропускает влагу, что отрицательно сказывается на коррозионной стойкости покрытия.

Эмали на основе меламиналкидов требовательны к температуре сушки (до 1300 °С). Если нет возможности обеспечить такую температуру, то в крайнем случае используют катализаторы (см. ниже), которые снижают температуру полимеризации эмали (см. основные свойства), но одновременно уменьшают стойкость получаемого покрытия. Некоторые типы катализаторов способны влиять на цвет окончательного покрытия, поэтому для работы с ними необходимы навыки и опыт. Эмали этого вида предназначены для покраски в заводских условиях и не относятся к ремонтным.

Эмали на основе акриловых смол требуют обязательного использования катализатора. Образуют качественное, стойкое к атмосферным воздействиям покрытие, обладают низким коэффициентом усадки.

Толщина наносимых слоев эмали 50...120 мкм, толщина слоя металлизированных покрытий типа «металлик» и «перламутр» 15...25 мкм. На металлизированные эмали обязательно наносят лак.

Лак применяется для получения окончательного покрытия при наружной окраске вторым слоем металлизированных (рефлексных) покрытий типа «металлик» или «перламутр». Лаком также покрывается водорастворимая краска. Лак – это раствор пленкообразующих веществ в органических растворителях или в воде, образующий после нанесения на поверхность и высыхания твердую прозрачную однородную пленку. Лаки могут изготавливаться на основе нитроцеллюлозы, меламиналкидов, акриловых смол. Толщина наносимого слоя лака 50...120 мкм.

Краска – это суспензия пигмента с наполнителями в олифах, масле, эмульсиях, латексе, образующая после высыхания непрозрачную однородную пленку.

Водорастворимая краска содержит не более 10 % органических растворителей. Краску разбавляют водой. Эта краска требует тщательной подготовки поверхности, очень требовательна к температуре и влажности. После высыхания ее обязательно покрывают лаком. На территории Российской Федерации водорастворимые ремонтные краски практически не используют.

Для подготовки поверхности и лакокрасочных материалов к нанесению применяют обезжириватели, растворители и отвердители.

Обезжириватель – средство для удаления органических и неорганических веществ с окрашиваемых поверхностей.

Растворитель (разбавитель, регулятор вязкости) – средство для регулирования вязкости грунтов, жидких шпатлевок, эмалей, лаков.

Отвердитель (катализатор, активатор) – жидкое или пастообразное вещество, обеспечивающее полимеризацию лакокрасочных материалов. Отвердитель вводится в лакокрасочный материал непосредственно перед его нанесением. Время использования материалов после введения отвердителя: 4...5 ч – для материалов на основе акриловых смол, 5...6 ч – для материалов на основе эпоксидной смолы, 3...15 мин – для материалов на основе полиэфирных смол.

Для получения наилучших результатов необходимо строго следовать рекомендациям по использованию лакокрасочных материалов, указанным на этикетках.

Состав лакокрасочных материалов. Лакокрасочные материалы содержат следующие основные компоненты: пленкообразователи, растворители, разбавители, пигменты, пластификаторы, сиккативы, наполнители.

Пленкообразователи – это вещества (смолы, нитроцеллюлозы, растительные масла), которые при нанесении тонким слоем на поверхность образуют на ней сплошную пленку. Высыхают под действием воздуха, света, тепла. От них зависит прочность соединения покрытий с поверхностью, антикоррозионная стойкость к воздействию окружающей среды. Для усиления тех или иных свойств пленкообразователи получают в виде смеси.

Смолы используют только растворимые, как природные (канифоль, битумы, копалы), так и синтетические (глифталевые, меламинные, фенольные, поливинилацетатные, эпоксидные и др.).

Нитроцеллюлозы получают путем обработки древесины или хлопковых очесов азотной кислотой.

Растительные масла (льняное, конопляное) применяют в виде натуральной или уплотненной олифы. Натуральную олифу получают путем термообработки высыхающих растительных масел с добавкой сиккативов, а уплотненную – из растительного масла, подвергнутого длительному нагреву до температуры 300 °С с последующей добавкой растворителя (до 50 %). Для получения оксидированной олифы (например, оксоли) плохо высыхающие масла (подсолнечное, хлопковое) нагревают до 150 °С. При этом происходит окисление кислородом (в присутствии сиккативов), а затем добавляют растворитель (до 50 %). Синтетические олифы готовят из смол, продуктов переработки нефти и пр.

Пленки, которые после высыхания под действием растворителя могут вновь стать жидкой фазой, называются обратимыми. Необратимые пленки не растворяются. Натуральные смолы образуют обратимую пленку, термореактивные смолы и растительные масла – необратимую.

Растворители служат для растворения пленкообразователя, т. е. придания ему определенной вязкости. Представляют собой летучие жидкие органические соединения, которые должны испариться без остатка после нанесения лакокрасочного материала на поверхность.

Разбавители используют для разбавления готовых лакокрасочных материалов (для растворения пленкообразователей они не пригодны). Избыток разбавителя может вызвать свертывание пленкообразователя и выпадение его в осадок.

Пигменты – это сухие краски, придающие лакокрасочным материалам цвет и делающие их непрозрачными, замедляют старение и повышают стойкость лакокрасочных покрытий. Пигменты находятся в пленкообразователях и растворителях во взвешенном состоянии, представляют собой окислы и соли металлов, сажу, алюминиевую пудру, глину. Размер частиц пигментов 0,5...2 мкм. Распространены следующие пигменты:

- белые – цинковые, свинцовые, титановые белила;
- желтые – охра, крон свинцовый и цинковый;
- синие – ультрамарин, лазурь;
- зеленые – окись хрома, медянка, зеленый крон;
- красные – мумиё, сурик железный, свинцовый сурик, киноварь;
- черные – сажа.

Основные цвета: синий, красный, желтый, белый и черный. Остальные получают путем смешивания.

Пластификаторы (смягчители) добавляют к лакокрасочным материалам для придания покрытию эластичности, гибкости, долговечности. Они повышают прилипаемость, свето-, тепло- и морозостойкость. К пластификаторам относятся льняное, касторовое масла, эфиры кислот, камфора, термопластичные смолы.

Сиккативы – вещества (окислы свинца, марганца, кобальта или соли органических кислот этих металлов), ускоряющие процесс образования пленки. Чрезмерное количество сиккатива вызывает не сокращение, а увеличение времени высыхания.

Наполнители применяют в качестве примесей к перенасыщенным и непрозрачным красителям для частичной их замены и удешевления, способствуют более полному осаждению красителя и лучшему его закреплению. Распространенные наполнители: мел, гипс, каолин, тальк, гидрат окиси алюминия.

Классификация лакокрасочных покрытий. По условиям эксплуатации покрытия подразделяют на следующие группы: стойкие, стойкие к воздействию окружающей среды, химически стойкие, водостойкие, термостойкие, маслостойкие, бензостойкие, электроизоляционные.

Лакокрасочные покрытия по внешнему виду подразделяют на четыре класса (табл. 21), а по условиям эксплуатации – на восемь групп.

Таблица 21

Классы лакокрасочных покрытий и их характеристики

Класс	Поверхность	Допустимые дефекты	Окрашиваемые поверхности	Состав
I	Ровная гладкая однотонная	Невидимые невооруженным глазом	Наружные поверхности кузовов, оперения, капотов легковых автомобилей высшего класса	Грунт, общая и местная шпатлевка, 3...6 слоев краски
II	Ровная гладкая однотонная или с характерным рисунком	Отдельные видимые невооруженным глазом соринки, риски, следы зачистки рисок, штрихи	Наружные поверхности кузовов, оперения, капотов легковых автомобилей, автобусов, санитарных автомобилей	Грунт, общая (не всегда) и местная шпатлевка, 2...4 слоя краски
III	Гладкая однотонная или с характерным рисунком	Отдельные видимые невооруженным глазом соринки, риски, следы зачистки, неровности, связанные с состоянием окрашиваемой поверхности	Наружные поверхности кузовов, оперения грузовых автомобилей и автомобилей-фургонов, внутренние поверхности легковых автомобилей и автобусов	Грунт, местная шпатлевка, 1...3 слоя краски
IV	Однотонная или с характерным рисунком	Неровности, связанные с состоянием окрашиваемой поверхности, и другие дефекты, видимые невооруженным глазом, не влияющие на защитные свойства покрытия	Двигатели, трансмиссии, рамы, шасси, диски колес, кузова грузовых автомобилей и автомобилей-фургонов	Грунт (не всегда), местная шпатлевка (иногда), 1...2 слоя краски

По количеству этапов, необходимых непосредственно для окрашивания, различают следующие виды лакокрасочных покрытий (рис. 21).

Одностадийные – нанесенная за определенное число проходов пленка эмали придает покрытию цвет, блеск и обеспечивает защиту предыдущим слоям ЛКП. Возможно создание покрытий обычных цветов и с эффектом «металлик».

Двухстадийные – цвет покрытию придает тонкий, так называемый базовый слой. Остальные функции эмалевой пленки выполняет слой прозрачного лака, наносимого на базу. Базовый слой может быть и металликом и неметалликом. Первым этапом нанесения двухстадийного покрытия является нанесение тонкого базового слоя, придающего покрытию цвет. Следующий этап изготовления двухстадийного покрытия заключается в нанесении прозрачного лака, придающего покрытию глубину цвета и блеск.

Трехстадийные – покрытия с перламутровым эффектом. На базовый слой, выполняющий роль цветовой подложки, наносят вначале слой прозрачного перламутра, а затем лак.

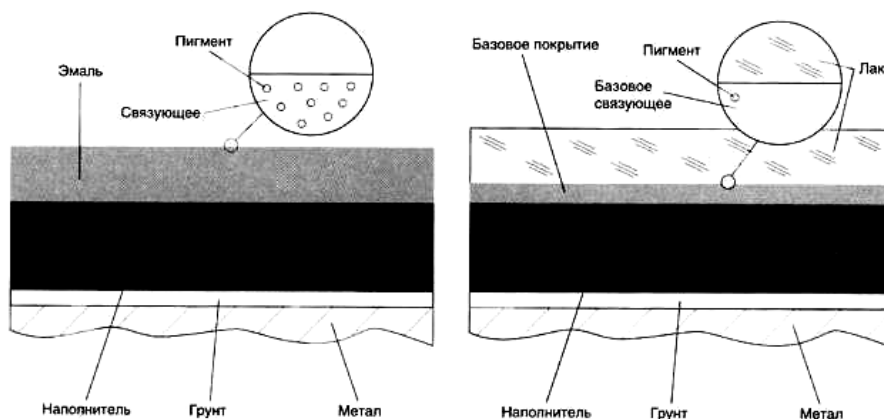


Рис. 21. Структура одностадийного (а) и двухстадийного (б) лакокрасочных покрытий

Одностадийные эмали практически не используют для цветов с эффектом «металлик» (они были популярными в конце 1960 годов). Но поскольку тогда алкидные эмали вместе с алюминиевыми пигментами не создавали долговечной эмалевой пленки, популярность автомобилей, окрашенных «металликом», снижалась, вплоть до появления на рынке акриловых эмалей. В наши дни и для создания покрытий «металлик», и для обычных цветов используется, как правило, система «база под лак». Причем число машин, окрашиваемых обычными цветами по двухстадийной схеме, постоянно растет благодаря большей долговечности и ремонтпригодности таких покрытий.

Маркировка лакокрасочных материалов – это пять групп буквенно-цифровых обозначений.

Первая группа – наименование ЛКМ («эмаль», «грунтовка», «шпатлевка»).

Вторая группа – две буквы, указывающие на тип пленкообразователя по химическому составу:

- АК – полиакриловые,
- АС – акриловые сополимеры,
- БТ – битумные,
- ВЛ – поливинилацетатные,
- ГФ – глифталевые,
- ПФ – пентафталевые,
- ПЭ – полиэфиры ненасыщенные,
- КО – кремнийорганические,
- НЦ – нитроцеллюлозные,
- МЛ – меламиноалкидные,
- МС – алкидно- и масляно-стирольные,
- ФА – фенолалкидные,
- ФЛ – фенольные,

ЭП – эпоксидные.

Для специфических лакокрасочных материалов между первой и второй группами знаков через дефис ставят индексы: В – водоразбавляемые, П – порошковые, Э – эмульсионные, Б – без активного растворителя.

Третья группа отделяется от второй дефисом и характеризует основное назначение ЛКМ, обозначается цифрами от 1 до 9 – в маркировке эмалей, 0 – в маркировке грунтовок и 00 – в маркировке шпатлевок.

Цифры означают:

- 1 – эмаль атмосферостойкая,
- 2 – ограниченно атмосферостойкая,
- 3 – консервационная,
- 4 – водостойкая,
- 5 – специальная,
- 6 – маслобензостойкая,
- 7 – химически стойкая,
- 8 – термостойкая,
- 9 – электроизоляционная.

Четвертая группа – это порядковый номер, присвоенный данному материалу. Обозначают одной, двумя или тремя цифрами. Номер характеризует оттенок цвета эмали. Иногда добавляют буквенные индексы для обозначения специфической особенности. Например, индекс ГС обозначает, что эмаль горячей сушки, ХС – холодной сушки, ПГ – пониженной горючести, НГ – негорючая, М – для матовых покрытий и др.

Пятая группа – обозначает цвет и пишется полным словом.


Примеры: «Эмаль В-МЛ-1179 красная»: Эмаль – вид лакокрасочного материала, В – водоразбавляемая, МЛ – меламинная ненасыщенная, 1 – атмосферостойкая, 179 – порядковый номер оттенка, красная – цвет.

«Эмаль НЦ-11 черная» – эмаль на нитроцеллюлозной основе, предназначенная для наружных работ. Порядковый номер заводской разработки – 1.




«Лак НЦ-222 бесцветный» – лак на нитроцеллюлозной основе, предназначенный для внутренних работ. Порядковый номер заводской разработки – 22.

«Грунт ГФ-021 серый» – грунт на глифталевой основе. Порядковый номер заводской разработки – 21.

Пиктограммы на лакокрасочных материалах. Ведущие в Европе производители автомобильных лакокрасочных материалов договорились о применении единых общепринятых обозначений в форме пиктограмм. Они используются на этикетках и в сопроводительной документации. Пиктограммы, используемые для обозначения свойств и характеристик лакокрасочных материалов, представлены в таблице.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА		
 – очистка	 – шлифование	
СМЕШИВАНИЕ		
 – количественное соотношение при смешивании (2 компонента)	 – количественное соотношение при смешивании (3 компонента)	 – применение мерной линейки
 – добавление отвердителя	 – внесение добавки (пробка-дозатор)	
РЕГУЛИРОВКА ВЯЗКОСТИ		

 – вязкость применяемого материала		
ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ		
 – пистолет с верхним бачком (распылитель)	 – пистолет с нижним бачком (распылитель)	 – пистолет-распылитель для обработки днища
 – слои напыления (пистолет с верхним бачком)	 – слои напыления (пистолет с нижним бачком)	 – слои напыления (пульверизатором, баллончиком)
 – нанесение шпатлевки	 – нанесение материала кистью	 – нанесение материала валиком
СУШКА		
 – воздушная сушка	 – время сушки	 – время сушки при инфракрасном облучении
ДАЛЬНЕЙШАЯ ОБРАБОТКА		
 – ручное шлифование «по мокрому»	 – ручное шлифование «по сухому»	 – эксцентриковая шлифовальная машина «по мокрому»
 – эксцентриковая шлифовальная машина «по сухому»	 – вибрационная пневматическая шлифовальная машина «по мокрому» (сжатый воздух)	 – вибрационная шлифовальная машина «по сухому»
 – полирование		
ХРАНЕНИЕ		
 – хранить при температуре не ниже 0 °С	 – хранить в прохладном месте	 – оберегать от влажности
 – закрывать тару		
РАЗНОЕ		
 – перемешать	 – перемешать смесителем	 – сравнить оттенок цвета
 – см. инструкцию		
ДАННЫЕ ПО ОТТЕНКАМ ЦВЕТОВ ДЛЯ ФОРМУЛЫ СМЕШИВАНИЯ		
 – формула в работе (спросить у дистрибьютора)	 – оттенок цвета поставляется с завода	 – цвет существует в различных оттенках
 – невозможность до-	 – оттенок цвета	 – смесь содержит более

стижения точного оттенка цвета	навесной детали	чем 0,15 % металлического свинца
 – смесь содержит более чем 1,0 % соединений свинца или более чем 10,0 % хромата свинца	 – информация предоставляется в ближайшей мастерской	 – ограниченная кроющая способность
 – трехслойный оттенок цвета	 – многокрасочное покрытие	 – оттенок цвета не поддается смешиванию
 – формула изменена		

Современные шпатлевки. Чтобы качественно восстановить поверхность ремонтируемой детали для последующей окраски, в каждом конкретном случае необходимо использовать шпатлевки с определенными свойствами.

Общие сведения. Шпатлевки предназначены для заполнения вмятин и неровностей, заделки стыков, раковин, пор, царапин, рисок и других дефектов поверхности. Их разновидности, армированные волокнами стекла или порошковыми металлами, позволяют ремонтировать сквозные повреждения и даже восстанавливать утраченные фрагменты деталей. Современные шпатлевки, если выбор сделан правильно, позволяют выполнить эти работы при минимальных затратах времени и сил.

Основа шпатлевки – это пленкообразующее вещество, в качестве которого используются различные лаки. Шпатлевки различают по виду основы:

- *полиэфирные* – двухкомпонентные, перед применением требуется введение отвердителя;
- *эпоксидные* – также двухкомпонентные;
- *нитро* – однокомпонентные, готовые к употреблению.

Наполнители вводят в основу шпатлевки. В основном используют порошки минералов, металлов или стеклянные волокна. В зависимости от свойств и вида наполнителя шпатлевки бывают:

- *мелкозернистые* – получаемая поверхность гладкая, без пор, хорошо обрабатывается;
- *крупнозернистые* – имеющие повышенные, по сравнению с мелкозернистыми, прочностные свойства, но более шероховатую поверхность, труднее, чем у мелкозернистых, поддающуюся шлифовке;
- *армированные стекловолокном или металлическим порошком* – наиболее грубые, но прочные и твердые, что позволяет заделывать сквозные отверстия и восстанавливать геометрию поврежденных деталей;
- *облегченные* – применяемые для снижения прироста веса отремонтированных деталей.

Прочие добавки – пигменты (красители), поверхностно-активные вещества, пластификаторы, отвердители и т.д.

Полиэфирные шпатлевки. Полиэфирные шпатлевки позволяют получать слои разной толщины, так как имеют очень небольшую усадку – примерно 0,1 %. Легко наносятся, имеют достаточно высокую адгезию с большинством автомобильных конструкционных материалов. Быстро сохнут и хорошо шлифуются «по сухому».

Эти материалы нельзя наносить в следующих случаях: 1) поверх антикоррозийных грунтов («primer»). Антикоррозийные первичные грунты «праймеры», наносимые непосредственно на ремонтируемую поверхность, иногда называются «травящими», «реактивными», «кислотными» и т.д.; 2) на термопластичные или вязкоэластичные (например, противоударные) лакокрасочные покрытия. Для определения термопластичного покрытия рекомендуется

следующий простейший тест. Деталь в месте ремонта на 10...15 мин накрывают салфеткой, смоченной растворителем, например для нитроэмалей. Если старое покрытие размягчается, можно сделать вывод – оно термопластичное.

Поверхности, покрытые этими материалами, должны изолироваться от шпатлевки вторичными грунтами («sealer»).

Классифицировать полиэфирные шпатлевки можно по назначению и свойствам на следующие основные виды:

Отделочные («Finish», «Fine», «Fersi», «Polykit IV» и т.д.) обеспечивают исключительно гладкую поверхность. Такие шпатлевки могут называться «финишными», «доводочными», «тонкими» и т.д. Они предназначены для нанесения на уже обработанную (покрашенную, покрытую грунтовкой или зашпатлеванную) деталь с целью устранения пор и других дефектов, проявившихся при шлифовке, а также для заполнения очень мелких царапин и вмятин.

Мелкозернистые («Soft», «Super Soft», «Softon», «Fein» и т.д.) характеризуются высокой заполняющей способностью и не образуют пор на ремонтируемой поверхности. Благодаря своей структуре могут применяться для устранения мелких неровностей. Их использование в местах переходов от шпатлеванной к неповрежденной поверхности позволяет избежать при шлифовке образования сколов, характерных для средне- и крупнозернистого материала. Чрезвычайно легки в обработке, что существенно ускоряет процесс шлифования. Используются для любых металлических поверхностей, однако оцинкованные и алюминиевые детали должны быть предварительно загрунтованы, в частности грунтом на эпоксидной основе. Могут применяться при ремонте больших поверхностей для заделки крупных пор и глубоких вмятин, а также для выравнивания поверхности, образованной предыдущим слоем крупнозернистой или армированной стекловолокном шпатлевки.

Средне- и крупнозернистые («Fill», «Full», «Matequs Master 1500» и т.д.) характеризуются высокой наполнительной способностью, практически не образуют пор на ремонтируемой поверхности. Наносятся непосредственно на обычную сталь, старые лакокрасочные покрытия и стекловолокно, однако оцинкованные и алюминиевые детали должны быть предварительно загрунтованы. В основном используются для устранения крупных царапин и вмятин.

Универсальные («UniSoft», «Multi», «Universal», «Wapa filler universal», «Polymax» и т.д.) могут применяться в качестве как заполняющих (средне- и крупнозернистых), так и отделочных (мелкозернистых). Отличаются от перечисленных выше шпатлевок тем, что могут наноситься непосредственно на оцинкованную сталь и алюминий. Используются для ремонта старых лакокрасочных покрытий, деталей из стекловолокна и некоторых пластмасс.

Облегченные («Alloyd», «Leicht», «Lite Weigh», «BPS», «Multiextender» и т.д.) имеют удельный вес примерно на 30 % меньше, чем у других шпатлевок. Используют в основном для ремонта капота и дверей, чтобы значительно не увеличить их вес. Имеют отличную адгезию к грубо обработанным поверхностям (кроме термопластичных акриловых пластмасс).

Эластичные (например, «Elastic») обладают высокой стойкостью к вибрации и без повреждения способны воспринимать деформации основы.

Армированные стекловолокном («Glas», «Glass R», «Fiber», «Polyfiber» и т.д.) имеют высокую механическую прочность, но низкую стойкость к вибрации, поэтому используются там, где она мала или отсутствует. Волокнистый наполнитель позволяет накладывать шпатлевку толстыми слоями, что экономит время и обеспечивает возможность устранять большие недостатки поверхности за один проход.

С помощью таких шпатлевок можно осуществить ремонт проржавевших участков кузовных деталей, заделку сквозных отверстий без использования стеклоткани, восстановление отсутствующих или сильно поврежденных деталей, при необходимости совместно со стеклотканью, выравнивание очень глубоких вмятин и неровностей, если иным способом это сделать невозможно.

Армированные металлическими порошками («Metall Fill», «Metallic», «Steel» и т.д.) имеют повышенную стойкость к вибрации и могут наноситься толстым слоем. Предназначены для восстановления поврежденных коррозией металлических, стальных и алюминиевых деталей (особенно крыльев, крыши, капота, дверей и т.д.), а также для заполнения глубоких вмятин и неровностей.

Для оцинкованных деталей подходят шпатлевки с цинком (например, «Zincoflex»), обладающие отличной адгезией к оцинкованной стали и алюминию.

Для деталей, подверженных большим перепадам температур (например, капот автомобиля), применяют шпатлевки, усиленные алюминием (например, «Alu»). Они имеют повышенный (близкий к металлам) коэффициент температурного расширения, что снижает вероятность образования трещин. Обладают отличными антикоррозийными свойствами, применяются для выравнивания больших неровностей.

Специальные для пластмасс («Fibrato», «Flex», «Plastx б», «Isopon bumper fill», «Bumper fix» и т.д.) предназначены для ремонта пластмассовых деталей, в частности бамперов.

Жидкие распыляемые («Spray», «Spray Filler», «Poly Fill» и т.д.) имеют хорошую адгезию к различным видам поверхностей, таким как металлы, пластмассы, лакокрасочные покрытия и т.д. Применяются для обработки больших площадей поверхности. При их использовании возможно нанесение нескольких слоев без промежуточной подсушки (так называемый способ «мокрый по мокрому»), они быстро высыхают и хорошо шлифуются.

Используются с целью устранения царапин, мелких пор и неровностей, оставшихся после шлифовки, а также для заполнения пор и неровностей грубо обработанных кузовных деталей.

Жидкие для нанесения кистью («Гор», «Штрейхпластик 2521» и т.д.) имеют вязкость, как у красок, не образуют пор на поверхности, позволяют выравнивать мелкие неровности. В основном используются для нанесения в труднодоступных местах.

Эпоксидные шпатлевки. Шпатлевки на эпоксидной основе обладают высокой прочностью, высокими антикоррозионными свойствами и хорошей химической стойкостью. Имеют небольшую усадку (около 0,1 %), высокие защитные свойства, достаточную прочность и хорошо обрабатываются. Характеризуются высокой степенью адгезии практически ко всем видам поверхности: оцинкованной стали, простой стали, алюминию, старой краске и т. д.

Нитрошпатлевки. Нитроцеллюлозные шпатлевки («Nitrosoft», «NC kombi», «Kombi Filer» и т.д.) предназначены для выравнивания небольших неровностей, заполнения пор, мелких царапин, рисок и сколов. Они просты в использовании, но имеют большую усадку (10...15 %), что позволяет наносить только тонкие слои. Как правило, на поверхность, предварительно покрытую первичным и вторичным грунтами, наносится 3...5 слоев толщиной до 0,1 мм.

Расфасовка шпатлевок для розничной торговли: *шпатлевки* – в банки, тубики или аэрозольные баллоны, *отвердители* – в тубики или пластиковые флаконы (рис. 22).

Вспомогательные ЛКМ. Перед нанесением ЛКМ проводят очистку поверхности от загрязнений и старой эмали.

Загрязнения удаляют щелочными моющими препаратами, уайт-спиритом, скипидаром, бензином, ацетоном и другими органическими растворителями. Ржавчина небольшой толщины удаляется с помощью грунта-преобразователя или соответствующих паст на основе ортофосфорной кислоты.

Удалить старую эмаль легче после ее обработки специальными смывками.

При подкраске отдельных мест для плавного перехода от окрашиваемой поверхности к неокрашиваемой участок обрабатывают водостойкой шлифовальной шкуркой с водой, которую также используют и для обработки слоя шпатлевки, если та применялась.



Рис. 22. Шпатлевки

Задания для закрепления

1. Лакокрасочные материалы предназначены для _____

_____.

2. К лакокрасочным материалам предъявляются следующие основные требования:

_____.

3. Основные свойства и показатели качества лакокрасочных материалов и их покрытий:

_____.

4. К основным видам лакокрасочных материалов относятся _____

_____.

5. Грунтовки предназначены для _____

_____.

6. Шпатлевки предназначены для _____

_____.

7. Наполнитель предназначен для _____

_____.

8. Эмали предназначены для _____

_____.

9. В состав лакокрасочных материалов входят следующие компоненты: _____

_____.

10. Пленкообразователи – это _____

_____.

11. Растворители предназначены для _____.

12. Пигменты – это _____.

13. Пластификаторы предназначены для _____.

14. Наполнители предназначены для _____.

15. По условиям эксплуатации лакокрасочные покрытия делятся на следующие группы: _____.

16. По количеству этапов, необходимых непосредственно для окрашивания, различают следующие виды лакокрасочных покрытий: _____.

17. По виду основы различают следующие виды шпатлевок: _____.

18. В зависимости от свойств и вида наполнителя шпатлевки бывают _____.

19. По назначению и свойствам полиэфирные шпатлевки разделяют на следующие виды: _____.

20. К вспомогательным ЛКМ относятся _____.

Контрольные вопросы

1. Перечислите требования, предъявляемые к лакокрасочным покрытиям.
2. Перечислите и поясните основные свойства лакокрасочных материалов и их покрытий.
3. Перечислите и поясните основные показатели качества лакокрасочных покрытий.
4. Назовите основные виды автомобильных ЛКМ и дайте их краткие характеристики.
5. Каково назначение грунтовок и шпатлевок?
6. Каково назначение наполнителей, эмалей и лаков?

Lined area for student and teacher signatures.

Подпись студента

Подпись преподавателя

5.2 Защитные материалы

Наружные поверхности автомобиля защищают от коррозии пластичными консервационными смазками, консервационными маслами, мастиками и пленкообразующими ингибированными составами.

Наружное покрытие легковых автомобилей периодически обрабатывают полиролями, которые не только улучшают внешний вид, но и увеличивают срок службы ЛКП. Недостаток полиролей – они смываются после нескольких моек автомобиля.

Пластичные консервационные смазки и масла применяют для защиты деталей и автомобилей при хранении от 1 до 8 лет, иногда до 15 лет.

Для защиты днища кузова легкового автомобиля с внешней стороны, а также для защиты крыльев применяют противоржавные и антикоррозионные мастики, представляющие собой смесь нефтяного битума с асбестом, минеральным маслом и различными наполнителями. В их состав также входят ингибиторы коррозии и поверхностно-активные вещества. Эти составы легко проникают в дефекты сварочных швов, трещины, в рыхлую ржавчину.

Наряду с отечественными антикоррозионными средствами защиты днищ широкое распространение получили голландские антикоры: «Тектил 232», «Тектил-бронза 230» фирмы «Вальволин», а также швейцарский «Хардвакс» фирмы «Ваксойль». Антикоррозионные средства наносят специальными распылителями, предварительно разбавив бензином, керосином или подогрев до разжижения. В отдельных случаях их наносят кистью.

Для защиты внутренних поверхностей автомобиля (скрытых полостей) применяют антикоррозионные препараты «Мовиль», «Финикор», «Тектил 320ЦР», «Тектил 668ЦР» и др.

Принципиальное отличие антикоррозионных препаратов для днищ от антикоррозионных препаратов для скрытых полостей заключается в том, что первые не должны стекать при комнатной температуре, а вторые наоборот – должны затечь во все впадины и щели, пока не испарится растворитель. Обязательные качества и тех и других – теплостойкость, морозостойкость, невозможность взаимодействия с лакокрасочными покрытиями.

Для защиты днищ и нижней части кузовов автомобилей могут использоваться антигравийные покрытия.

5.2.1 Материалы для антикоррозионной обработки автомобиля

Автомобиль начинает стареть уже с момента сборки. Основной враг несущего кузова – коррозия металла. Предотвращение коррозии – цель антикоррозионной обработки автомобиля.

Общие сведения. Коррозия – это процесс разрушения металла при его физико-химическом или химическом взаимодействии с окружающей средой. Коррозия может быть химической (происходит без возникновения электрического тока), электрохимической (сопровождается появлением электрического тока), механохимической (коррозионно-механическое изнашивание, при котором к первым двум процессам добавляются механические воздействия – трение, циклические изгибающие нагрузки, вибрация и т. п.).

Для автомобиля в основном характерна электрохимическая коррозия, так как условия ее возникновения создаются постоянно. При дожде, снегопаде, изменениях температуры на наружных и внутренних поверхностях кузова образуется водяная пленка (конденсат, «роса»), загрязнение которой кислотами и щелочами, содержащимися в воздухе, или противогололедными реагентами вызывает образование электролита. Кроме того, в металле после штамповки и сварки появляются участки с измененной структурой. Неоднородность, а также микровключения шлаков и мелкие дефекты (раковинки) провоцируют возникновение гальванических пар, т. е. электрохимической коррозии в стальных деталях кузова. При контакте двух металлов с разными электрическими потенциалами в присутствии электролита возникают

гальванические пары (анод и катод), в которых появляется электрический ток. В результате разрушается металл с меньшим потенциалом.

Коррозия особенно интенсивна при относительной влажности воздуха более 60 % (в средней полосе России практически круглый год) и в больших городах с загрязненной атмосферой (в сельской местности коррозионные процессы происходят в три раза медленнее).

По характеру распространения коррозия бывает *сплошной и местной*.

Сплошная появляется на всем кузове, начинаясь на нижней поверхности днища, изнутри крыльев и во внутренних полостях дверей и силовых элементов (порогов, поперечин, усилителей). Внутри салона она обычно возникает под ковриками пола.

Местная бывает в местах соединения металлических листов сваркой и завальцовкой (кромки капота и крышки багажника, периметр дверей). Местная коррозия опаснее сплошной, так как протекает быстрее, ведет к сквозным повреждениям деталей и, как следствие, к потере прочности и жесткости кузова.

Автомобиль корродирует непрерывно: при изготовлении, транспортировании, хранении и эксплуатации. Процесс остановить нельзя, но замедлить можно. Борьба с коррозией начинается на автозаводах. Кузов грунтуют и красят, на днище, как правило, наносят мастику (пластизольное покрытие), а в скрытые полости – защитные составы. Некоторые кузовные детали оцинковывают. В зависимости от объема работ, применяемых материалов и технологии изготовления производители иногда гарантируют срок до появления сквозных повреждений кузова. Чтобы дольше сохранить его первоначальный внешний вид и механическую прочность, надо периодически делать дополнительную антикоррозионную обработку.

Полный комплекс антикоррозионной обработки должен обеспечивать защиту скрытых полостей, сварных швов и «загибочных» соединений, днища, колесных арок и лакокрасочного покрытия. Для предохранения наружных поверхностей машины от воздействия воды, песка и гравия, кроме применения химических препаратов, устанавливают подкрылки и брызговики (фартуки). Их делают из морозостойких эластичных материалов, хорошо сохраняющих форму (полиэтилен, резина). Конструкция и форма подкрылков должны обеспечивать вентиляцию закрываемых арок и свободное перемещение колеса.

Новые иномарки (особенно высокой ценовой группы) после покупки редко нуждаются в дополнительной антикоррозионной защите. Но российский опыт эксплуатации выявляет их отдельные слабые места. О целесообразности обработки можно проконсультироваться и в автосалоне, и в антикоррозионном центре.

Новые отечественные машины лучше защищать полностью и немедленно, даже если не предполагается эксплуатировать их сразу. В любом случае на кузов действуют вредные факторы, стимулирующие коррозию.

Заводские противозумные пластизоли, покрывающие днище и колесные арки, не проникают в сварные швы, не содержат ингибиторов (ингибирование – замедление, приостановление) коррозии и лишь предохраняют металл от механических воздействий. Кроме того, состав наносят до окраски, предварительно прикрыв многочисленные резьбовые отверстия и шпильки технологическими наклейками. При сборке автомобиля их снимают, попутно оголяя участки днища (рис. 23). При транспортировке окрашенных кузовов и установке их на конвейер также возможны местные повреждения покрытия.

Если скрытые полости кузова обработаны на заводе, к руководству по эксплуатации, как правило, прикладывают паспорт со схемой защиты и условиями гарантии на нее. В этом случае полезно обратиться в антикоррозионный центр и проверить полноту нанесения и состояние покрытия.

Для подержанных машин (и отечественных, и иномарок) рекомендуется периодическая (через год–два) полная антикоррозионная обработка. Оцинкованные детали кузова, хотя и медленнее, тоже ржавеют, особенно в промышленных городах. В скрытых полостях коррозия незаметна и поэтому наиболее опасна. Поскольку при движении автомобиля на неровностях кузов «дышит», в сварных швах его элементов возникают микроперемещения, снижа-

ющие плотность прилегания деталей и разрушающие нанесенную ранее защитную пленку. Когда ржавчина появляется на наружных поверхностях, процесс уже необратим.



Рис. 23. Загрунтованные участки поверхности под удаленными технологическими наклейками остаются не покрытыми защитным составом

Днище автомобиля корродирует при старении заводского пластизолевого покрытия, его отслаивании и при попадании влаги в образовавшиеся полости. Кроме того, защитный слой повреждают мелкие камешки, песок и гравий, летящие из-под колес. Защитный слой сдирается при случайных контактах с твердыми предметами, например: обледенелыми снежными наростами в нерасчищенных дворах, выступающими корнями и упавшими ветками на лесных дорогах, в колеях или при парковке на бордюрах тротуаров.

Наружное лакокрасочное покрытие кузова страдает от воздействия соли, кислотных осадков, грязи и пыли, ультрафиолетового излучения, перепадов температуры (суточной и при мойке). Краска выцветает, окисляется, покрывается царапинами и трещинами. В результате автомобиль начинает ржаветь не только в скрытых полостях, но и снаружи.

После покупки подержанной машины рекомендуется сразу сделать полную антикоррозионную обработку. Впрочем, некоторые антикоррозионные центры сохраняют свою гарантию при смене собственника автомобиля. Поэтому, если предыдущий владелец передал соответствующие документы, можно ориентироваться на их рекомендации.

Периодичность и объем антикоррозионной обработки зависит от условий эксплуатации автомобиля, полноты предыдущей антикоррозионной защиты, примененных препаратов и условий гарантии фирмы, выполнившей работу.

В любом случае рекомендуется один раз в год, лучше в конце лета, посетить антикоррозионный центр для профилактического осмотра и устранения мелких повреждений защитных покрытий. Кроме того, весной полезно тщательно вымыть автомобиль, чтобы полностью удалить остатки антигололедных составов. Иначе летом, при повышенной температуре и периодическом смачивании (дождь, роса), процесс коррозии активизируется. Одновременно можно заметить и устранить появившиеся дефекты антикоррозионной защиты.

При замене или ремонте кузовных деталей после аварии также необходимо восстановить антикоррозионную защиту.

Химические материалы для антикоррозионной обработки. Разработчики постоянно совершенствуют препараты, придавая им новые свойства. Условно различают три поколения составов.

Первое поколение – консервационные, изготовленные на основе загущенных масел с добавками ингибиторов коррозии. На вертикальных поверхностях (дверях, порогах) эти материалы держатся недолго. Они стекают вниз, оставляя пленку, нестойкую к механическим воздействиям и проницаемую для паров воды.

Второе поколение – пленкообразующие ингибированные нефтяные составы (ПИНС), хорошо сцепляющиеся с защищаемым металлом. Воскообразная пленка механически изолирует его от воздействия атмосферы, а ингибиторы блокируют коррозию.

Иногда препараты дополнительно содержат модификаторы ржавчины. Они восстанавливают металл, превращая продукты коррозии в дополнительную защитную пленку толщиной около 100 мкм, схожую с грунтом.

Некоторые фирмы предлагают составы, в основу которых введен алюминиевый наполнитель. В их названия добавляются слово «бронза» или «голд», подчеркивая характерный бронзовый или золотистый цвет защитной пленки. Наполнитель увеличивает ее абразивостойкость и затрудняет проникновение агрессивных ионов (например, хлора) к защищаемому металлу.

Кроме того, в последнее время появились препараты с цинковым наполнителем. Его частички, повышая абразивостойкость покрытия, способствуют замедлению электрохимической коррозии. Поскольку электродный потенциал железа больше, цинк разрушается вместо стали.

Третье поколение – материалы, вместо летучих нефтяных растворителей содержащие воду или высокоочищенные масла. Поэтому такие составы не отравляют атмосферу.

Крупные изготовители антикоррозионных материалов для каждого вида обработки производят гамму составов, отличающихся степенью защиты. Все современные препараты совместимы с заводскими покрытиями, а антикоры одной фирмы (марки) – между собой. Но без крайней необходимости не рекомендуется менять марку состава. Определить, чем был защищен автомобиль, не всегда могут даже специалисты антикоррозионных центров. Поэтому с днища часто приходится удалять старое дополнительное покрытие. А из скрытых полостей убрать его практически невозможно. Кстати, если на автомобиле, например на заднем стекле, есть наклейка такого центра, по ней можно узнать, чем обработан кузов.

Общие требования к составам в зависимости от их назначения. *Материалы для защиты скрытых полостей (ML-препараты)* должны соответствовать следующим требованиям:

- хорошо проникать в микроразоры и трещины;
- быть однородными и тиксотропными (тиксотропность – способность препарата удерживаться на вертикальных поверхностях и быстро схватываться);
- вытеснять воду и электролиты с поверхности металла;
- эффективно пропитывать продукты коррозии (ржавчину);
- образовывать эластичную пленку;
- не оказывать вредного воздействия на лакокрасочное покрытие;
- иметь надежную адгезию (адгезия – сцепление покрытия с металлом или другим покрытием).

ML-препараты получили название от первых букв сочетания Motormannens/Lurin – названия компании Motormannens Riksforbound, разработавшей способ защиты внутренних полостей кузова, и фамилии г-на Свена Лурина, возглавлявшего работы.

Материалы для защиты днища и колесных арок (UB-препараты – сокращенное «under body» – «под кузовом») должны соответствовать следующим требованиям:

- иметь высокую адгезию защитной пленки к металлу и заводским покрытиям;
- иметь механическую прочность и абразивную стойкость к ударам песка и гравия, не трескаться и не отслаиваться;
- быть эластичными и выдерживать эксплуатационные температуры и механические деформации кузова;
- хорошо изолировать металл от агрессивных электролитов.

Материалы для антигравийной защиты должны защищать заводское лакокрасочное покрытие от интенсивного абразивного воздействия песка и гравия. Это еще одна ступень обработки. «Антигравии» часто содержат полимерные составляющие для повышения стойкости.

Материалы для защиты лакокрасочного покрытия проникают в поры краски и дополнительно защищают ее. Они должны быть водоотталкивающими, стойкими к ультрафиолетовому излучению и содержать ингибиторы коррозии.

5.2.2 Материалы для полировки кузова

Сохранить лакокрасочное покрытие кузова позволяют полироли и различные средства защиты. Их можно наносить самостоятельно, но придать автомобилю по-настоящему «блестящий» вид может только профессиональная обработка с использованием специальных материалов и технологий.

Общие сведения. Внешний вид автомобиля во многом зависит от состояния его лакокрасочного покрытия, которое изначально предназначено для защиты металла от коррозии. Оно состоит не только из краски и лака. При изготовлении машины кузов подвергают многослойной обработке, включающей нанесение фосфатной пленки, шпатлевки (в необходимых случаях), грунтовки и только после этого одноцветной или базовой эмали и прозрачного лака.

Однако это многослойное покрытие кузова не может обеспечить полную защиту металла от коррозии на весь срок службы автомобиля, потому что лакокрасочные слои имеют микроскопические поры, образующиеся в процессе производства и эксплуатации. Влага, кислоты и соли постепенно проникают в них и начинают разрушительный процесс электрохимической коррозии. Сначала появляются небольшие ржавые пятнышки, которые постепенно разрастаются, образуя более значительные очаги коррозии, а затем и сквозные дыры. Кроме того, в процессе эксплуатации автомобиля поверхность лакокрасочного покрытия неизбежно окисляется и повреждается, покрываясь царапинами, микротрещинами, сколами, рисками и т.д. Это результат механических повреждений, воздействий агрессивных веществ, солнечного излучения и перепадов температур.

Иногда достаточно двух–трех лет, а то и меньше, для появления очагов коррозии в местах, где лакокрасочное покрытие ослаблено или повреждено. Чтобы увеличить срок его службы, необходима регулярная обработка поверхности с помощью автомобильных полиролей и других средств защиты (рис. 24).



Рис. 24. Поврежденное лакокрасочное покрытие кузова автомобиля, защищенное пленкой полироли (схематично)

Виды полиролей. Полироли – это пастообразные вещества или эмульсии, представляющие собой смесь восков, силиконов, силиконовых смол и т.д. В их состав могут входить нерастворимые красители и пигменты, восстанавливающие первоначальный цвет кузова, наполнители, маскирующие локальные потертости и царапины, восстанавливающие первоначальный блеск лакокрасочного покрытия. Полироли по назначению могут быть восстановительными, защитными и комбинированными.

Восстановительные полироли в своем составе имеют очищающие средства и абразивные частицы. *Защитные* полироли содержат консервирующие добавки, блокираторы ультрафиолета и вещества, придающие лакокрасочному покрытию необходимый блеск. *Комбинированные* полироли включают консервирующие, абразивные, красящие и другие компоненты.

По составу полироли можно разделить на восковые, силиконовые, полимерные, цветообогащенные, очистительно-восстановительные и абразивные.

Восковые – наиболее дешевы и удобны для осуществления полировки (рис. 25). Они обеспечивают эффективную защиту и прекрасный внешний вид лакокрасочного покрытия. Лучшими из них считаются полироли, содержащие натуральный воск (пчелиный или растительный «carnauba»).

Основной недостаток – недолговечность. Такие защитные покрытия способны выдержать всего несколько моек автомобиля. Кроме того, они имеют высокую вязкость и поэтому их трудно наносить и растирать.



Рис. 25. Восковые полироли

Силиконовые – менее вязки, чем восковые, и позволяют обработать автомобиль в наиболее короткое время при меньших трудозатратах (рис. 26).



Рис. 26. Силиконовая полироль

Недостаток тот же – небольшая долговечность. Силиконы, как и воски, разлагаются под воздействием агрессивных веществ и ультрафиолетового излучения солнца. Пленка полиролей становится тоньше и повреждается, теряя защитные свойства и внешний вид.

Полимерные – обеспечивают надежную защиту лакокрасочных покрытий наиболее длительное время. Эти защитные средства намного дороже восковых и силиконовых, и их нанесение требует значительно больше времени и труда. Как правило, они не поступают в розничную торговлю и наносятся в специализированных автосервисах.

Цветообогащенные – включают в себя красители (пигменты), соответствующие по цвету покрытию автомобиля (рис. 27). Они не обладают достаточной стойкостью и требуют дополнительного покрытия защитной полиролью (если это не комбинированный препарат).

Очистительно-восстановительные содержат особые химические соединения и тонкие абразивные вещества. Они позволяют удалить окислившиеся частицы эмали (придающие лакокрасочному покрытию тусклый вид), трудно выводимые пятна, небольшие царапины и потертости. Для покрытий «металлик» и «перламутр» должны использоваться свои виды очистителей-восстановителей. После применения очистителя поверхность обязательно нужно покрыть какой-нибудь пленкой защитной полироли, иначе она быстро потускнеет.



Рис. 27. Цветобогащенные полироли

Абразивные – предназначены для предварительной обработки сильно поврежденных мест лакокрасочных покрытий и восстановления их декоративных свойств со снятием определенной части верхнего слоя (рис. 28).

Работа с такими полиролями требует определенных навыков, так как существует опасность полного удаления краски до грунтовки. После абразивной обработки поверхность покрывают слоем защитной полироли. Для красок «металлик» и «перламутр» применяют специальные абразивные полироли, так как полировке подвергается верхний слой прозрачного покрывного лака.



Рис. 28. Абразивные полироли

Задания для закрепления

1. Анतिकоррозионная обработка автомобиля необходима для _____
_____.
2. Выделяют следующие виды коррозии автомобильных кузовов: _____
_____.
3. Полный комплекс антикоррозионной обработки должен обеспечивать защиту _____
_____.
4. Периодичность и объем антикоррозионной обработки зависят от _____
_____.
5. Условно различают _____ поколения антикоррозионных составов.

6. К материалам для противокоррозионной защиты скрытых полостей предъявляются следующие основные требования: _____

7. К материалам для противокоррозионной защиты днища и колесных арок предъявляются следующие основные требования: _____

8. Материалы для антигравийной защиты предназначены для _____

9. К антикоррозионным материалам для защиты лакокрасочного покрытия предъявляются следующие основные требования: _____

10. Полировка кузова проводится для _____

11. Полироли – это _____

12. По назначению полироли разделяют на следующие виды: _____

13. По составу полироли делят на следующие виды: _____

14. Абразивные полироли предназначены для _____

Контрольные вопросы

1. Перечислите и поясните сущность видов коррозии автомобильных кузовов.
2. Назовите основные причины коррозии автомобильных кузовов.
3. Назовите основные способы борьбы с коррозией.
4. С какой периодичностью следует проводить антикоррозионную обработку автомобиля? От чего зависит периодичность и объем антикоррозионной обработки?
5. Дайте краткую характеристику первого поколения антикоррозионных составов.
6. Дайте краткую характеристику второго поколения антикоррозионных составов.
7. Дайте краткую характеристику третьего поколения антикоррозионных составов.

5.3 Резиновые материалы

Состав резины. Число деталей на автомобиле, в которых в той или иной степени присутствует резина, превышает 500, а их масса составляет более 5 % общей массы легкового автомобиля и более 10 % грузового.

Резины используют для изготовления опор двигателя, шлангов систем охлаждения, питания, смазки, отопления, вентиляции, ремней привода вентилятора, генератора, компрессора и водяного насоса, уплотнителей кузова и кабин, втулок рессор и других деталей подвески. Также резину используют для изготовления манжет, шлангов, чехлов, диафрагм тормозной системы, деталей пневматической подвески, шумоизолирующих элементов передней и задней подвесок, ограничителей хода подвески, амортизирующих прокладок и втулок, колесных грязевых щитков, ковриков для пола кабины и кузова и др. Наиболее важными из резиновых изделий на автомобиле являются шины, стоимость которых составляет 15...25 % стоимости грузового автомобиля, причем за время между ремонтами меняется от 2 до 4 комплектов шин.

Резина обладает следующими уникальными свойствами:

- эластична;
- способна поглощать ударные нагрузки и вибрацию;
- имеет низкую теплопроводность и звукопроводность;
- имеет хорошую механическую прочность;
- обладает высоким сопротивлением к истиранию;
- является хорошим электроизолятором;
- газо- и водонепроницаема;
- устойчива к агрессивным средам;
- легкая.

Резину получают вулканизацией резиновой смеси, в состав которой входят:

- каучук;
- вулканизирующие агенты;
- ускорители вулканизации;
- активаторы;
- противостарители;
- активные наполнители или усилители;
- неактивные наполнители;
- красители;
- ингредиенты специального назначения.

В зависимости от назначения в резину может входить часть перечисленных ингредиентов, но в ее составе всегда содержится каучук и вулканизирующий агент. Каучук, являясь основой, определяет качество резины. В шинных резиновых смесях содержание каучука составляет примерно 50...60 %. Шинные заводы используют более 60 % производимого в России каучука. Каучук бывает натуральным и синтетическим. Натуральный каучук добывают из млечного сока (латекса) каучукового дерева (гевеи), в котором его содержится до 40 %.

Для выделения каучука латекс обрабатывают уксусной кислотой, под действием которой он свертывается, и каучук легко отделяется. Затем полученный рыхлый сгусток промывают водой, прокатывают в листы, сушат и обычно копят для устойчивости против окисления и действия микроорганизмов. Натуральный каучук – это полимер непредельного углеводорода изопрена. Молекулы каучука имеют линейную структуру и представляют собой длинные нити, изогнутые, перепутанные, скрученные в клубки. Молекула каучука похожа на круглую незамкнутую пружину, которая при растяжении концов стремится сохранить прежнюю форму и размеры. При растяжении каучука его молекулы распрямляются, ориентируясь в направлении растяжения, затем вновь возвращаются в прежнее состояние.

Каучук легко вступает в химическую реакцию с кислородом, водородом, галогенами, серой. При комнатной температуре кислород (и особенно озон), внедряясь в молекулы каучука, разрывает их и каучук становится хрупким.

В 1932 году впервые в мире в СССР был получен синтетический каучук (в Германии – в 1938 г., в США – в 1942 г.). В настоящее время химическая промышленность производит десятки разновидностей синтетического каучука, используя для этого самое экономичное сырье – попутные нефтяные газы или газы крекинга, благодаря чему каучуки получают невысокой стоимости. Различные синтетические каучуки имеют определенные свойства. Одни обладают высокой механической прочностью, высокой морозостойкостью, другие – высокой клейкостью, третьи – повышенной маслостойкостью и термостойкостью.

Физико-механические свойства резины. К основным физико-механическим свойствам резины относятся: прочность, эластичность, износостойкость, твердость.

Показатель *прочности* – предел прочности при растяжении (сжатии). Мягкая резина из натурального каучука при растяжении имеет предел прочности 18...25 МПа. Для особых сортов мягкой резины этот показатель 30...35 МПа. Прочность резины из синтетического каучука 15...25 МПа.

Эластичность – способность резины к многократным механическим обратимым деформациям. Оценивают по величинам относительного и остаточного удлинения при разрыве и относительного сжатия при предельной нагрузке.

Для мягкой резины из натурального каучука относительное удлинение при разрыве составляет 500...800 %, а для некоторых даже 1000 %. У резины из синтетического каучука эластичность меньше 450...550 %.

Относительное сжатие различных сортов резины составляет 40...50 %, т. е. резина способна сжиматься без разрушения примерно вдвое.

Во время движения автомобиля покрышка испытывает до 350 деформаций на 1 км пути, при этом боковины покрышки растягиваются, а беговая дорожка сжимается.

Износостойкость резины определяют по энергии, затраченной на истирание 1 мм³ резины. Замер износостойкости производят на специальной установке, где образец резины прижимается с определенным усилием к вращающемуся диску с корундовой бумагой.

Твердость резины определяют с помощью игольчатого твердомера по величине погружения в испытываемый образец притупленной иглы под действием пружины прибора. По твердости резины делят на мягкие, жесткие и твердые.

Резина не прошедшая процесс вулканизации не имеет необходимых для эксплуатации физико-механических свойств и называется «сырой» резиной.

Вулканизация резины. Ни натуральный, ни синтетический каучук изначально не обладают качествами, которые имеет резина. При понижении температуры каучук становится хрупким, при повышении – теряет эластичность. Поэтому каучук смешивают с другими ингредиентами и подвергают вулканизации, в результате которой он приобретает эластичность и другие ценные качества. Основным вулканизирующим агентом для шинных резин служит сера.

Вулканизация заключается в нагреве резиновой смеси до определенной температуры и выдержке в течение времени, достаточном для того, чтобы атомы серы соединили в некоторых местах двойные связи молекулы каучука, образовав резину – материал с пространственной структурой молекул. От количества серы зависит твердость резины. При содержании 40...60 % серы каучук превращается в эбонит – высокотвердый материал, который хорошо обрабатывается резанием.

Кроме серы могут применяться и другие вулканизирующие агенты.

Для каждой резиновой смеси установлены оптимальные температура и время вулканизации. Для шинных резин температура вулканизации 130...140 °С и определенное давление.

Другие ингредиенты резиновой смеси:

- ускорители вулканизации, повышающие сопротивление старению;

- активаторы, ускоряющие процесс и повышающие предел прочности при растяжении;
- активные наполнители, повышающие прочность при растяжении, твердость и износостойкость материала, обычно это сажа (в покрышке примерно 25 % сажи);
- неактивные наполнители – асбестовая мука, которая увеличивает объем резиновой смеси и удешевляет материал без ухудшения его свойств;
- противостарители – 1...2 % массы каучука;
- пластификаторы, способствующие лучшему смешиванию составных частей резины и изменяющие некоторые ее качества;
- регенерат – специально обработанная резина из утильных покрышек и камер, используют для частичной замены каучука;
- красители.

Армирование резиновых изделий. Армированием называется усиление материала или конструкции другим материалом. В автомобилестроении резину, как правило, используют в сочетании с другими материалами (для получения необходимых свойств). Наиболее распространено сочетание «резина – ткань». Некоторые резиновые изделия (например, борт покрышки) армируют металлом.

Ткани, применяемые в производстве автомобильных резиновых изделий, получают из хлопчатобумажных, вискозных и капроновых нитей. Детали автомобильных шин изготавливают из специальных тканей: корда, чефера, доместика и бязи.

Корд представляет собой ткань из крученых продольных нитей основы и тонких, редко расположенных поперечных нитей, что позволяет хорошо прорезинить каждую нить. При деформации покрышки слабые поперечные нити быстро перетираются, а нити основы удерживаются слоем резины, обеспечивая каркасу прочность.

Из корда изготавливают каркас покрышки. Лучшим считается корд, который имеет наименьшее удлинение и утомляемость, а также создает меньшие потери на трение. Применение капронового и нейлонового корда снижает расход каучука на 15 %, увеличивает срок службы шин на 30...40 % и уменьшает потери на сопротивление качению. Недостаток капронового корда – значительное упругое удлинение нити, из-за чего изнашивается каркас шины.

В последнее время широкое применение получил металлокорд, который изготавливают из стальных тросиков толщиной 0,5...1,5 мм, свитых из проволоки диаметром 0,1...0,25 мм. Прочность металлокорда практически не снижается при увеличении температур. Шины с металлокордом (при эксплуатации по дорогам с усовершенствованным покрытием) служат примерно в два раза дольше, чем обычные. Недостаток металлокорда – невысокая усталостная прочность и большая стоимость.

Чефер, доместик и бязь являются тканями полотняного переплетения. Чефер изготавливают из особо прочных нитей и используют в деталях покрышек, не подвергающихся многократной деформации, например для изготовления крыльев и усилительных ленточек бортов покрышек. Прорезиненные доместик и бязь используют для обертки проволочных колец бортов.

Особенности эксплуатации резиновых изделий. Несмотря на высокую эластичность, резина обладает остаточной деформацией. Чем выше нагрузка и время ее воздействия, тем больше остаточная деформация. Поэтому покрышки следует хранить на специальных стеллажах поставленными на ребро и через каждые два–три месяца переворачивать их на 40...60 °, меняя точку опоры. С этой же целью колеса автомобилей, поставленных на длительную стоянку, следует вывешивать для полной разгрузки шин.

При понижении температуры эластичность резины уменьшается. Если температура ниже минус –10...–15 °С, то резина становится сначала полужесткой, а потом жесткой; при температуре –40...–45 °С шины делаются твердыми, хрупкими и малоспособными к обратимым деформациям. Лишь специальные морозостойкие сорта резины могут сохранять неко-

торую эластичность даже при $-50...-55$ °С. Поэтому монтаж и демонтаж шин на морозе приводит, как правило, к разрушению боковин покрышек и образованию трещин на камере.

В начале движения при низких температурах окружающей среды, пока шина не прогрелась в результате внутреннего трения, необходимо воздерживаться от больших скоростей, выбирать дорогу с меньшими неровностями, не выполнять крутых поворотов и резких торможений.

Повышение температуры ведет к размягчению шины, ее эластичность снижается, а склонность к остаточной деформации возрастает. Эти явления заметны уже при температуре $60...70$ °С, а при температуре $110...120$ °С предел прочности уменьшается настолько, что возможно полное разрушение покрышки. Для уменьшения нагрева шин в летнее время необходимо делать остановки в пути, не превышать скорость движения, выдерживать нормы давления воздуха в шинах и нагрузки на колеса.

Растворители также сокращают срок службы резиновых изделий. От воздействия нефтепродуктов и таких жидкостей, как эфир, бензол, скипидар, резина набухает, снижается прочность, эластичность и сопротивление истиранию. Поэтому следует оберегать резиновые изделия от контакта с ГСМ и растворителями для красок и эмалей.

Спирты, ацетон, глицерин, растительные масла и гликоли, а также слабые кислоты и щелочи практически не взаимодействуют с резиной. Кислоты и их пары приводят к уплотнению резины, снижению ее эластичности.

Со временем из-за взаимодействия резины с кислородом происходит ее старение. Резина делается жесткой, покрывается хрупкой коркой, которая легко снимается при деформации, вследствие чего образуется сеть сначала мелких, а затем глубоких трещин. В результате старения резина теряет эластичность, снижается предел ее прочности, увеличивается истираемость, изделие приходит в негодность.

Старение ускоряется под действием прямых солнечных (ультрафиолетовых) лучей и повышенных температур окружающей среды. Поэтому при длительном хранении покрышки закрывают щитками, чехлами или окрашивают их наружную часть меловой краской на казеиновом клее. На складах резиновые изделия хранят от отопительных приборов на расстоянии не менее 1 м. Особенно чувствительны к окислению материалы из сырой резины, так как повышенная температура способствует их самовулканизации.

Для изготовления прокладок, манжет и других уплотнительных деталей, находящихся в постоянном контакте с топливом, маслами, охлаждающими, тормозными и другими техническими жидкостями, производят специальную бензомаслостойкую резину, которая обладает повышенной химической стабильностью.

Резиновый клей. Резиновый клей используют для промазывания поврежденных мест покрышек, камер и ремонтных материалов. Резиновый клей получают растворением клеевой саженатолненной резиновой смеси в бензине-растворителе.

Резиновый клей изготавливают двух видов: вулканизирующийся и невулканизирующийся. В дорожных условиях при наложении заплат из вулканизированной резины используют невулканизирующийся клей. Клей высыхает в результате испарения растворителя, и заплатка удерживается на камере благодаря адгезии. Для вулканизации этот клей непригоден, так как в нем нет серы и других необходимых ингредиентов.

Вулканизирующийся клей является раствором сырой клеевой резины, содержащей серу, ускоритель вулканизации и сажу.

Вулканизирующийся клей применяют все реже, так как более удобен способ ремонта с помощью сырой клеевой резины и невулканизирующегося клея.

В последнее время из-за увеличения производства бескамерных шин для восстановления проколотых шин используют специальный клеевой состав из невулканизованного каучука.

Ремонтные материалы для резинотехнических изделий. Автохозяйства используют резину в качестве ремонтного материала для восстановления поврежденных пневматических шин и камер.

Протекторная резина предназначена для заполнения вырезанных при ремонте участков протектора и боковин.

Прослоенная резина предназначена для обкладки вырезанных участков покрышки, пластырей и манжет с целью лучшего соединения заплат с покрышкой и для заполнения вырезанных участков каркаса покрышки.

Камерная резина служит для изготовления заплат.

Герметизирующая резина используется для ремонта герметизирующего слоя бескамерных шин.

Клеевая резина предназначена для приготовления клея.

Ткань, как и резина, определяет эксплуатационные качества и стоимость шин. Вес ткани составляет около 30 % веса всей покрышки.

При ремонте покрышек и бескамерных шин применяют в основном прорезиненные кордовые ткани, а также ткани полотняного переплетения – чефер, domestik, бязь.

При ремонте автомобильных шин наряду с резинами и тканями применяют:

- пластыри, манжеты;
- уплотнительные резиновые пробки и грибки;
- протекторную профилированную резину;
- резиновый клей.

Пластыри представляют собой заплаты из прорезиненного корда и применяются для ремонта сквозных повреждений каркаса у шести-, восьми- и десятислойных покрышек.

Манжетами называют куски каркаса, вырезанные из покрышек, непригодных к ремонту, и соответствующим образом обработанные. Их применяют для ремонта сквозных повреждений каркаса покрышек.

Ромбовидные манжеты по сравнению с овальными имеют на 35 % меньший вес, создают меньший дисбаланс у отремонтированных покрышек и обеспечивают более плавный переход от отремонтированного участка к каркасу шины. При ремонте восьмислойных покрышек и покрышек больших размеров применяют две манжеты. Манжета, которая накладывается первой, называется подманжетником.

Уплотнительные резиновые пробки и грибки применяют при ремонте гвоздевых проколов покрышек и бескамерных шин.

Протекторная профилированная резина предназначена для восстановления у покрышек изношенного протектора. Протекторные резины выпускают для ремонта покрышек всех стандартных массовых размеров для полного восстановления у них протектора или только беговой дорожки.

Задания для закрепления

1. Резина обладает следующими свойствами:

- 1) _____; 2) _____;
- 3) _____; 4) _____;
- 5) _____; 6) _____;
- 7) _____; 8) _____;
- 9) _____.

2. Для вулканизации используют резиновую смесь, состоящую из следующих элементов:

- 1) _____; 2) _____;
- 3) _____; 4) _____;
- 5) _____; 6) _____;
- 7) _____; 8) _____;
- 9) _____;

3. Основные физико-механические свойства резины:

- 1) _____; 2) _____;
- 3) _____; 4) _____.

4. Эластичность резины – это _____

5. Износостойкость резины определяют _____

6. Виды резины по твердости: 1) _____; 2) _____; 3) _____.

7. Вулканизация резины заключается в _____

8. Армированием резиновых изделий называется _____

9. Для армирования резиновых изделий используют следующие ткани:

1) _____; 2) _____; 3) _____; 4) _____.

10. Корд представляет собой _____

11. Металлокорд изготавливают из _____

12. Для уменьшения нагрева шин в летнее время следует: _____

13. Резиновый клей предназначен для _____

14. Резиновый клей бывает двух видов:

1) _____; 2) _____.

Контрольные вопросы

1. Перечислите свойства резины.
2. Опишите способы получения резины.
3. Опишите состав резиновой смеси при вулканизации.
4. Перечислите и кратко охарактеризуйте основные физико-механические свойства резины.
5. Охарактеризуйте прочность и эластичность резины.
6. Охарактеризуйте износостойкость и твердость резины.
7. Опишите особенности вулканизации резины при ее производстве.
8. Как и для чего проводят армирование автомобильных резинотехнических деталей?
9. Опишите особенности эксплуатации автомобильных резинотехнических деталей.
10. Перечислите основные правила эксплуатации автомобильных шин.
11. Опишите влияние высоких и низких температур на шины, изготовленные из обычной (неморозостойкой) резины.
12. Каково назначение резинового клея?
13. Перечислите и кратко охарактеризуйте виды резинового клея.
14. Опишите состав и область применения резинового клея.

5.4 Уплотнительные, обивочные, электроизоляционные материалы и клеи

Уплотнительные материалы применяют на автомобиле для уплотнения неподвижных и подвижных соединений, защиты агрегатов от попадания в них пыли и грязи. Качество уплотнительных материалов влияет на расход масла и смазочных материалов, тормозных, амортизаторных и охлаждающих жидкостей, на сроки службы и безотказность работы агрегатов.

Уплотнительные материалы для всевозможных прокладок, зажимаемых между стыкующимися поверхностями неподвижных деталей, называются *прокладочными*. Уплотнительные материалы, из которых изготавливают сальниковые устройства, предназначенные для герметизации зазоров между деталями, перемещающимися друг относительно друга, называются *набивочными*.

Требования, предъявляемые к уплотнительным материалам:

- упругость;
- высокая прочность на сжатие;
- термостойкость;
- стойкость к воздействию нефтепродуктов и газов;
- прочность и мягкость;
- износостойкость.

В качестве прокладочного материала используют: бумагу, прокладочный картон, пергамент, фибру, пробку, асбест, войлок, резину, паронит.

Набивочные материалы – это войлок, асбест, джут, пенька, ткань, пропитанная резиной, армированная резина.

Обивочные материалы предназначены для отделки (обивки) сидений и кузовов автомобилей. Обивка повышает комфортабельность салона и кабины, улучшает их тепло- и звукоизоляцию. От качества обивочного материала зависит внешний вид салона автомобиля и его стоимость. Прочность, эластичность и износостойкость обивочных материалов влияет на срок их службы.

Требования, предъявляемые к обивочным материалам:

- механическая прочность;
- эластичность;
- износостойкость;
- соответствие экологическим нормам;
- невысокая стоимость;
- эстетичность;
- стойкость к воздействию пыли, грязи, нефтепродуктов.

Для обивки салонов автомобилей используют синтетические материалы, разнообразные ткани (полушерстяные ткани «горьковчанка», «ВАЗ», парусина и др.), в том числе и с нанесенными на их поверхности полимерами, а также синтетические пленки (поливинилхлоридные типа 0,4 и 0,4Т и др.). Для обивки сидений грузовых автомобилей и автобусов используют дерматин, текстовинит, автобим и т.п. В некоторых легковых автомобилях применяют искусственную кожу. Для отделки внутренних панелей дизайнеры используют различные пластики.

Салоны дорогих автомобилей отделываются натуральной кожей, деревом, алюминиевыми вставками и т.п.

Электроизоляционные материалы не проводят электрический ток и применяются при изготовлении приборов электрооборудования. Они должны обладать механической прочностью, тепло- и влагостойкостью. Такими материалами являются пластмассы, резина, электроизоляционные лаки, фибра, эбонит, лакоткани, текстильные ленты, изоляционная бумага, изоленга, слюда и целый ряд синтетических полимерных материалов.

Синтетический клей. *Клей* – это жидкая или пастообразная многокомпонентная система, основой (связующим элементом) которой являются высокомолекулярные вещества, обладающие высокой адгезией к твердым веществам.

В зависимости от природы связующего компонента различают клей *органического происхождения* (животного и растительного) и *синтетические* виды клея. В автомобилестроении в настоящее время используют в основном синтетический клей.

Синтетический клей надежно соединяет детали между собой. Клеевое соединение менее трудоемко, чем, например, заклепочное, сохраняет поверхность гладкой, не увеличивает массы деталей и не уменьшает рабочей толщины износа трущихся деталей.

Прочность клеевого соединения зависит от величины адгезии – силы прилипания клея к склеиваемой поверхности и когезии – прочности самой клеевой пленки.

Адгезия зависит от химических и межмолекулярных сил притяжения между частицами клея и склеиваемого материала. При шероховатой поверхности клей затекает во впадины и поры, обеспечивая дополнительное механическое сцепление. Адгезия клеевой пленки зависит также от величины усадки при ее формировании и разности коэффициентов расширения пленки и материалов склеиваемых поверхностей.

Когезия клеевой пленки зависит от качества клея, соблюдения условий ее образования (температуры, времени высыхания, давления) и толщины. С увеличением толщины клеевой пленки когезия ухудшается вследствие уменьшения воздействия силового поля склеиваемых поверхностей. Опрессовка склеиваемых материалов позволяет получить тонкую сплошную клеевую пленку путем выдавливания избытка клея и пузырей воздуха.

Состав любого синтетического клея:

- связующее вещество,
- растворитель,
- наполнитель, отвердитель,
- пластификатор (при необходимости);
- ускоритель отверждения.

В качестве связующего компонента используют термопластичные и термореактивные полимеры (смолы). Клей на базе термопластичных полимеров образует обратимую пленку, размягчающуюся при нагревании.

Для получения необходимой вязкости в клей вводят растворители: ацетон, спирт, смесь бензина с этилацетатом и т. п.

Наполнители уменьшают усадку клея при отверждении и предотвращают появление трещин клеевой пленки. Наполнителями являются металлы, стекло, фарфор, цемент и другие материалы.

Отвердители и ускорители отверждения добавляют к клею, содержащему термореактивные полимеры. Цель – обеспечить и ускорить образование клеевой пленки.

Технологический процесс склеивания осуществляется по следующей схеме:

- 1) очистка и увеличение шероховатости соединяемых поверхностей;
- 2) обезжиривание соединяемых поверхностей;
- 3) нанесение клея;
- 4) просушивание клея;
- 5) прессование склеиваемых деталей;
- 6) термическая обработка клеевого шва.

Склеивание фрикционных накладок с тормозными колодками или дисками сцепления вместо применения заклепочного соединения обеспечивает значительную экономию, так как при этом увеличивается используемая толщина накладки, а от этого зависит срок ее службы.

Толщина фрикционных накладок с заклепками используется всего лишь на 50 %, а при склеивании – более чем на 80 %. Кроме того, при склеивании не образуются риски и задиры на рабочей поверхности барабана тормозного механизма.

В настоящее время существует большой ассортимент автомобильных видов клея различного назначения. По надежности современные клеевые соединения не уступают закле-

почным и резьбовым, а иногда даже сварным соединениям. Например, детали из терморезистивных пластмасс склеивают смоляными марками клея БФ-2, БФ-4, К-17. Термопласты склеивают органическими растворителями или клеем, представляющим собой 2...4%-ный раствор пластмассы и растворителя. Пластмассы с металлом и стеклом склеивают клеем БФ-2, обивку кузовов – с помощью клея БФ-6, резину с металлом – клеем № 88Н и № 61; сталь, стекло, керамику – клеем ВК-2. Однако у каждого из перечисленных марок клея есть достаточно большое количество аналогов и заменителей.

В авторемонтных работах используют цианакриловые и акриловые виды клея.

Цианакриловый клей – универсальный (например, марки КМ-200С, ТК-300С, ТК-301С, ТК-300Э). Благодаря быстрому отверждению они позволяют значительно сократить и упростить технологические операции. Цианакриловые марки клея характеризуются высокой адгезией к любым металлам, быстрым отверждением (от нескольких секунд до нескольких минут), сохранением необходимых свойств в широком диапазоне температур.

Клей типа ТК обеспечивает прочное и теплостойкое соединение деталей. Клей типа КМ позволяет получить эластичное соединение и применяется для склеивания деталей, испытывающих вибрационные нагрузки и резкие перепады температур.

Широкое использование цианакриловых марок клея сдерживается из-за проблемы хранения. Они хранятся при отрицательных температурах в течение 6 месяцев.

Акриловый клей – двухкомпонентный. Применяется для склеивания металлов (в т. ч. замасленных), стекла, керамики, пластмасс. Компоненты наносят на поверхность раздельно. Отверждение клея происходит только после совмещения склеиваемых поверхностей при комнатной температуре. Клеевой шов имеет высокую стойкость к вибрациям и ударным нагрузкам, хорошо сохраняется при температуре от 5 до 30 °С. Срок хранения до 5 лет. Акриловые марки клея: Ан-105, Ан-110, Ан-109, Ан-106.

Широкое применение получил *клей на основе эпоксидных смол*: Эд-16 и Эд-20. Кроме эпоксидной смолы, в него входят отвердитель (полиэтиленамин), пластификатор (дибутилфталат) и какой-либо наполнитель, сходный по физическим свойствам со склеиваемыми деталями. Отвердитель и наполнитель добавляют в клей перед его использованием. При этом необходимо помнить, что смола и отвердитель токсичны, поэтому при работе с ними необходимо соблюдать меры безопасности.

Эпоксидные композиции обладают уникальным набором технологических свойств. Основное достоинство технологии ремонта с использованием эпоксидных композиций – это возможность их отверждения при любых температурах и получение необходимых форм и размеров отвердевшей композиции. Ассортимент отвердителей эпоксидных смол, применяемых при ремонте автомобилей, позволяет отверждать эпоксидные смолы при температурах от –5 до +20 °С.

Отвержденные эпоксидные смолы в чистом виде обладают повышенной хрупкостью. Для повышения их эластичности в состав смол вводят пластификаторы. В качестве пластификатора применяют в основном дибутилфталат (ДБФ). Это желтоватая маслянистая жидкость с небольшой молекулярной массой и достаточно высокой температурой кипения.

Как правило, пластификаторы входят в состав эпоксидных смол изначально. Получается так называемый *компаунд*. У отдельных марок эпоксидного клея отвердитель одновременно являются и пластификатором.

Наполнители существенно изменяют физико-химические свойства эпоксидных композиций. Они уменьшают усадку, снижают коэффициент линейного (термического) расширения, увеличивают теплопроводность, термостойкость и улучшают другие физико-механические свойства. Наполнители могут быть неорганическими и органическими и представляют собой порошки различных металлов.

При приготовлении композиции эпоксидную смолу подогревают до температуры 60...80 °С, добавляют небольшими порциями пластификатор (если он содержится в композиции) и перемешивают смесь в течение 5...8 мин. Затем вводят наполнители, перемешивают в течение 8...10 мин. Такой состав можно хранить длительное время.

Окончательное приготовление клея осуществляется непосредственно на месте использования и незадолго до его применения. Это объясняется тем, что после введения отвердителя процесс отверждения композиции в зависимости от температуры и типа отвердителя может занимать от нескольких минут до нескольких часов.

Опыт показывает, что при отклонениях от рекомендуемых дозировок отвердителей до 5 %, пластификаторов и наполнителей до 10 % не происходит существенных изменений. Большие отклонения заметно ухудшают их свойства.

Задания для закрепления

1. Уплотнительные материалы предназначены для _____

_____.

2. Уплотнительные материалы разделяют на два вида:

1) _____; 2) _____.

3. К уплотнительным материалам предъявляют следующие требования: _____

_____.

4. В качестве прокладочных материалов используют: _____

_____.

5. В качестве набивочных материалов используют: _____

_____.

6. Обивочные материалы предназначены для _____

_____.

7. К обивочным материалам предъявляют следующие требования: _____

_____.

8. Электроизоляционные материалы предназначены для _____

_____.

9. К электроизоляционным материалам предъявляют следующие требования: _____

_____.

10. В качестве электроизоляционных материалов используют: _____

_____.

11. Клеем называется _____

6. Управление расходом топливно-смазочных материалов

Расходы на топливо и смазочные материалы (ТСМ) на автомобильном транспорте достигают 30 % общих затрат на единицу транспортной работы. Опыт показывает, что фактический расход ТСМ можно снизить на 20 % и более, в результате чего себестоимость перевозок грузов уменьшится на 3...4 %.

На расход топлива и смазочных материалов наибольшее влияние оказывают следующие факторы:

- соответствие качества ТСМ предъявляемым к ним требованиям;
- конструкция автомобиля;
- техническое состояние автомобиля;
- квалификация водителя;
- структура парка подвижного состава (т. е. наличие малотоннажных автомобилей для внутригородских перевозок и автопоездов максимальной грузоподъемности для междугородных рейсов).

Основные составляющие расхода ТСМ. Экономный расход ТСМ предполагает, прежде всего, точный и оперативный учет. В связи с этим на автотранспортных предприятиях (АТП) осуществляется бухгалтерский и оперативный учет ТСМ. Оперативный учет ведут отделы (группы) топливно-энергетических ресурсов, которые разрабатывают планы организационно-технических мероприятий по экономии ТСМ, проводят систематический анализ расхода топлива на предприятии каждым водителем в отдельности.

В материальном отделе бухгалтерии каждого предприятия на каждого водителя ведется карточка учета расхода топлива и лицевой счет водителя, в которых учитывается расход топлива. Основанием для учета является путевой лист – первичный отчетный документ водителя, в котором фиксируется пройденный автомобилем путь, число поездок, выполненная транспортная работа, количество залитого в бак топлива или выданных на него талонов, указывается норма расхода топлива и фактический расход. Каждый путевой лист имеет номер и заверяется печатью.

Объективно учесть расход топлива возможно, только если счетчики пройденного пути исправны и показатели удельного расхода топлива соответствуют нормативным значениям. Поэтому запрещается выпуск в рейс автомобилей с неисправными или неопломбированными спидометрами, а также неисправных автомобилей.

На автотранспортном предприятии проводят декадный, месячный, квартальный и годовой анализ итогов работы по использованию автомобильного топлива. За перерасход топлива с виновных удерживается полная стоимость перерасходованного топлива, за экономию выплачивается 95 % его стоимости.

Планирование и нормирование расхода ТСМ. В практике планирования и учета расхода ТСМ приняты три вида нормирования расхода топлива: линейный (индивидуальный), маршрутный и удельный (групповой).

Линейное нормирование – это расчет норм расхода топлива в зависимости от пробега (для легковых автомобилей и автобусов) или выполненной транспортной работы (для грузовых автомобилей). Для легковых автомобилей и автобусов линейные нормы указывают в литрах на 100 км пробега автомобиля. Линейные нормы расхода для грузовых автомобилей указывают в литрах на 100 т·км (тонно-километров). Такое нормирование отражает фактический расход топлива, способствует лучшему использованию грузоподъемности автомобилей и ставит в более выгодные условия водителей тех автомобилей, у которых меньше пробег без грузов и эффективнее используется грузоподъемность автомобиля.

Норма расхода топлива на каждые 100 т·км транспортной работы для бензиновых автомобилей – 2 л, для дизельных – 1,3 л, для газобаллонных на сжиженном газе – 2,5 л.

Норму расхода топлива на 100 км пробега устанавливают в зависимости от модели автомобиля.

При работе за городом на дорогах с современным покрытием нормы снижаются на 15 %.

Нормы на расход топлива повышаются:

- зимой в южных районах до 10 %;
- в северных районах до 15 %;
- на Крайнем Севере до 20 %;
- при работе на дорогах со сложным планом до 10 %;
- в городских условиях от 5 до 20 %;
- для автомобилей, работающих с частыми остановками, до 10 %;
- при работе в карьерах, на поле и тяжелых дорожных условиях до 20 %;
- для новых автомобилей и после капитального ремонта на первой тысяче километров пробега на 5 %;
- на учебную езду на 20 %.

Групповое нормирование – это расчет норм расхода топлива с учетом структуры парка, объема грузооборота, общего пробега, линейных норм, коэффициентов использования пробега, грузоподъемности автомобилей и фактического расхода топлива за отчетный год.

Групповые нормы определяют затраты топлива на выполнение единицы работы (в граммах на тонно-километр) и служат показателем эффективности использования автотранспорта.

Групповая норма – это максимальное количество топлива, которое допускается расходовать при выполнении единицы транспортной работы. На основании групповых норм определяют фонд на топливо.

Групповые нормы устанавливают для автотранспортных предприятий вышестоящие организации. Внутри АТП удельные нормы распределяются по автоколоннам, участкам, цехам.

Маршрутное нормирование – это расчет расхода топлива для автобусов, выполняющих пассажирские перевозки по определенным, заранее запланированным маршрутам. Утверждаются маршрутные нормы руководителями автотранспортных предприятий дифференцированно для автобусов каждой марки на основании расчета, выполненного с учетом особенностей каждого отдельного маршрута. Основой для такого расчета служат линейные нормы, а также фактический расход топлива за предыдущий период работы (квартал, год). Общий расход топлива, рассчитанный по маршрутным нормам, на автотранспортном предприятии должен быть в пределах потребности в топливе, определенной для данного предприятия в целом по действующим линейным нормам.

Нормируются также потери от испарения топлива при заполнении и опорожнении резервуаров. Годовые потери от испарения топлива при вместимости резервуаров 200, 400, 1000, 2000 м³ составляют соответственно 5,75; 4,24; 3,25 и 2,75 % от емкости резервуара.

Потери в резервуарных парках возможны из-за выхода наружу топлива или его паров при механических повреждениях корпусов резервуаров, крыш или трубопроводов.

Нормы расхода масел и смазок устанавливают на 100 л расхода топлива, рассчитанного по линейным нормам. Так, на каждые 100 л топлива установлены следующие нормативы:

- расход моторного масла – 2,4 л для автомобилей с бензиновыми двигателями, 3,2 л для дизелей;
- расход трансмиссионного масла – 0,3 л для бензиновых двигателей и 0,4 л для дизелей;
- расход пластичных смазок – 0,2 л для бензиновых двигателей и 0,3 л для дизелей.

Нормы могут быть снижены до 50 % для автомобилей, находящихся в эксплуатации менее 3 лет, и увеличены до 20 % для автомобилей, находящихся в эксплуатации более 8 лет.

Нормирование расхода специальных жидкостей (охлаждающей, тормозной и т.п.) осуществляют, исходя из эксплуатационных требований к частоте замены этих жидкостей.

Комплекс мероприятий по экономии топлива, смазочных материалов и специальных жидкостей делает эксплуатацию автомобильного транспорта экономически выгодной и экологически более безопасной.

Задания для закрепления

1. Существуют следующие основные виды нормирования расхода топлива: _____

2. Линейное нормирование заключается в _____

3. Для легковых автомобилей и автобусов линейные нормы указываются в _____, а для грузовых – в _____.

4. Групповое нормирование – это _____

5. Групповая норма расхода топлива – это _____

6. Маршрутное нормирование – это _____

7. Нормы расхода масла и смазок устанавливают следующим образом: _____

Контрольные вопросы

1. Перечислите факторы, влияющие на расход ТСМ.
2. Каким образом учитывают расход ТСМ на автопредприятиях?
3. Опишите линейное нормирование расхода топлива.
4. Опишите групповое нормирование расхода топлива.
5. Опишите маршрутное нормирование расхода топлива.
6. Назовите условия, при которых повышают нормы расхода ТСМ.
7. Назовите условия, при которых понижают нормы расхода ТСМ.
8. Опишите нормирование расхода масел и пластичных смазок.

Lined writing area with horizontal lines.

Подпись студента

Подпись преподавателя

7. Техника безопасности и охрана окружающей среды при использовании автомобильных эксплуатационных материалов

7.1 Токсичность и огнестойкость автомобильных эксплуатационных материалов

Все сорта топлива, смазочные материалы и специальные жидкости в той или иной степени ядовиты (токсичны) и огнеопасны, а топливо и органические растворители к тому же еще и взрывоопасны. Поэтому необходимо хорошо знать основные экологические свойства автомобильных эксплуатационных материалов (АЭМ), т.е. те свойства топлива, смазочных материалов и специальных жидкостей, которые отрицательно воздействуют на человека и окружающую среду и могут проявляться при хранении, транспортировке или использовании.

Токсичность автомобильных эксплуатационных материалов. На складах топлива и смазочных материалов (ТСМ), а также в рабочих зонах всегда существует вероятность того, что работник может подвергнуться воздействию опасных и вредных производственных факторов, активизирующих негативные свойства АЭМ и повышающих интенсивность их воздействия на человека. К этим факторам относятся:

- повышенная запыленность и загазованность воздуха;
- повышенная или пониженная температура окружающей среды;
- повышенная или пониженная влажность, подвижность воздуха;
- повышенное напряжение электрической цепи, возможность короткого замыкания;
- повышенный уровень статического электричества и электромагнитных излучений;
- отсутствие или недостаток освещения;
- попадание АЭМ и специальных жидкостей на открытые участки тела.

ТСМ и специальные жидкости при попадании в организм человека через органы дыхания и желудочно-кишечный тракт могут оказывать токсичное, раздражающее или отравляющее действие.

Автомобильный бензин часто является источником отравления при эксплуатации автомобилей, так как токсичен и способен проникать в организм человека через кожу, органы дыхания и пищеварительный тракт. Концентрация паров бензина в воздухе не должна превышать 0,3 мг/л. При непродолжительном вдыхании воздуха, содержащего пары бензина в количестве 5...10 мг/л, происходит легкое отравление организма, характерными признаками которого являются головная боль, неприятные ощущения в горле, кашель, раздражение слизистой оболочки носа и глаз, неустойчивость походки, головокружение, возбуждение. Вдыхание воздуха с концентрацией паров бензина 35...40 мг/л в течение 5...10 мин уже опасно для здоровья человека. При более высоких концентрациях паров бензина в воздухе происходит тяжелое отравление с быстрой потерей сознания и судорогами.

Наибольшую опасность острого отравления парами бензина представляют собой работы, проводимые в закрытых ремонтных помещениях, а также при очистке резервуаров и тары от остатков бензина.

Серьезное отравление возможно и при попадании бензина внутрь организма человека, например при попытке продуть детали топливной аппаратуры. В этом случае может начаться тяжелое заболевание легких – пневмония.

Признаки легкого отравления проходят через некоторое время после удаления пострадавшего из атмосферы, содержащей пары бензина. Тяжелое отравление, вызвавшее быструю потерю сознания, может закончиться летальным исходом.

Попадание бензина на кожу вызывает ее обезжиривание, растрескивание и гнойные поражения. Длительный или частый контакт кожи с бензином может вызывать появление экземы и других кожных заболеваний.

Если произошло отравление бензином, пострадавшего необходимо вынести из пораженной атмосферы на чистый воздух, а при проявлении возбуждения дать валериановые капли. Если дыхание резко ослаблено или наступило обморочное состояние, то пострадавшему дают нюхать нашатырный спирт и вдыхать чистый кислород. В более тяжелых случаях, когда дыхание прекращено, делают искусственное дыхание, стараясь восстановить работу легких, вызывают неотложную помощь и направляют в лечебное учреждение.

Дизельное топливо токсичнее, чем бензин. В парообразном состоянии дизельное топливо (ДТ) оказывает на организм человека меньшее отравляющее действие, чем бензин. Отмечают сильное раздражающее действие дизельного топлива в мелко распыленном состоянии на слизистые оболочки. Предельно допустимая концентрация ДТ в воздухе 0,3 мг/л.

Длительный и систематический контакт кожи с жидким дизельным топливом вызывает у человека различные кожные заболевания, резкие боли и отеки. Особенно раздражающе действуют сернистые виды ДТ, и чем больше содержится в них серы, тем болезненнее поражение кожи (вплоть до омертвления тканей).

Ядовитость *выхлопных газов* общеизвестна. Наиболее опасна окись углерода (СО). Предельно допустимая концентрация СО в воздухе составляет 0,02 мг/л. Профилактика отравлений окисью углерода на автотранспортном предприятии заключается в систематическом контроле содержания СО в воздухе на рабочих местах и стоянках автомобилей, а также в обеспечении хорошей вентиляции.

Чтобы предупредить поступление выхлопных газов в помещение, необходимо герметизировать трубопроводы выхлопных систем. На автомобилях, предназначенных для перевозки людей, глушитель должен быть выведен из-под кузова, а щели в полу тщательно заделаны.

Категорически запрещается обогреваться в кабине автомобиля при работе двигателя в режиме холостого хода (т.е. на богатой смеси), так как проникающие в кабину отработавшие газы постепенно накапливаются. Несоблюдение этого правила может создать опасную ситуацию (отравление окисью углерода происходит незаметно и часто приводит к летальному исходу). Первая помощь (до прибытия врача) пострадавшему: необходимо срочно вынести на свежий воздух, укрыть чем-нибудь теплым и напоить горячим чаем. Если дыхание остановилось, необходимо делать искусственное дыхание до появления признаков жизни.

Смазочные масла и гидравлические жидкости на минеральной основе также являются токсичными веществами. К маслам, которые содержат присадки, нужно относиться с большей осторожностью, чем к маслам без присадок, так как действие токсичных веществ (в маслах с присадками содержится сера, хлор, фосфор, цинк, свинец и др.) изучено еще недостаточно. При нарушении правил обращения с маслами и несоблюдении личной гигиены они могут вызывать экзему, гнойниковые поражения кожи и даже более серьезные заболевания.

Этиленгликоль и его водные растворы – антифризы – также весьма токсичны. При попадании внутрь организма они поражают центральную нервную систему и почки. Аналогичным токсичным действием обладают тормозные жидкости на гликолевой основе («Томь», «Роса», «Нева» и др.). Смертельная доза этиленгликоля составляет всего 50 г (около 100 г антифриза).

При отравлении этиленгликолем, охлаждающей или тормозной жидкостями пострадавшему следует немедленно оказать первую помощь: тщательно промыть желудок водой или 2%-ным раствором пищевой соды, искусственно вызвать рвоту, согреть и немедленно вызвать врача.

Для предупреждения отравлений охлаждающими и тормозными жидкостями необходимо строго контролировать их хранение, перевозку и расходование. На таре, в которой хранятся эти жидкости, обязательно должна быть четкая надпись «Яд».

Растворители и разбавители, которые используют на АТП, также токсичны и обладают высокой испаряемостью. Меры предосторожности при работе с ними и с лакокрасочными материалами, в которых они присутствуют, те же, что и при работе с бензином.

При отравлении растворителями и разбавителями (а также их парами) пострадавшему оказывают такую же помощь, как и при отравлении тормозными и охлаждающими жидкостями.

Огнестойкость автомобильных эксплуатационных материалов. Почти все ТСМ и специальные жидкости пожаро- и взрывоопасны.

При оценке пожаро- и взрывоопасности ТСМ, спецжидкостей и растворителей, применяемых на автотранспорте, используют следующие показатели: температура вспышки и самовоспламенения, верхний и нижний концентрационные пределы, нижний и верхний пределы взрываемости, температурный предел воспламенения.

Температура вспышки – наименьшая температура вещества, при которой над его поверхностью образуются пары или газы, способные вспыхивать в воздухе от источника огня.

Температура самовоспламенения – наименьшая температура, при которой начинается горение вещества в момент соприкосновения его с воздухом при отсутствии источника зажигания.

Верхний и нижний концентрационные пределы воспламенения газов в воздухе – соответственно наибольшее и наименьшее значения концентрации газов, при которых может произойти воспламенение. Значения этих пределов используют при расчете предельно допустимой взрывобезопасной концентрации паров и газов в воздухе при работе с применением огня или искрообразующего инструмента.

Нижний предел взрываемости – минимальная концентрация газа и пара в воздухе, при которой возможен взрыв.

Верхний предел взрываемости – концентрация газа и пара в воздухе, выше которой взрыва не происходит.

Температурный предел воспламенения – температура вещества, при которой его насыщенные пары образуют концентрации, соответствующие концентрационным пределам воспламенения.

В практической деятельности АТП пожары чаще всего происходят от воздействия на эксплуатационные материалы открытого пламени, разрядов статического электричества, искры при ударе или курении, а также от попадания горючих жидкостей на нагретую поверхность. Разрабатываемую на каждом АТП систему противопожарных мероприятий приводят в соответствие с общегосударственной и ведомственной системами и положениями по пожарной безопасности.

Возникновение пожара возможно в местах скопления пустой тары. Испарения из 200-литровой бочки 10...15 г бензина достаточно, чтобы получить взрывоопасную бензовоздушную смесь. Поэтому запрещается открывать ударами молотка или ключа пробку пустой стальной бочки из-под бензина или подходить к ней с огнем. При ремонте тары, если неизбежно использование открытого огня, необходимо принимать меры для предотвращения взрывов бензиновых паров, смешанных с воздухом. Это относится не только к бочкам и цистернам, но и к топливным бакам автомобилей. Для устранения опасности взрыва при ремонте тары применяют следующие меры: 1) заливают ее водой и в таком виде ремонтируют; 2) пропаривают горячей водой, промывают, а затем ремонтируют; 3) заполняют углекислым газом и затем ремонтируют. Эти же меры безопасности обязательны при обращении с другими видами нефтепродуктов.

Некоторые виды топлива способны самовоспламеняться при контакте с воздухом и каталитическом воздействии металлической тары. Поэтому их применение требует особой осторожности. Этиленгликоль и глицерин образуют опасные смеси с марганцевокислым калием (перманганат калия, или на бытовом языке «марганцовка»).

Известно, что статическое электричество накапливается на наружной поверхности проводника, т.е. электризованные частицы топлива отдадут свои заряды поверхности тары или трубопровода. Если они не заземлены, то для образования искры и взрыва достаточно 400...600 В. Электризация топлива зависит от материала, с которым оно контактирует, про-

должительности и скорости движения топлива, его качества, влажности и температуры воздуха.

Для предупреждения возникновения взрыва и пожара из-за разрядов статического электричества необходимо:

- тщательно заземлять все перекачивающие средства, трубопроводы, цистерны, топливозаправщики и резервуары;
- не допускать налива топлива открытой струей и его разбрызгивания;
- не допускать перемешивания топлива с воздухом и водой;
- при заполнении автомобильных цистерн и других емкостей опускать наливную трубу до днища, и пока нижний конец трубы не погрузится в топливо, соблюдать минимальную скорость заполнения емкости;
- соблюдать осторожность, если на дне резервуара или любой другой емкости под нефтепродуктом имеется вода;
- обязательно заземлять металлическим штырем шланг (рукав) для заправки автомобилей и пистолет (раздаточный кран);
- на рамах автоцистерн, перевозящих топливо, укреплять заземляющую цепь, касающуюся земли на стоянке и при движении.

Опасность электризации топлива и смазочных материалов эффективно снижается при добавлении в них антистатических присадок. Однако в бензин и дизельное топливо антистатические присадки пока не добавляют.

По степени пожарной опасности топливо и смазочные материалы делят на четыре класса (таблица 22). В зависимости от класса пожарной опасности нефтепродукта определяют и противопожарные мероприятия при работе с ним.

Таблица 22

Классификация ТСМ по степени пожарной опасности

Класс	Температура вспышки, °С	Нефтепродукты
<i>Легковоспламеняющиеся жидкости</i>		
I	До 28	Бензин
II	28...45	Керосин, дизельное топливо ДА
<i>Горючие жидкости</i>		
III	45...120	Дизельное топливо (кроме ДА), мазут
IV	Выше 120	Масла, смазки

Задания для закрепления

1. Предельно допустимая концентрация паров бензина в воздухе составляет _____ мг/л.
2. Предельно допустимая концентрация паров дизельного топлива в воздухе составляет _____ мг/л.
3. Предельно допустимая концентрация окиси углерода (СО) в воздухе составляет _____ мг/л.
4. При оценке пожаро- и взрывоопасности ТСМ, спецжидкостей и растворителей используют следующие показатели: _____

5. Температура вспышки ТСМ и ЛКМ – это _____

6. Температура самовоспламенения ТСМ и ЛКМ – это _____

7. Верхний концентрационный предел воспламенения газов в воздухе – это _____

8. Нижний концентрационный предел воспламенения газов в воздухе – это _____

9. Нижний предел взрываемости ТСМ и ЛКМ – это _____

10. Верхний предел взрываемости ТСМ и ЛКМ – это _____

11. Температурный предел воспламенения ТСМ и ЛКМ – это _____

12. Чтобы предупредить возникновение взрыва и пожара от разрядов статического электричества, при работе с ТСМ и ЛКМ необходимо: _____

Контрольные вопросы

1. Опишите признаки и последствия отравления парами бензина.
2. Какую помощь необходимо оказать пострадавшему при отравлении парами бензина?
3. Опишите возможные последствия попадания на кожу бензина.
4. Опишите возможные последствия попадания на кожу дизельного топлива.
5. Какую помощь необходимо оказать пострадавшему при отравлении отработавшими газами?
6. В чем проявляется токсичность антифризов и тормозных жидкостей?
7. Какую помощь необходимо оказать пострадавшему при отравлении антифризом или тормозной жидкостью?
8. Какую помощь необходимо оказать пострадавшему при отравлении парами лакокрасочных материалов?
9. Опишите способы ремонта автомобильных баков и тары из-под ТСМ, если неизбежно применение открытого огня (сварка и т.п.).
10. В чем заключается пожаро- и взрывоопасность ТСМ и ЛКМ?
11. Как классифицируют ТСМ по степени пожарной опасности?

7.2 Техника безопасности при работе с автомобильными эксплуатационными материалами

Техника безопасности при работе с топливом и смазочными материалами. К работе с топливно-смазочными и лакокрасочными материалами допускаются только специалисты, знающие правила техники безопасности при обращении с этими эксплуатационными материалами. Соблюдение установленных правил техники безопасности и элементарной осторожности – залог жизни и здоровья рабочих, а также сохранности материальных средств автотранспортных предприятий (автомобилей, зданий, оборудования).

Все устройства и сооружения для хранения топлива и смазочных материалов должны располагаться с соблюдением противопожарных норм. При трении нефтяного топлива о резину и металлы возникают заряды статического напряжения, что представляет большую опасность, так как является одной из причин возникновения пожаров. Если трубопровод (или резервуар для хранения топлива) не заземлен, то на его поверхности может скопиться статическое электричество напряжением в несколько десятков тысяч вольт, а при напряжении 400...600 В возникает разряд, искра которого может воспламенить смесь паров топлива с воздухом.

Для защиты от разрядов статического электричества всю металлическую аппаратуру, топливопроводы, насосы, сливные устройства, предназначенные для хранения и транспортировки легковоспламеняющихся жидкостей, необходимо заземлять.

Вдыхать пары, прикасаться руками к ТСМ вредно для здоровья человека. Особую опасность представляют пары топлива в закрытых помещениях, концентрация паров в воздухе может быть смертельно опасной. Поэтому раздаточные и насосные станции оборудуют приточно-вытяжной вентиляцией.

Длительное воздействие ТСМ на кожу человека вызывает хроническое заболевание кожи. Особую опасность представляет попадание топлива на кожу под давлением.

Работы по ремонту резервуаров разрешены только после полного освобождения их от нефтепродуктов, тщательной очистки (пропарки, промывки), отсоединения от резервуаров всех трубопроводов, открытия всех люков, отбора пробы воздуха и его анализа на взрывобезопасность и безвредность.

Время пребывания человека в резервуарах и цистернах не должно превышать 15 мин (допустимая температура внутри цистерны – не более 35 °С).

Для выполнения работ внутри цистерны работнику выдают индивидуальные средства защиты и спасательный пояс с веревкой. У колпака цистерны должен находиться второй рабочий, который осуществляет постоянную связь с работающим внутри цистерны.

При разливе топлива или смазочных материалов на территории автопредприятия их немедленно следует засыпать песком или опилками, затем убрать.

Для переливания топлива из емкости в емкость пользуются специальными насосами. Запрещается засасывать топливо через шланг ртом.

Техника безопасности при работе со специальными жидкостями и лакокрасочными материалами. Работа со специальными жидкостями, такими, как тормозная или низкотемпературная, содержащими этиленгликоль, который является ядом и при попадании внутрь организма может вызвать серьезные расстройства здоровья (не исключен и летальный исход), требует особой осторожности. При попадании названных автомобильных эксплуатационных материалов на кожу необходимо промыть пораженные участки водой с мылом.

Для приготовления электролита (он необходим для аккумуляторных батарей) используют концентрированную серную кислоту, которая при попадании на кожу может вызвать ожоги. Кислота поставляется в стеклянных бутылках емкостью 20 л. Переносить такие бутылки следует только вдвоем, используя специальные носилки или тележку. Когда готовят электролит, кислоту следует наливать в воду, а не наоборот. В противном случае из-за меньшей

плотности вода останется на поверхности кислоты, а так как реакция проходит с активным выделением теплоты, брызги кислоты могут попасть на человека.

Помещения для окраски укомплектовывают приточно-вытяжной вентиляцией. Вытяжные системы снабжают взрывобезопасными вентиляторами. Помещение, где готовят различные ЛКМ, должно быть изолированное и иметь оконные проемы. Там, где находятся ЛКМ, запрещается курить, производить сварочные работы и применять открытое пламя. Хранить ЛКМ поблизости от производственных участков не допускается.

Запрещается применять бензол и метанол в качестве растворителей из-за их токсичности.

Ветошь, пропитанная ЛКМ на основе масел, способна самовоспламеняться, поэтому после использования ее следует своевременно убирать.

Задания для закрепления

1. Заземление трубопроводов и резервуаров для топлива необходимо для _____

_____.

2. Длительное воздействие ТСМ на кожу человека вызывает _____

_____.

3. При попадании тормозной жидкости на кожу следует _____

_____.

4. При попадании антифриза на кожу следует _____

_____.

5. При ремонте резервуаров (цистерн) время пребывания в них должно быть не более _____ мин, а температура внутри не выше _____ °С.

6. Помещения для окраски должны иметь _____

_____.

7. Помещение, где готовят различные ЛКМ, должно быть _____ и иметь _____.

8. В помещениях, где находятся ЛКМ, запрещается _____

_____.

Контрольные вопросы

1. Перечислите правила техники безопасности при работе с топливом.

2. Перечислите правила техники безопасности в период проведения работ по ремонту резервуаров из-под топливно-смазочных материалов.

3. Какие меры необходимо принять, если ТСМ разлиты на пол или на землю?

4. Перечислите правила техники безопасности при переливании топлива из емкости в емкость.

5. Перечислите правила техники безопасности при работе с тормозной жидкостью.

6. Перечислите правила техники безопасности при работе с антифризами.

7. Какие правила техники безопасности необходимо соблюдать в процессе приготовления электролита?

8. Перечислите правила техники безопасности при работе с лакокрасочными материалами.

Blank lined paper for writing.

Подпись студента

Подпись преподавателя

7.3 Охрана окружающей среды

Влияние автомобильного транспорта на окружающую среду. Охрана окружающей среды – это система государственных мероприятий, направленных на рациональное природопользование, сохранение и оздоровление окружающей среды в интересах ныне живущих и будущих поколений людей.

Потери нефтепродуктов при неправильном хранении – один из факторов загрязнения окружающей среды.

Автомобильный транспорт относится к основным источникам загрязнений окружающей среды. В крупных городах на долю автотранспорта приходится более половины объемов вредных выбросов. В среднем при пробеге 15 тыс. км за год автомобиль сжигает 1,5...2 т топлива и 25...30 т кислорода. Выхлопные газы автомобилей значительно загрязняют окружающую среду, и в особенности атмосферный воздух, являются источником кислотных дождей.

По воздействию на организм человека компоненты отработавших газов делят на токсичные, канцерогенные и раздражающего действия.

К токсичным относятся окись углерода, оксиды азота, оксиды серы, углеводороды, альдегиды, свинцовые соединения; к канцерогенным – бенз(а)пирен; к компонентам раздражающего действия – оксиды серы, углеводороды.

Окись углерода (СО) – газ без цвета и запаха, приводит к развитию кислородной недостаточности. При его воздействии нарушается центральная нервная система, поражается дыхательная система, снижается острота зрения. Превышение норм концентрации СО особенно опасно для людей с сердечно-сосудистыми заболеваниями. При содержании в воздухе 0,5 % СО через час у человека наблюдается слабое отравление, при содержании 1 % – человек теряет сознание после нескольких вдохов.

Оксиды азота – NO_2 , N_2O_3 , N_2O_4 . В результате их воздействия нарушается функция бронхов и легких, особенно у людей с сердечно-сосудистыми заболеваниями. При концентрации в воздухе 0,001 % (по объему) оксидов азота у человека наблюдается раздражение слизистых оболочек носа и глаз; при 0,002 % – начинается кислородное голодание; при 0,008 % – отек легких.

Сернистый ангидрид – бесцветный газ с резким запахом, способствует возникновению бронхитов, астмы и других респираторных заболеваний.

Углеводороды – соединения в результате реакции с окислами азота, образующие смог.

Бенз(а)пирен – углеводород. Попадая в организм человека, накапливается и стимулирует образование злокачественных опухолей.

Сажа – твердый фильтрат отработавших газов, состоит из частиц углерода. Сама по себе сажа опасности не представляет, но является накопителем канцерогенных веществ.

Воздействию токсичных составляющих отработавших газов подвергаются в первую очередь водители автомобилей. Кроме того, при работе автомобиль создает высокий уровень шума и сильную запыленность. При техническом обслуживании и ремонте автомобилей на автотранспортных предприятиях образуются отходы, которые также оказывают вредное воздействие на окружающую среду. Это сточные воды установок для наружной мойки автомобилей, электролит аккумуляторов, этиленгликоль, содержащийся в охлаждающей и тормозной жидкостях.

За весь жизненный цикл автомобиля отходов образуется в десять раз больше массы самого автомобиля. Основную массу твердых отходов составляют отработавшие свой срок автопокрышки – 1160 тыс. т, свинцовые аккумуляторные батареи – 180...200 тыс. т, отходы пластмасс – 60 тыс. т.

Все отходы, образующиеся при техническом обслуживании, ремонте и эксплуатации автомобиля, подлежат обязательной утилизации (с минимальным воздействием на окружающую среду) на специализированных предприятиях. При этом значительное количество от-

ходов может быть использовано для производства различных деталей и эксплуатационных материалов повторно.

Эксплуатация автомобилей связана с широкой сетью автозаправочных станций (АЗС). Это еще один источник загрязнения окружающей среды. Наибольший вред оказывают резервуары, заполненные на 60 % и менее, так как внутри них образуются взрывоопасные концентрации паров бензина с воздухом. При заполнении резервуаров АЗС бензином в атмосферу выбрасываются пары бензина – это так называемое «большое дыхание» резервуара. При суточных температурных колебаниях (ночь – день) также происходит выделение паров бензина – «малое дыхание». При «большом дыхании» резервуара объемом 20 м³ в окружающую среду зимой испаряется примерно 11 л, а летом 23 л бензина. При ежесуточном одноразовом заполнении резервуара в течение месяца в окружающую среду зимой попадает 330 л бензина, летом – 690 л. Таким образом, среднегодовые потери бензина одного резервуара составят 6 т.

Предельно допустимые выбросы и предельно допустимые концентрации. Количественными показателями допустимого воздействия вредных веществ на окружающую среду являются следующие показатели: предельно допустимые концентрации (ПДК), предельно допустимые дозы (ПДД) и предельно допустимые уровни (ПДУ). Поскольку влияние вещества зависит от времени воздействия, используются различные ПДК, например максимально разовые ПДК (ПДК_{мр}), когда действие вещества происходит в течение 20 мин, среднесуточные ПДК (ПДК_{сс}), ПДК рабочей зоны (ПДК_{рз}) и др. Величины ПДК утверждает Министерство здравоохранения Российской Федерации, и их учет обязателен в производственной деятельности.

На основании величин ПДК рассчитывают предельно допустимое количество загрязняющих веществ, выделяемых конкретными источниками в окружающую среду. Для атмосферы – это предельно допустимые выбросы (ПДВ), для водоёмов – предельно допустимые стоки (ПДС). Нормирование ПДВ и ПДС ограничивает выбросы до допустимого уровня (на данной территории (с учетом всех источников выбросов) концентрации загрязняющих веществ должны быть ниже установленных норм).

ПДВ и ПДС являются экологическими нормативами для каждого источника выбросов. Превышение их значений является основанием для применения к предприятиям экономических и административных санкций (штрафов, закрытия предприятий).

В 1992 году Россия присоединилась к Международному соглашению по экологическим требованиям Правил ЕЭС ООН, что создало правовую основу для контроля по их выполнению со стороны государства. В России система управления природоохранной деятельностью, связанная с функционированием автотранспортного комплекса, сформирована и базируется на принципах, заложенных в Конституции РФ и в различных статьях указов Президента РФ, посвященных охране окружающей среды. На территории Российской Федерации рекомендована к применению серия стандартов ISO, направленных на совершенствование управления и контроля охраны окружающей среды. Принят ряд законов, направленных на усиление охраны окружающей среды и ужесточение контроля по их исполнению.

Международная организация по стандартизации ISO, объединяющая более 80 стран, в число которых входит и Россия, проводит значительную работу по созданию новых и унификации существующих требований к конструкции автомобиля в отношении его экологической безопасности. Насчитывается более 2800 международных стандартов и рекомендаций, подготовленных ISO. Установлены международные стандарты на содержание вредных веществ в отработавших газах.

Экологические стандарты правил ЕЭС ООН («Евро»). «Евро-1» – экологический стандарт, регулирующий содержание вредных веществ в выхлопных газах. Был введен в Евросоюзе в 1992 году.

«Евро-2» – экологический стандарт, регулирующий содержание вредных веществ в выхлопных газах. Введен в Евросоюзе как замена «Евро-1» (1995 г.). Экологический стандарт «Евро-2» был принят Правительством Российской Федерации осенью 2005 года.

Продажи бензина Аи-95 «Евро-2» в России запрещены с 1 января 2011 года. С сентября 2011 года планировался запрет на продажу Аи-92 класса Евро-2, однако из-за возникновения дефицита бензина он был перенесен на 2012 год.

«Евро-3» – экологический стандарт, регулирующий содержание вредных веществ в выхлопных газах. Введен в Евросоюзе в 1999 году. Все транспортные средства, произведенные в России или ввезенные в Россию, с 1 января 2011 года должны соответствовать требованиям стандарта «Евро-3». Модификация конструкции автомобиля, удовлетворяющего требованиям «Евро-2», под стандарт «Евро-3» обычно приводит к изменению системы выпуска и системы управления двигателем. При этом обычно снижается мощность двигателя автомобиля, поэтому для компенсации этого снижения, как правило, производят дополнительные доработки, повышающие мощность, такие как увеличение степени сжатия.

«Евро 4» – экологический стандарт, регулирующий содержание вредных веществ в выхлопных газах. Введен в Евросоюзе в 2005 году.

«Евро-5» – экологический стандарт, регулирующий содержание вредных веществ в выхлопных газах. Стандарт обязателен для всех новых грузовых автомобилей, продаваемых в Евросоюзе, с октября 2008 года, для легковых автомобилей – с 1 сентября 2009 года.

В таблице 23 приведены нормы на содержание основных вредных веществ (оксида углерода – CO, углеводородов – CH и оксидов азота – NO_x) в отработавших газах, согласно требованиям экологического стандарта «Евро».

Таблица 23

Нормы содержания вредных веществ в отработавших газах (г/км – грамм на километр пробега автомобиля)

Экологический стандарт	CO	CH	NO _x
Евро-1	2,72	0,75	0,22
Евро-2	2,2	0,29	0,21
Евро-3	0,64	0,2	0,15
Евро-4	0,64	0,1	0,08
Евро-5	1,0	0,1	0,06

Кроме параметров, указанных в таблице, экологические нормы «Евро» регламентируют еще целый ряд показателей.

Можно выделить следующие направления борьбы с загрязнением атмосферы автомобильным транспортом:

- оптимизация процесса сжигания топлива;
- очистка топлива от элементов, образующих при сжигании загрязняющие вещества;
- очистка отработавших газов от загрязняющих веществ;
- совершенствование конструкции автомобилей;
- разработка альтернативных экологически чистых видов топлива;
- поддержание автомобилей в технически исправном состоянии.

Охрана окружающей среды при эксплуатации автомобильного транспорта является одной из важнейших задач в деле сохранения природы для будущих поколений.

Задания для закрепления

1. Охрана окружающей среды – это _____

2. В среднем при пробеге 15 тыс. км за год автомобиль сжигает _____ т топлива и _____ т кислорода.

3. По воздействию на организм человека компоненты отработавших газов делят на

4. К токсичным компонентам отработавших газов относятся _____

5. К канцерогенным компонентам отработавших газов относятся _____

6. К раздражающим компонентам отработавших газов относятся _____

7. При ТО и ремонте автомобилей образуются следующие отходы, оказывающие вредное воздействие на окружающую среду: _____

8. Выделяют следующие направления борьбы с загрязнением атмосферы автомобильным транспортом: _____

9. Заполните таблицу норм содержания вредных веществ в отработавших газах (г/км)

<i>Экологический стандарт</i>	<i>CO</i>	<i>CH</i>	<i>NO_x</i>
Евро-1			
Евро-2			
Евро-3			
Евро-4			
Евро-5			

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные направления загрязнения окружающей среды автомобильным транспортом.

2. Перечислите токсичные компоненты отработавших газов и охарактеризуйте их влияние на организм человека.

3. Перечислите канцерогенные компоненты отработавших газов и охарактеризуйте их влияние на организм человека.

4. Перечислите раздражающие компоненты отработавших газов и охарактеризуйте их влияние на организм человека.

5. Перечислите факторы загрязнения окружающей среды при эксплуатации автомобиля.

6. Перечислите факторы загрязнения окружающей среды при ТО и ремонте автомобиля.

Учебно-практическое пособие

Шишлов Александр Николаевич

Лебедев Сергей Владимирович

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение города Москвы
«КОЛЛЕДЖ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА № 9»