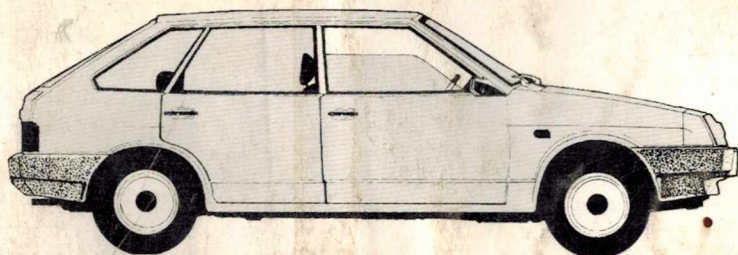


В.А. Стуканов

Автомобильные эксплуатационные материалы

профессиональное образование



В. А. Стуканов

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

**Учебное пособие
Лабораторный практикум**

*Допущено Министерством образования Российской Федерации
в качестве учебного пособия для студентов учреждений среднего
профессионального образования, обучающихся по специальностям
«Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта»
и «Механизация сельского хозяйства»*

Москва
ИД «ФОРУМ» – ИНФРА-М
2006

УДК (. "> v027(07 s)
I,[Ж !') i <-OS я72 "
(ss

Рецензии:

ii.i'i кафедры «Эксплуатация и ремонт» Воронежского
пивно авиационного инженерного института
и нi I техн. наук *В. П. Иванов*;

преподаватель Отраслевого автомобильного колледжа
Мосавготранса, действительный член Академии
и юбретательства РАФ11 академик *И С. Туревский*

(туканов П. А.

- (NX Автомобильные эксплуатационные материалы: Учебное пособие.
Лабораторный практикум. — М.: ИД <• ФОРУМ»: ИНФРА-М,
2006. — 20, S с.: ил. — (Профессиональное образование).

ISBN 5-5199-0050-2 (ИД «ФОРУМ»)

ISBN 5-16-001079-3 (ИНФРА-М)

Учебное пособие написано и соответствии с государственным образо-
вательным стандартом. В нем и пожены сведения по материкам, которые
используются при эксплуатации и ремонте автомобильной техники. Рас-
смофпы (!)изико-химнчекне свойства и эксплуатационные качества ма-
к-рил юв и предъявляемые к ним технико-экономические требования.

Киша предна шачепа для студентов средних специальных учебных
lane iciinii. обучающихся по специальностям •• Техническое обслуживание
и рсшош автомобильною транспорта» и «Механизация сельского хозяй-
ста», а лакже для широкого круга автолюбителей.

УДК 629.3.027(075)

ББК 39.33-08 я723

ISBN S K199 0050-2 (ИД «ФОРУМ»)

ISBN S |(. 001079-3 (ИНФРА-М)

• li. Д. (г. канон. 2002

с МЛ «ФОРУМ... 2002

Введение

В настоящее время, когда во всем мире наблюдается рост цен на нефтепродукты, становится острой проблема рационального расходования особенно таких материалов, как топлива и масла.

К эксплуатационным материалам, применяемым на автомобильном транспорте, относятся жидкие и газообразные топлива, смазочные и конструктивно-ремонтные материалы, а также специальные жидкости.

Автомобильный транспорт использует значительную часть производимых продуктов переработки нефти и газа. В себестоимости автомобильных перевозок затраты на топливо и смазочные материалы составляют более 20 % и существенно зависят от уровня эксплуатации автотранспортной техники.

Правильный выбор и рациональное использование эксплуатационных материалов во многом определяют надежность и долговечность техники, затраты на ее обслуживание и ремонт. Ошибка при выборе моторного масла может привести в лучшем случае к сокращению срока службы двигателя, в худшем — к его поломке.

Выбор и правильное применение масла осложняются зачастую тем, что технической документацией на некоторые машины предусматривается большое число марок смазочных материалов. Поэтому унификация их и использование заменителей могут иметь большое значение для упрощения эксплуатации автомобильной техники.

В автомобиле имеется большое число узлов и механизмов, где применяются пластичные смазки, разнообразие которых также предполагает грамотное их использование.

Выбор смазочных материалов более высокого качества, чем требуется, ведет к неоправданному увеличению затрат. Применение же материала с более низкими качествами неизбежно приводит к сокращению сроков службы автомобиля и перерасходу самого материала.

Проблемы использования топлива и смазочных материалов настолько важны, что возникла наука — химмотология, которая изучает свойства, качество и рациональное использование горючих и смазочных материалов в технике, устанавливает требования к горюче-смазочным материалам (ГСМ), что способствует

разработке новых сортов, методов испытаний и унификации ГСМ.

В современном автомобиле число деталей, в конструкции которых применяется резина, доходит до 500. Поэтому необходимо обладать знаниями о правильном использовании резино-технических изделий, особенно дорогостоящих, таких, как автомобильные шины.

Хорошее лакокрасочное покрытие не только придает автомобилю красивый внешний вид, но предохраняет его кузов от воздействия внешней среды и преждевременного разрушения. Постоянное воздействие снега, дождя, соли, а также песка и мелких камней приводит к старению и постепенному разрушению покрытия. Продолжительность службы кузова легкового автомобиля составляет в среднем 6 лет. Грамотная противокоррозионная обработка современными защитными материалами позволяет продлить этот срок до 12 лет и более.

В книге для каждого вида материалов, применяемых при эксплуатации автомобилей, приведены физико-химические свойства и эксплуатационные качества, а также предъявляемые к ним технико-экономические требования.

Эти и другие сведения, которые необходимы специалистам автомобильного транспорта для организации рационального использования материалов, позволяют решать конкретные задачи использования материалов как отечественного, так и зарубежного производства.

1. Автомобильные топлива

Автомобильные топлива являются источником тепловой энергии, которая в двигателях внутреннего сгорания преобразуется в механическую. Топлива делятся на **жидкие** и **газообразные**. Жидкие топлива подразделяются на **бензины** и **дизельные топлива**, а газовые — на **сжиженные** и **сжатые**. Основным источником получения жидких и газообразных топлив является нефть.

1.1. Нефть

1.1.1. Химический состав нефти

Нефть представляет собой сложную смесь жидких органических веществ, в которых растворены различные твердые углеводороды и смолистые вещества. Главными элементами нефти являются углерод и водород. Содержание углерода колеблется от 83,5 до 87 %, водорода — от 11,5 до 14 %. Также в нефти присутствуют сера, кислород и азот — в сумме не более 3 %.

Основными компонентами нефти являются углеводороды, которые принадлежат к следующим гомологическим рядам:

— алканы (насыщенные углеводороды);

C_nH_{2n+2} — нафтены (алициклические углеводороды);

C_nH_{2n-6} — арены (ароматические углеводороды).

Непредельных углеводородов в сырой нефти нет. Кроме углеводородов в нефти присутствуют кислородные, сернистые и азотистые соединения.

Кислородные соединения представлены карбоновыми кислотами, эфирами, фенолами и т. п. Основная их часть сосредоточена в высококипящих фракциях, начиная с керосиновой. Карбоновые кислоты присутствуют в нефти, всех топливах и смазочных материалах; больше всего в нефтепродуктах нафтеновых кислот:

Они представляют собой жидкости, которые могут корродировать металлы.

Сернистые соединения увеличивают расход топлива, оказывают вредное воздействие на окружающую среду. Сернистые соединения, входящие в состав нефти, по фракциям переработки распределены неравномерно. В нефтяных остатках их содержится **до 90 %**. Сернистые соединения нефти делятся на активные и неактивные. К активным, которые взаимодействуют с металлами **при** комнатной температуре, относятся элементарная сера, сероводород и меркаптаны.

Неактивные сернистые соединения, к которым относятся сульфиды и дисульфиды, при нормальных условиях не вступают в реакцию с металлами.

В малосернистых нефтях содержание сернистых соединений достигает 0,5 %, а в сернистых до 5 %. После перегонки в бензиновых фракциях содержится до 0,15 % неактивных сернистых соединений, в керосиновых — до 1 %.

Азотистые соединения содержатся в нефти в небольших количествах и концентрируются, главным образом, в тяжелых фракциях. Азотистые соединения делятся на основные и нейтральные. Основные азотистые соединения отделяют обработкой слабой серной кислотой.

Азотистые соединения термически стабильны и не оказывают заметного влияния на эксплуатационные свойства нефтепродуктов. Однако при хранении дизельных топлив они вызывают усиленное смолообразование.

1.1.2. Способы переработки нефти

К основным способам получения топлив из нефти относятся *примчи перегонка (дистилляции), термический и каталитический крекинг, гидрокрекинг и каталитический риформинг.*

Прямая перегонка заключается в нагреве нефти при атмосферном давлении и выделении фракций, различающихся температурами кипения. При температуре от 35 до 200 °C отбирают бензиновую фракцию, от 200 до 300 °C — дизельное топливо. Остаток после перегонки — мазут (до 80 %), который поступает в куб дистилляционной колонны, работающей под вакуумом. При этом верхний слой представляет собой соляровый дистиллят (температура кипения 280—300 C), который является исходным сырьем для крекинг-бензинов и дистилляционных масел: промышленных, цилиндровых, моторных и г. д.

Термический и каталитический крекинг 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.

Сырьем для *термического крекинга* является полугудрон — остаток после недостаточно полного отгона масляных фракций. При этом выход бензина составляет 30—35 %. Термический крекинг сопровождается образованием ненасыщенных углеводородов, поэтому бензины термического крекинга характеризуются низкой химической стабильностью и невысокой детонационной стойкостью. На современных заводах термический крекинг не применяется.

Основным методом получения бензина является *каталитический крекинг*. Бензины каталитического крекинга содержат около 50 % изоциклических и ароматических углеводородов, а также 20—25 % алициклических. Содержание ненасыщенных углеводородов не превышает 5—9 %. Поэтому эти бензины имеют более высокую детонационную стойкость и химическую стабильность.

Каталитический крекинг позволяет получить бензины с октановым числом до 98 и протекает при температуре 450—550 °С в присутствии водорода с алюмомолибденовым или алюмоплатиновым катализатором при давлении 3 МПа.

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 нефтяных и повышению детонационной стойкости.

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

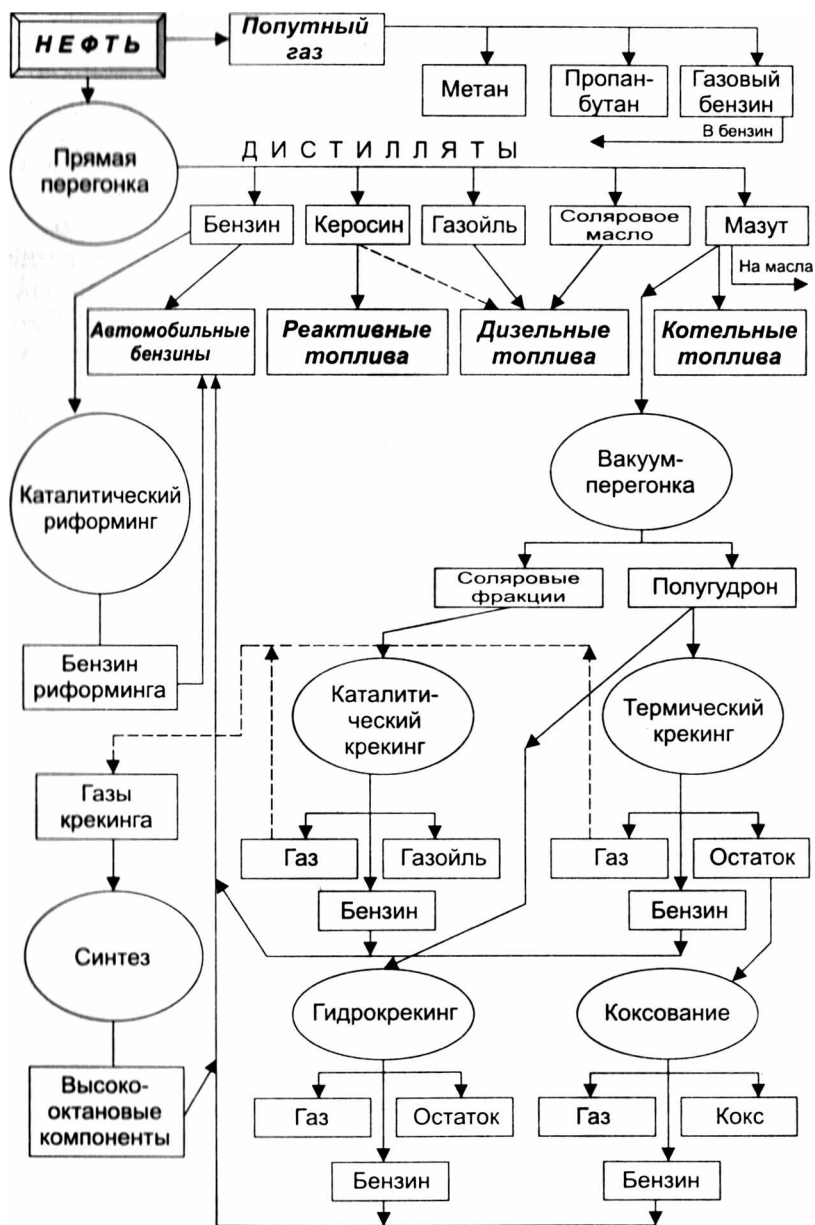


Рис 1.1. Схема переработки нефти

Синтезирование побочных газообразных продуктов крекинга и нонешини направлено на получение высокооктановых компонентом: и юоктана, алкилата, алкилбензола и других нефтепродуктом, которые используются в качестве добавок при получении технических сортов бензина.

Очистка автомобильных топлив является заключительной стадией подготовки базовых продуктов. Их необходимо очистить от Избытка сернистых соединений, органических кислот и смоли-СТО-пепальтеновых веществ. Для удаления сернистых соединений применяют метод гидроочистки при температуре до **300-** –430 °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 растворенные твердые углеводороды. Этот процесс — депарафинизация обеспечивает понижение температуры застывания дизельного топлива.

Схема переработки нефти показана на рис. 1.1.

Контрольные вопросы

1. Расскажите о химическом составе нефти.
2. Какое воздействие оказывают сернистые соединения?
3. Назовите основные способы перегонки нефти.
4. Что такое прямая перегонка нефти?
5. Что такое термический и каталитический крекинг?
6. Что такое гидрокрекинг и каталитический риформинг?

1.2. Автомобильные бензины

1.2.1. Требования к качеству бензинов

Автомобильным бензином называют нефтяную фракцию, представляющую смесь углеводородов, которая выкипает при температурах от 40 до 200 °С.

К бензинам предъявляются следующие требования:

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

Каждое из перечисленных требований выражается одним или несколькими показателями, которые устанавливаются соответствующими ГОСТами.

1.2.2. Свойства и показатели бензинов, влияющие на смесеобразование

Показ; мелями бензинов, влияющими на смесеобразование, являются *плотность, вязкость, поверхностное натяжение и испаряемость*.

Плотность — отношение массы вещества к его объему. Плотность бензинов (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 паробразное состояние. Чем меньше плотность бензина, тем более мелкую структуру будет иметь распыленное топливо, что обеспечивает 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 ее величина возрастает примерно на 1 %. Если значение плотности определено без учета температуры, то ее можно привести к значению плотности при температуре 20 °С по формуле

$$P_{20} = P / (1 + \gamma \cdot (-20)),$$

где P , — плотность бензина при температуре t ; γ — температурная поправка; t — температура при измерении.

Плотность различных марок бензина примерно одинакова и определяется с помощью ареометра (рис. 1.2). Методы определения плотности нефтепродуктов определяет ГОСТ 3900—85. Ареометр погружают в стеклянный сосуд, заполненный бензином. По глубине погружения (верхняя шкала) определяют значение плотности, а по нижней шкале устанавливают температуру, при которой определялась плотность.

Вязкость — свойство жидкости оказывать сопротивление перемещению одной части относительно другой. Различают динамическую η и кинематическую ν вязкости. За единицу динамической вязкости принята вязкость такой жидкости, которая оказывает сопротивление силой в 1 Н, вызванным 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 Па·с.

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

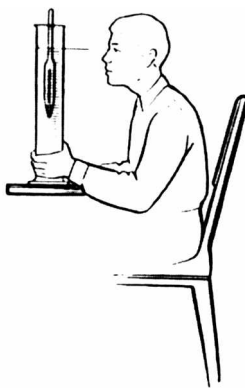


Рис. 1.2. Измерение плотности бензина

В ГОСТах на нефтепродукты указывается кинематическая вязкость, которая равна отношению динамической вязкости вещества к его плотности ρ

$$\nu = \eta / \rho$$

Кинематическая вязкость измеряется в $\text{мм}^2/\text{с}$. При температуре 20°C вязкость бензина составляет от $0,5$ — $0,7 \text{ мм}^2/\text{с}$. С понижением температуры вязкость бензина повышается.

Поверхностное натяжение равно работе образования единицы площади (1 м^2) поверхности жидкости при постоянной температуре и измеряется в Н/м . Для всех бензинов поверхностное натяжение одинаково и при температуре 20°C равно 20 — 24 Н/м .

Испаряемость — это способность вещества 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 бензины должны обладать определенной испаряемостью, обеспечивающей легкий пуск двигателя, быстрый его прогрев, полное сгорание после прогрева, невозможность образования паровых пробок в топливной системе. Испаряемость бензина оценивается фракционным составом.

Фрикционный состав бензинов — это содержание в них тех или иных фракций, выраженное в объемных или массовых соотношениях.

Фракционный состав топлив определяют на специальном приборе. 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 рис. 1.3 представлен гра-

фик перегонки бензина, отражающий его фракционный состав, т. е. количество (q) перегоняемого топлива (в процентах) в зависимости от температуры перегонки (t).

В бензинах различают три основные 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:

$$t_{ос} = 0,5 t_{10} - 50,5.$$

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

При снижении t_{50} сокращается время прогрева, увеличивает-ся приемистость автомобиля и срок службы двигателя. Повышение приводит к сокращению ресурса двигателя, особенно при низких температурах окружающей среды. Действительно, если t_{50} оказывается слишком высокой, то испарение бензина происходит слишком медленно, топливо-воздушная смесь образуется обедненной, поэтому прогрев двигателя затягивается, а его приемистость ухудшается.

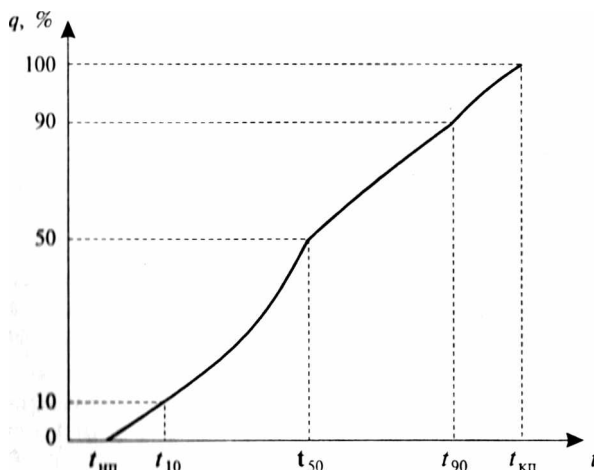


Рис. 1.3. График перегонки бензина

Показатели ρ_{90} и $\rho_{\text{кп}}$ определяют содержание в бензинах тяжелых трудноиспаряемых фракций. Чем выше ρ_{90} и $\rho_{\text{кп}}$, тем вероятнее неполное испарение бензина и неполное его сгорание в цилиндрах, а это увеличивает расход бензина. Кроме того, несгоревшие частицы оседают на стенках цилиндра и смывают с них масло.

Диглание насыщенных паров бензина определяется на стандартных приборах при температуре 38 °С. Оно характеризует испаряемость пусковой и рабочей фракций бензина и нормируется для летних бензинов — 67,7 кПа, для зимних — 66,7—93,3 кПа.

1.2.3. Свойства и показатели бензинов, влияющие на подачу топлива

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

Механическими примесями являются 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. Поэтому бензины и дизельные топлива не должны содержать механические примеси.

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 топливе вызывает коррозию деталей и осмоление непредельных углеводородов, содержащихся в бензине. Промышленное топливо практически не содержит воды. Однако зимой вода замерзает в топливных коммуникациях и может попасть в топливо при транспортировке, хранении и заправке. Поэтому топливо до заправки должно отстаиваться в складской таре, а при заправке фильтроваться. Наличие в топливе воды определяется также визуально.

1.2.4. Свойства и показатели бензинов, 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—25 м/с. Такое сгорание обеспечивает полное тепло-выделение и плавное увеличение давления в цилиндрах.

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 и снижением мощности двигателя.

Переход от нормального сгорания к детонационному обусловлен химическим составом топлива. Существует несколько теорий, объясняющих сущность детонационного сгорания, из них наиболее признанной является теория, по которой считается, что первыми продуктами взаимодействия углеводородов с кислородом являются перекиси и гидроперекиси. Они обладают большой избыточной энергией и при определенных условиях могут накапливаться с выделением большого количества тепла и активных частиц. При этом отмечено, что нормальные углеводороды легко образуют перекисные соединения, а разветвленные устойчивы к их образованию.

Так как каждая молекула гидроперекиси дает начало нескольким цепям, то скорость окисления резко возрастает. Таким образом, в конце такта сжатия при воспламенении смеси от свечи зажигания около нее формируется очаг пламени (рис. 1.4).

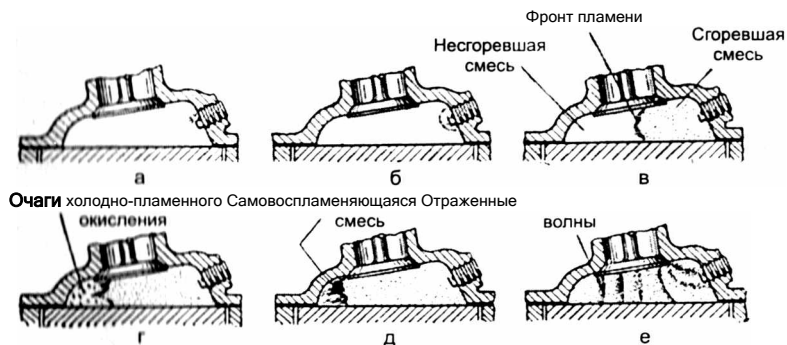


Рис. 1.4. Этапы детонационного сгорания и рабочей смеси: а — зажигание смеси от свечи зажигания; б — формирование очага горения; в — нормальное движение фронта пламени; г — образование очагов холодно-пламенного окисления в пестревшей смеси; д — образование детонационной волны; е — движение отраженных волн

Образовавшийся фронт пламенного горения устремляется от свечи зажигания в противоположную часть камеры сгорания. Ноши фронта пламени находятся продукты сгорания температуры $2000-2500\text{ }^{\circ}\text{C}$, а впереди — несгоревшая еще рабочая смесь. По мере нарастания давления в зоне сгоревших газов ($3,5-0,5\text{ МПа}$) сгоревшая часть смеси как бы поджигает несгоревшую, отчего температура последней повышается до $450\text{ }^{\circ}\text{C}$. Поэтому в несгоревшей части смеси ускоряются процессы окисления и повышается концентрация перекисей.

Если концентрация перекисей в несгоревшей части рабочей смеси окажется ниже критической, то фронт пламени горения с существенного изменения скорости достигнет противоположных стенок камеры сгорания, и процесс сгорания смеси протекает нормально. Если же концентрация перекисей и активных продуктов их распада в несгоревшей части рабочей смеси достигнет критической величины, то начнутся цепные реакции окисления с образованием множества очагов горения.

Так как рабочая смесь уже подготовлена к горению (много перекисей), то она сгорает с большой скоростью и резким повышением давления, в результате чего формируется ударная волна, лишающаяся по камере сгорания со сверхзвуковой скоростью. Мгновенно воспламеняются соседние слои рабочей смеси, а сама ударная волна оказывается совмещенной с фронтом пламени, при этом образуется *детонационная волна*. Избавиться от этого вредного явления можно подбором для каждой марки двигателя бензина с соответствующей детонационной стойкостью. С другой стороны, известно, что самый простой способ форсирования мощности двигателя путем увеличения степени сжатия ограничен именно детонационной стойкостью бензинов.

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

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.

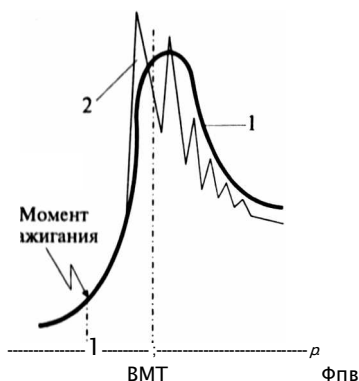


Рис. 1.5. Индикаторная диаграмма:
1 — нормальное сгорание;
2 — детонационное сгорание;
ВМТ — верхняя мертвая точка

Детонационная стойкость оценивается *октановым числом*.

На рис. 1.5 представлена развернутая индикаторная диаграмма, т. е. зависимость изменения давления P в цилиндре двигателя от угла поворота коленчатого вала $\Phi_{ш}$, при нормальном и детонационном сгорании смеси.

Октановое число — условный показатель антидетонационной стойкости бензина, численно равный процентному содержанию изооктана C_8H_{18} , октановое число которого принято за 100, в его смеси с n -гептаном C_7H_{16} , октановое число которого равно

0, эквивалентной по детонационной стойкости испытываемому бензину. Смеси изооктана и n -гептана 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 n -гептана, в которой изооктана 80 %.

Существуют два метода определения октанового числа: *моторный* и *исследовательский*.

Моторным методом определяют октановое число на установке УИТ-65 (рис. 1.6), позволяющей изменять степень сжатия от 4 до 9, где сравнивают детонационную стойкость исследуемого бензина с эталонными образцами при температуре горючей смеси $150^\circ C$ и частоте вращения 900 мин^{-1} .

Исследовательским способом детонационную стойкость определяют при температуре горючей смеси $25\text{--}35^\circ C$ (смесь не подогревается) и частоте вращения 600 мин^{-1} . В этом случае в марке бензина присутствует буква «И». Например, АИ-92 — автомобильный бензин с октановым числом по исследовательскому методу не ниже 92.

Так как 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. 1.1). В обоих случаях после прогрева двигателя постепенно увеличивается степень сжатия до появления детонации определенной стандартной интенсивности, определяемой по шкале указателя детонации.

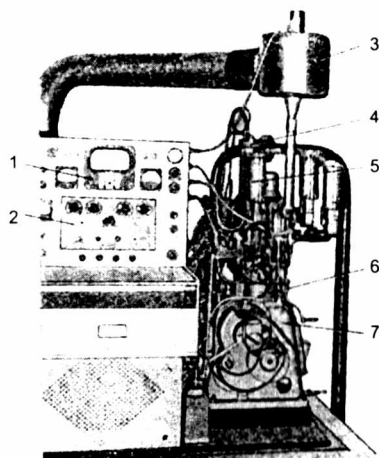


рис. 1.6. Установка УИТ-65 для моторного определения октановых чисел бензинов
 1 — панель управления; 2 — аппаратура для измерения детонации; 3 — бак для подогрева всасываемого воздуха; 4 — конденсатор охлаждения; 5 — карбюратор; 6 — ресивер с водяным охлаждением; 7 — одноцилиндровый двигатель

Таблица 1.1. Октановые числа бензинов различных марок

Определение «Пмового числа»	А-76	АИ-80	АИ-91	АИ-92	АИ-93	АИ-95	АИ-96	АИ-98
Но моторному методу	76	76	82,5	83	85	85	85	88
Но исследовательскому методу		80	91	92	93	95	96	98

Установлена примерная зависимость между требуемым октановым числом бензина, степенью сжатия и диаметром цилиндра двигателя:

$$O_4 = 125,4 - 413 / e + 0,1830D,$$

где O_4 — октановое число; e — степень сжатия; D — диаметр цилиндра.

Для увеличения степени сжатия на единицу необходимо повысить октановое число на 4—8 единиц.

Октановое число зависит не только от степени сжатия. Значительное влияние оказывают температура окружающей среды, атмосферное давление и влажность. Так, октановое число может быть снижено на единицу при уменьшении температуры воздуха на 10 °С или атмосферного давления на 10 мм рт. ст. Например,

если при температуре окружающей среды -20°C и атмосферном давлении 760 мм рт. ст. двигателю был необходим бензин с октановым числом 90, то при температуре окружающей среды -10°C и атмосферном давлении 700 мм рт. ст. достаточно использовать бензин с октановым числом 80.

Способы повышения детонационной стойкости бензинов

Методом прямой перегонки нефти можно получить бензин с октановым числом до 91 (А-76, АИ-80, АИ-91). Однако такое производство бензина нерентабельно: во-первых, из каждой тонны нефти его получится чуть ли не вдвое меньше, во-вторых, не из всякой нефти можно получить бензин АИ-91. Поэтому обычно бензин с необходимым октановым числом получают двумя способами.

Первый способ: бензин прямой перегонки подвергают вторичной переработке (каталитически!! риформинг, крекинг и др.), т. е. воздействуют на химический состав бензина, что требует значительных средств, но бензин при этом получается наименее вредным для окружающей среды.

Химический состав бензинов включает следующие основные углеводороды: *n*-алканы, циклоалканы, изоалканы, ароматические углеводороды. Самые устойчивые к детонации углеводороды — ароматические и изоалканы. Следовательно, увеличивая их содержание в бензине, можно повысить октановое число. Практически это достигается при применении бензинов риформинга и введением ароматических углеводородов, таких, как этилбензол. Октановое число высококачественных бензинов АИ-95, АИ-98 достигается этим путем.

Второй способ: введение в бензин прямой перегонки специальных присадок — антидетонаторов. Бензин получается существенно дешевле, но и значительно вреднее (табл. 1.2).

Антидетонаторы — металлоорганические соединения, незначительное количество которых в бензинах резко повышает их детонационную стойкость. В 1920 г. была найдена добавка — тетраэтилсвинец (ТЭС) $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$, резко подавляющая детонацию. До настоящего времени это самая эффективная добавка. Введение 0,3 % ТЭС в бензин приводит к повышению октанового числа на 15—25 единиц. Известно несколько марок этиловых жидкостей, которые содержат от 54 до 58 % ТЭС. Бензины, содержащие этиловую жидкость, ядовиты, поэтому окрашиваются в различные цвета.

И мсм) I iii шмснители ТЭС, такие, как пентакарбонил железа $N(C'O)$, «скарбонил марганца $Mn(CO)_0$ и циклопентадиенил- $KHrAoiim$ марганца (ЦТМ) $C_5H_5Mn(CO)$, с очень высоким анти-ДО1 они _{111 к} _{11111.1} м эффе ктом.

НииГюлсе приемлемой является присадка метилтретбутилового Эфира (МТБЭ). Добавка 10 % МТБЭ в бензин повышает октановое число на 5—6 единиц. МТБЭ хорошо совмещается с бензином и с его помощью получают неэтилированные бензины Д-70 и ЛИ-93.

Повышение октанового числа с помощью ТЭС обходится в ПИП. девять раз дешевле, чем при использовании других анти-ДГГОМ11 горюч, но они экологически более вредные.

1) России неэтилированные бензины составляют около 50 %, Причем из них более 85 % с октановым числом 76.

Ни ищают этилированные бензины по цвету: бензин А-76 Окршпен в желтый цвет, АИ-93 — в оранжево-красный, экспортное исполнение бензинов АИ-80, АИ-92 и АИ-96 светло-желтого цвета.

ТиаТца 1.2. Антидетонаторы и их негативные воздействия

Ажидетонатор	Состав	Негативное воздействие
ТЭС	Тетраэтилсвинец	Сильное канцерогенное действие, опасное загрязнение флоры, губителен для нейтрализаторов отработавших газов автомобиля
МЦМ на основе мметилциклопентадиентри Пицв	метилциклопентадиентрикарбонил марганца	Недостаточная стабильность в топливе, снижение ресурса свечей зажигания, некоторое повышение концентрации твердых частиц и нейротоксичность отработавших газов, снижение ресурса нейтрализатора
Ферроцены на основе МММ	Диметилферроценилкарбонил-ферроцен	Повышенный износ двигателя и смолообразование
Фй)) <> ины на ос йминон	Смесь менометиланилина и анилина-экстралина	Увеличение смолообразования и окисляемости топлива
МТБЭ	Метилтретбутиловый эфир	Увеличение отложений и выбросов окислов азота и альдегидов
Фэтерои	Смесь МТБЭ с третбутиловым эфиром	То же
Этанол	—	Низкая гидролитическая стабильность (боится влаги), вредное воздействие на резину и пластмассы
Метанол	—	То же плюс летучесть и токсичность паров

1.2.5. Свойства и показатели бензинов, влияющие на образование отложений

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

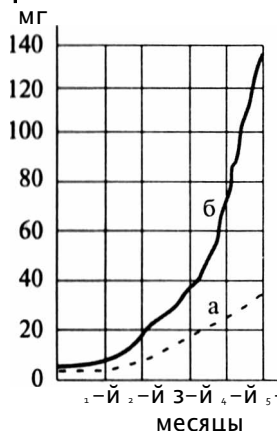
Изменение **физической стабильности** возможно в результате кристаллизации высокоплавких углеводородов при низких температурах, а также испарения легких фракций при высоких температурах. В результате изменяется состав (обедняется легкими фракциями), что затрудняет пуск двигателя.

Потеря легких фракций сильно влияет на давление насыщенных паров.

Химическая стабильность — сохранение химических свойств вещества в процессе хранения и транспортировки, так как со временем в бензинах происходят процессы окисления, уплотнения и разложения. Такие свойства бензинов, как окисление и смолообразование при длительном хранении, характеризуются параметром индукционного периода.

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 в специальном



приборе 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 попавшие в камеру сгорания, вызывают образование нагара.

Увеличение площади контакта топлива с воздухом при хранении ускоряет окислительные процессы (рис. 1.7).

Рис. 1.7. Смолообразование — Поэтому при хранении целесообразно
 ние при хранении 1 л бен- заполнять емкости до горловины,
 зина в емкости, заполнен- Воздушное пространство над топли-
 ной полностью (а) и на 50 % (б) вом после реакции с парами топлива на-

и окисляется азотом и процесс окисления замедляется. Поступление свежего воздуха снова вызовет интенсивное протекание окислительных процессов. Поэтому хранить бензин необходимо в герметично закрытых емкостях (табл. 1.3).

Таблица 1.3. Содержания смол в 100 мл бензина при различной продолжительности хранения его в баке автомобиля ЗИЛ-130 в зависимости от герметичности пробки, мг

Пробка	Исходное значение	Два месяца	Три месяца	Четыре с половиной месяца
Омеченная	2	8	21	28
Герметичная	2	4	4	16

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

1.2.6. Коррозионные свойства бензинов

Наибольшую опасность с точки зрения коррозионного воздействия представляют: вода, водорастворимые кислоты и щелочи, а также сернистые соединения.

Водорастворимые кислоты и щелочи

Водорастворимые кислоты и щелочи являются электролитами. 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. Так, например, при производстве бензина для удаления органических кислот его очищают раствором щелочи, затем промывают водой. При недостаточно эффективной обработке в бензине могут оставаться щелочь и вода.

Особенно вредными для топлива являются минеральные соли и кислоты. Их присутствие в топливе не допускается. Проверка бензинов и дизельных топлив на содержание минеральных кислот и щелочей носит качественный характер, для чего топливо проверяют водной вытяжкой.

Нафтеновые (органические) кислоты

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

Минеральные 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**, которое **выражается** количеством гидроксида калия (KOH), необходимым для нейтрализации органических кислот, находящихся в **100** мл топлива; измеряется в мг. Кислотное число для бензинов должно быть более 3 мг KOH на 100 мл топлива; для дизельных топлив — не более 5 мг KOH на 100 мл топлива.

Сернистые соединения

В топливах различают активные и неактивные сернистые соединения. Активные соединения взаимодействуют с металлами при комнатной температуре. К ним относятся сероводород, меркаптаны, элементарная сера. Они вызывают коррозию металлов и их содержание в бензинах не должно превышать более 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.

ГОСТ допускает содержание неактивных сернистых соединений в следующих количествах:

для бензина Л-72 — не более 0,12 %;

для бензинов Л-76, АИ-93, АИ-98 — не более 0,1 %;

для бензина АИ-95 — не более 0,02 %.

Наличие неактивных сернистых соединений в бензинах определяют по содержанию элементарной серы после сжигания образца.

1.2.7. Марки бензинов и их применение

Современные автомобильные бензины, как правило, готовят смешиванием нескольких компонентов. Это позволяет получать бензины с заданными показателями качества при рациональном использовании свойств каждого компонента.

Основными показателями, определяющими компонентный состав бензинов, являются детонационная стойкость и фракционный состав. Качество автомобильных бензинов регламентируется ГОСТами.

По наличию антидетонаторов бензины делятся на **этилированные** и **неэтилированные**. Каждая марка бензина кроме АИ-95 имеет летнюю и зимнюю модификации. Разница в температурах перегонки модификаций составляет 10–20 °С, причем для всех марок бензина температура испарения одноименных фракций одинакова.

Состав бензина и другие его показатели зависят от месторождений нефти и технологии ее производства.

Маркировка бензинов состоит из буквы А (для автомобильных бензинов), а также цифр, соответствующих минимальному октановому числу, определенному по моторному или исследовательскому методу.

Бензины различных марок получают разными способами, и каждая марка предназначена для двигателей с определенной степенью сжатия (табл. 1.4).

Таблица 1.4. Способы получения и назначение автомобильных бензинов

Марка бензина	Способ получения	Степень сжатия
А-72	Смешивание бензинов прямой перегонки и аналитического крекинга с добавлением бензина термического крекинга	6,5
Л-76	Смешивание бензинов каталитического крекинга и риформинга с добавлением легкого бензина прямой перегонки	7,0
АИ-97, АИ-93, АИ-95	На базе бензина каталитического риформинга (75–80 %) с добавлением толуола и алкилбензола. Для улучшения пусковых качеств добавляются легкие бензины прямой перегонки	8,5–9,0
АИ-98	Каталитический крекинг	9–10

Основные показатели бензинов по ГОСТ 2084–77 приведены в табл. 1.5.

Таблица 1.5. Основные показатели бензинов

Показатель	А-72	А-76	АИ-93	АИ-95
Октановое число, не менее: по моторному методу по исследовательскому методу	72 нормир.	76 нормир.	85 93	89 95
Концентрация свинца, г на 1 дм ³ бензина, не более		0,013 (0,017)	0,03 (0,37)	
Фракционный состав бензина, °С:				
не ниже: летнего зимнего	35 нормир.	35 нормир.	35 нормир.	35 нормир.
T_{10} , не выше: летнего зимнего	70 55	70 55	70 55	75 55
T_{50} , не выше: летнего зимнего	115 100	115 100	115 100	120 105
/до, не выше: летнего зимнего	180 160	180 160	180 160	180 160
не выше: летнего зимнего	195 185	195 185	205(195) 195(185)	205 195
Давление насыщенных паров бензина, кПа, не более: летнего зимнего	66,7 66,7-93,3	66,7 66,7-93,3	66,7 66,7-93,3	66,7 66,7-93,3
Кислотность, КОН на 100 см ³ бензина, мг, не более	3,0	1,0 (3,0)	0,8 (0,3)	
Концентрация фактических смол в 100 см ³ бензина, мг, не более: на месте производства на месте потребления	5 10	3(5) 8(10)	Отсутствие (5) 5(7)	5 -
Массовая доля серы, %, не более	0,1	0,1	0,1	0,1
Водорастворимые кислоты и щелочи	Отсутствие			
Механические примеси и вода	Отсутствие			
Цвет	-	Желтый	Оранжево-красный	-

В скобках указаны значения для этилированных бензинов.

И именнойное время в стране действуют ТУ 38001165—97 на ОБМИНЫ для автомобильного транспорта, которые кроме указан- НМН Й Типл. 1.5 включают неэтилированные бензины АИ-80, ДИ-91 И ДИ-96. Бензин АИ-91 предусмотрен вместо бензина

Снижение октанового числа на две единицы дало возможность N4 ТРИ) же количества сырья получить бензина на 3—5 % больше.

||Й не этилированные бензины с января 1999 г. в России дей- fnyei ГОС Т P51 105—97, который предусматривает четыре мар- ИИ Пон шил: Normal-80, Regular-91, Premium-95 и Super-98. Пер- выЙ Нi них заменит бензины А-76 и АИ-80 из-за ужесточения •КОЛ... и ческих требований: содержание тетраэтилсвинца не бо- ЛМ 0,01 l на l л топлива, запрещено использование железосо- Цржиншх антидетонаторов; содержание марганца не более 0,5 г Ий l Л топлива для бензина Normal-80 и 0,18 г для бензина Regu- |ИГ'Л Для сравнения: по старому ГОСТу для неэтилированных ДЦНИНОВ допускалось содержание тетраэтилсвинца от 0,013 до **0,017** г на l л бензина, железа — 0,37 г, марганца — 0,5 г.

Применение неэтилированных бензинов является радикаль- ИОМ мерой по снижению токсичности отработавших газов и со- хранению чистоты окружающей среды. Однако только этого йособа недостаточно для того, чтобы добиться данной цели. r Необходимо также использовать автомобили с исправными сис- Твмими питания и зажигания двигателей, обеспечивая тем са- Мым максимально возможную полноту сгорания топлива.

И табл. 1.6 показана взаимозаменяемость бензинов россий- ского и зарубежного производства.

Таблица 1.6. Взаимозаменяемость бензинов

Отечественный бензин	Зарубежный бензин		
	Марка, ГОСТ (ТУ)	Марка	Спецификация Страна
А-76, ГОСТ 2084-77	Обычный Type 2	ОНО RМ С113 JIS K 2202-80 CAN-2-3,5-79	Австрия Япония Канада
АИ-92, ТУ 38 001165-85	А-93 Normal Regular	БДС8638-82 DIN 51600, DIN 51607 ASTM D439-83	Болгария Германия США
АИ-95, ТУ 38.101 1279-89	Premium Superbenzin	SNV 181162 BS 7070-85	Швейцария Великобритания
ЛИ 98, l OCT 2084-77	А-96 4 Star Super	БДС8638-82 SNV 181161/1 BS 4040-78	Болгария Швейцария Великобритания

Отечественный бензин АИ-95 по качеству приближается к применяемому за рубежом бензину Premium с октановым числом 97—98. В странах Европейского экономического сообщества (ЕЭС) доля бензинов Premium составляет примерно 78 %, а бензинов Regular — 22 %. Так как отечественный бензин АИ-93 не соответствует ни бензину Premium, ни бензину Regular, то на экспорт поставляется бензин АИ-92.

Страны ЕЭС решением от 20.03.1985 г. утвердили единый нсэтилированный бензин Premium с октановым числом 95, установленным исследовательским методом. Октановое число бензинов Regular 91—92.

Контрольные вопросы

1. Какие предъявляются требования к качеству бензина?
2. Какие свойства и показатели бензина влияют на смесеобразование?
3. Что такое нормальное, детонационное и калильное сгорание?
4. Что такое детонационная стойкость бензинов и какие существуют методы определения октанового числа?
5. Расскажите о способах повышения детонационной стойкости бензинов.
6. Расскажите о способности бензина образовывать отложения.
7. Расскажите о коррозионных свойствах бензина.
8. Как маркируются бензины?

1.3. Автомобильные дизельные топлива

1.3.1. Требования к дизельному топливу

Дизельные топлива (ДТ) предназначены для дизелей и являются нефтяными фракциями, выкипающими при температуре от 200 до 350 °С. По химическому составу они представляют собой смесь нормальных алканов, изоалканов, циклоалканов и небольшого количества ароматических углеводородов.

ДТ должны отвечать следующим требованиям:

- иметь определенные плотность, поверхностное натяжение, испаряемость и самовоспламеняемость;
- сохранять текучесть при низких температурах;
- быть химически и физически стабильными;
- обладать минимальным коррозионным воздействием;
- не содержать воды и механических примесей.

1.3.2. Свойства и показатели ДТ, влияющие на подачу

Вязкость

Если вязкость топлива слишком высокая, то оно будет с трудом проходить через фильтры, форсунки и т. д. Низкая вязкость

ДТ ухудшает смазывание плунжерной пары насоса высокого давления и уменьшает цикловую подачу топлива. Кроме того, от НМ (KOClit) падает качество распыления.

При этом ДТ находится в пределах 2,5—4,0 мм³/с.

Низкотемпературные свойства

Низкотемпературные свойства жидких углеводородных топлив зависят от группового и фракционного состава. Наихудшими (низкими) свойствами обладают парафины (алканы) и ароматические углеводороды, наилучшими — циклоалканы. Углеводороды, входящие в состав ДТ, имеют высокую температуру кристаллизации, это, прежде всего, относится к нормальным алканам. При понижении температуры окружающей среды эти углеводороды видны невооруженным глазом как отдельные кристаллики.

Наивысшая температура, при которой топливо теряет прозрачность, называется температурой помутнения. При этом топливо не теряет свойство текучести. Значение вязкости при повышении 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.

Следует учитывать, что температура помутнения должна быть на 3—5 °С ниже температуры окружающей среды.

При дальнейшем охлаждении ДТ наступает срастание отдельных кристаллов в каркас, который пронизывает все топливо, склеивая его. Топливо теряет текучесть.

Наивысшую температуру, при которой топливо теряет текучесть, называют температурой застывания. Она должна быть на 12 °С ниже температуры окружающей среды.

Для улучшения низкотемпературных свойств дизельных топлив проводят их частичную депарафинизацию и добавляют специальные присадки (депрессоры).

Температуры застывания и помутнения определяют в специальном приборе по ГОСТ 20287—91.

Температуру застывания можно понизить! путем введения депрессорной присадки (например, АзНИИ — ЦИАТИМ-1).

Физическая и химическая стабильность

Под воздействием внешних факторов в ДТ протекают физические и химические процессы, основными из которых являются испарение, загрязнение механическими примесями и водой,

выпадение высокоплавких компонентов при охлаждении, окисление, разложение, конденсация.

При перекачке топлива происходит испарение легких фракций, что приводит к ухудшению его пусковых свойств. При хранении, транспортировке, заправке топливо вступает в контакт с воздухом, который содержит влагу. Поэтому в ДТ вводят антикристаллизационные присадки. Окисление ДТ увеличивает содержание фактических смол. В зимних марках их должно быть не более 30 мг на 100 мл топлива, а в летних — не более 40 мг.

1.3.3. Свойства и показатели ДТ, 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 ДТ зависит также и от конструктивных особенностей дизеля. Форма камеры сгорания, конструкция и размер сопловых отверстий форсунок, а также давление и направление впрыска топлива — факторы, которые влияют на оптимальное перемешивание топлива с воздухом, а значит и испаряемость. Вязкость, плотность, фракционный состав, давление насыщенных паров, поверхностное натяжение имеют такое же значение для испаряемости дизельного топлива, как и у бензинов.

Испаряемость ДТ оценивается его фракционным составом, т. е. температурами t_{10} , t_{50} , t_{90} , $t_{\text{нр}}$ и $t_{\text{кр}}$. ГОСТ устанавливает лишь t_{50} и t_{90} . В зависимости от марки ДТ t_{50} колеблется от 255 до 280 °С; а t_{90} — от 330 до 360 °С.

При плохой испаряемости ДТ возникают затруднения при пуске двигателя, ухудшается его экономичность и увеличивается дымность отработавших газов. Однако топливо с высокой испаряемостью имеет худшую самовоспламеняемость.

Плотность и поверхностное натяжение

На процесс смесеобразования значительное влияние оказывают плотность и поверхностное натяжение ДТ. Плотность ДТ 830—860 кг/м³. В дизеле повышение плотности топлива, напри-

мер при понижении температуры, вызывает увеличение расхода **ТОПЛИВ** на массу при его объемном дозировании. Кроме того, **ИЧ** повышает максимальное давление в трубопроводах системы **ИЧ**. 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 топливной форсунки, тем быстрее произойдет переход его в паровое состояние.

1.3.4. Свойства и показатели ДТ, влияющие на самовоспламенение и процесс сгорания

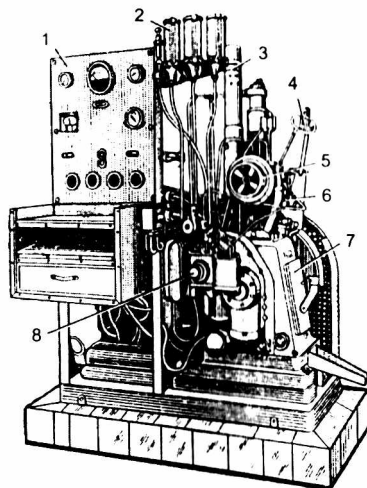
Воспламенение ДТ, как и любого другого вида топлива, зависит от температуры в очаге возгорания. Температура самовоспламенения ДТ определяется его химическим составом.

Цетановое число

Способность ДТ самовоспламеняться оценивают цетановым числом (ЦЧ). Метод оценки самовоспламеняемости топлив для быстроходных дизелей аналогичен методу оценки детонационной стойкости бензинов. В качестве эталонных топлив для определения самовоспламеняемости выбирают два углеводорода: цетан $C_{16}H_{34}$ и альфаметилнафталин $C_{10}H_7CH_3$. Самовоспламеняемость первого углеводорода условно принята за 100, 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 ДТ определяют методом совпадения вспышек (рис. 1.8).

Для безотказной работы современных двигателей требуется **ТОПЛИВО** с цетановым числом летом — не менее 45, зимой — 50. При цетановом числе ниже 45 дизели работают жестко, особенно зимой, а выше 45 — мягко. Однако использовать топлива с **цетановым** числом выше 60 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 воспламенения (время с момента начала подачи топлива в цилиндр двигателя до начала горения) настолько мал, что топливо воспламеняется вблизи



Ис. 1.8. Установка ИТ9-3 для определения истцовых чисел ДТ: 1 — пульт управления; 2 — топливные бачки; 3 — подогреватель воздуха; 4 — зеркало для наблюдения за вспышками; 5 — механизм изменения степени сжатия; 6 — форсунка; 7 — одноцилиндровый двигатель; 8 — насос высокого давления

форсунки, и воздух, находящийся дальше от места впрыска, почти не участвует в процессе сгорания. В результате топливо сгорает не полностью, снижается экономичность двигателя.

ДТ не всегда обеспечивают необходимую самовоспламеняемость, поэтому возникает необходимость в повышении цетанового числа. Существуют два основных метода: изменение химического состава и введение специальных присадок.

Что касается надежности холодного пуска двигателя при различных температурах окружающей среды, то он в большей степени 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 мин⁻¹. И чем выше пусковая частота, тем выше температура сжимаемого воздуха, а значит и условия пуска двигателя.

Цетановое число зависит от содержания и строения углеводородов, входящих в состав ДТ. Цетановые числа алканов — самые высокие, самые низкие числа имеют ароматические углеводороды. Углеводороды, входящие в состав ДТ, по ЦЧ располагаются следующим образом: 1 — алканы, 2 — циклоалканы, 3 — изоалканы, 4 — ароматические углеводороды. Увеличение числа

МВltpтVlHbl.v атомов в молекулах углеводородов приводит к увеличению центового числа.

Таким образом, повышение содержания n-алканов приводит к увеличению ЦЧ. Однако n-алканы имеют высокую температуру кристаллизации, что приводит к ухудшению низкотемпературных свойств ДТ.

Введение в ДТ специальных кислородсодержащих присадок способствует легкому выделению активного кислорода. К таким присадкам относятся органические перекиси, сложные эфиры, кислоты, которые, попадая в камеру сгорания, ускоряют разложение перекисей, от разложения которой ускоряется процесс самовоспламенения. Так, добавление 1 % изопропилнитрата повышает ЦЧ на 10—12 единиц и улучшает пусковые свойства ДТ в зимнее время.

Существует эмпирическая зависимость цетанового числа ЮПЛ и от его октанового числа.

$$\text{ЦЧ} = 60 - 0,4 / 2,$$

ГДО ЦЧ — цетановое число; 0,4 — октановое число.

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

1.3.5. Свойства и показатели ДТ, влияющие на образование отложений

Коррозионные свойства ДТ, как и бензинов, зависят от содержания в них *серы, сернистых и кислотных соединений*. Наиболее агрессивной является так называемая активная сера (элементарной сера, сероводород и меркаптаны).

Присутствие в ДТ таких активных сернистых соединений, как меркаптаны, резко увеличивает износ плунжерных пар топливных насосов высокого давления и игл распылителей форсунок. Поэтому содержание меркаптановой серы в ДТ должно быть не более 0,01 %.

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 ДТ вводят противокоррозионные присадки.

ДТ с суммарным содержанием неактивных сернистых соединений не более 0,2 % не вызывают осложнения в работе двигателя.

ля и могут применяться без ограничения. В настоящее время большинство нефтепродуктов производят из сернистых нефтей и содержание неактивной серы достигает 0,5 %.

ДТ по содержанию неактивной серы делятся на две подгруппы. В топливах первой подгруппы серы должно быть не более 0,2 %. В топливах 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 ДТ.

Кислотность характеризует содержание в ДТ кислых соединений. ДТ должны оказывать минимальное коррозионное воздействие на металлы, т. е. не содержать минеральных кислот и щелочей; содержание органических кислот ограничивается до 5 мг КОН на 100 мл топлива.

Содержание фактических смол в ДТ характеризует его склонность к нагару. Способность ДТ к осмолению зависит от наличия в нем непредельных углеводородов. О количестве последних судят по *йодному числу*. Йодное число численно равно количеству граммов йода, присоединившихся к непредельным углеводородам, которые содержатся в 100 г топлива. Непредельные углеводороды вступают в соединение с йодом, и чем их больше в топливе, тем больше йода вступает в реакцию. Содержание смолистых веществ в дизельных топливах оценивается, так же как и в бензинах, определением содержания фактических смол. С повышением содержания фактических смол в дизельном топливе склонность к нагарообразованию возрастает. Одно из требований к качеству дизельного топлива — содержание фактических смол не должно превышать 36—60 мг на 100 мл.

Содержание серы в топливе также влияет на образование отложений. Чем выше ее содержание 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.

Нагарообразование и отложения на деталях двигателя зависят от коксуемости топлива и содержания в нем золы.

Коксуемость определяется процентным соотношением количества образовавшегося твердого остатка (кокса) после коксования навески топлива в специальном приборе.

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 %.

1.3.6. Марки дизельных топлив

Дни «к сплутацин автомобилей используются ДТ грех марок: Л (ЛСПюе), З (зимнее), А (арктическое). Нее марки могут приме- МИГМ'М для любого автомобильного дизеля. Выбор той или иной МИ|1КИ :,:мисит только от климатических условий и низкотемпе- РИТУрНую показателя топлива.

(Id марке ДТ можно определить содержание неактивных сер- МИИтыч соединений и температуру вспышки или застывания. Нинример, марка ДТ J1—0.11— 58 ГОСТ 305—82 свидетельствует l) Принадлежности данного топлива к первой подгруппе с темпе- рityptui вспышки 58 °С; марка З—0,2 минус 45 ГОСТ 305—82 — О Нимием топливе, содержании 0,2 % сернистых соединений, ТИМісраіуре застывания не выше минус 45 С.

Впжно помнить, что ДТ второй подгруппы можно применять ТОЛЬКО при использовании для смазывания двигателя масла, со- **Пврж** итого многофункциональные присадки (ВНИИНП-370, 1111 ИИ ПП-360 и др.), обладающие моющими свойствами и ней- ■ркмпующие серный и сернистый газы. В противном случае по- ймите гея износ дст:лей двигателя в 1,5– 3 раза.

Для уменьшения вредного влияния сернистого топлива не- Мхолпмо поддерживать нормальный тепловой режим двигателя, Т, с. но снижать температуру, чтобы избежать конденсации вла- ГИ, и чаще менять фильтрующие элементы масляных фильтров и Мнсдо в картере двигателя.

Основные показатели ДТ приведены в габл. 1.7.

Тоо ища 1.7. Основные показатели дизельных топлив

Показатель	Марка ДТ		
	Л	З	А
Цшймош») число, не менее		45	
Т М:Ш Ыу и застывания, °С, не выше	10	–35	–55
Тпмиоршура помутнения, °С, не выше	–5	–25	–
Тмм(Ю миу)и испышки, °С, не ниже	50	35	30
Вязкосп– при м!мпературе 20 °С, мм ² /с	3–6,0	1,8–5,0	1,5–4
Фракционный состав, °С, не выше:	280	280	255
	360	340	330
Содержание фактических смол, мг/100 мл, не более	40	30	30

is"m

' ' Г Г – ' ! '

Продолжение таблицы / . 7

Показатель	Марка ДТ		
	Л	З	А
Содержание серы, %, не более:			
меркаптановой	0,01	0,01	0,01
суммарное:			
первой подгруппы	0,2	0,2	0,2
второй подгруппы	0,5	0,5	0,4
Плотность при температуре 20 °С, кг/м³, не более	860	840	830

Для холодной климатической **зоны** топливо марки «З» имеет–; температуру застывания не **выше** —45 °С и температуру помутнения — не выше –35 °С.

В табл. 1.8 показано соответствие марок ДТ российского и зарубежного производства.

Таблица 1.8. Соответствие марок ДТ российского и зарубежного производства

Отечественное топливо, ГОСТ 305–82	Зарубежное топливо		
	Марка	Спецификация	Страна
	Л – №3 2D	ВДС8884–82 DIN 51603–81 JIS K 2204–83 ASTM 975–83	Болгария Германия Япония США
З	TIPA Special ID	CAN–2–3,6–M–83 JIS K 2204 –83 ASTM 975–81	Канада Япония США
	TIPAA Z50	CAN–2–3,6–M–83 PN67/C/96048	Канада Польша

Контрольные вопросы

1. Какие предъявляются требования к ДТ?
2. Расскажите о свойствах и параметрах ДТ, влияющих на подачу.
3. Расскажите о свойствах и параметрах ДТ, влияющих на смесеобразование.
4. Как оценивается способность ДТ к самовоспламенению?
5. Расскажите о способах повышения цетанового числа.
6. Расскажите о причинах отложений.
7. Что входит в маркировку ДТ?

1.4. Альтернативные топлива

1.4.1. Классификация альтернативных топлив

Так как мировой запас нефти уменьшается, ведутся работы по освоению топлив ненефтяного происхождения, или так называемых альтернативных топлив, к которым относят все автомобильные топлива кроме бензинов и дизельных топлив.

Классификация альтернативных топлив

Топлива нефтяного происхождения	Топлива ненефтяного происхождения
— Сжиженные нефтяные газы — Сжатые сопутствующие газы	- Сжатый природный газ - Газоконденсатное топливо — Спирты - Водород

Газовые топлива делятся на низкокалорийные, среднекалорийные и высококалорийные.

К низкокалорийным топливам относится доменный газ (из 1 м³ газа получают 10 000 кДж теплоты).

К среднекалорийным топливам относятся коксовый и светлый газы (из 1 м³ газа — 10 000—20 000 кДж теплоты).

К высококалорийным топливам относятся природный (45 000 кДж), нефтяной сопутствующий (45 000 кДж), сжиженный (46 000 кДж), крекинговый (50 000 кДж).

1.4.2. Сжиженные нефтяные газы

Сжиженные нефтяные газы получают как побочный продукт при деструктивной переработке нефти (= 30 % от выхода бензина) и нефтяного газа. Состоят они из пропан-бутановых фракций.

По сравнению с бензином сжиженный газ имеет следующие преимущества:

- в 1,5—2 раза дешевле;
- более высокая детонационная стойкость ($ОЧ \cdot 105$);
- двигатель на нем работает мягче, ресурс увеличивается примерно в 1,5 раза;
- срок службы моторного масла возрастает в 1,5—2 раза;
- практически не содержит серы, которая вызывает коррозию деталей и их износ;

— снижает токсичность отработавших газов (окись углерода — в 2 раза, окислы азота — в 1,2 раза, углеводороды — в 1,3—1,9 раза);

— не накапливаются смолистые отложения, 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 %. Этого можно избежать, если смесь охлаждать во впускном тракте или повысить степень сжатия, так как октановое число у газа больше, чем у бензина. Проще всего использовать высокую детонационную стойкость газа путем увеличения угла опережения зажигания.

ГОСТ 20448—90 предусматривает выпуск двух марок сжиженного газа: СПБТЗ (пропан-бутановая смесь техническая зимняя) и СПБТЛ (пропан-бутановая смесь техническая летняя).

Таблица 1.9. Процентное содержание по массе компонентов сжиженных газов, %, не более

Компоненты	СПБТЗ	СПБТЛ
Метан, этан, этилен	5	6
Пропан, пропилен	75	34
Бутан, бутилен	20	60

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.

Чтобы масса газобаллонной аппаратуры была небольшой, давление насыщенных паров должно быть минимальным, но для надежной подачи газа необходимо, чтобы давление газа в баллоне было не менее 0,1 МПа.

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 МФМК'М часш баллона (где находится паровая подушка). После Прогрими читателя топливную систему переключают на жидкую фй1У. НIK как интенсивность испарения оказывается недостаточ-
■ ИОЙ. Причина — падение температуры в баллоне при испарении.

Кроме того, если бы в баллоне не было паровой подушки, то | N4*411 Г'ччшого коэффицента объемною расширения газа дав-
МНИе и (аллоне с увеличением температуры значительно возраст-
fMItl Оы При росте температуры на 1 °С давление возрастает на
Р МПа.

jj Сжиженные газы не имеют запаха, но для обнаружения уте-
49N ииодят специальные пахучие вещества — одоранты.

1.4.3. Сжатые газы

Сжатые природные газы по сравнению с сжиженными не-
I Втииыми газами имеют следующие преимущества:

- более безопасны, так как легче воздуха и при утечках уле-
s Тучииаются;
- дешевле;
- больше природных запасов;
- отработанные газы экологически чище.

Сжатые газы при нормальной температуре сохраняют газооб-
pildioe состояние даже при высоком давлении. В жидкое состоя-
ние они переходят при температуре ниже -82 °С и давлении
4,5 МПа. Основной компонент — метан, присутствуют и другие
углеводороды, а также углекислый газ, кислород, азот, вода, ме-
Хиипческие примеси.

Природные месторождения газа содержат метана 82—98 %, m,in,i до 6 %, пропана до 1,5 %, бутана — до 1 %.

В попутных газах нефтяных месторождений содержится: мешка 40—82 %, этана и пропана 4—20 %.

Природный газ производится двух марок: А и Б, которые отличаются содержанием метана и азота.

Но энергетическим параметрам 1 м' природного газа прирав-
нивайся к 1 л бензина.

Главным недостатком газобаллонной аппаратуры для сжатых газон является ее масса. Баллон из легированной стали емкостью 50 л с азотом под давлением 200 МПа весит 62,5 кг, а баллон из углеродистой стали — 93 кг. Полная заправка 8 баллонов, масса которых составляет 14 % грузоподъемности автомобиля, обеспечивает 200—280 км пробега.

При замене бензина на сжатый природный газ мощное! ДВИГАТОЛЯ надает на 18—20 %, скорость — на 5—6 %, время ра: гона увеличивается на 24—30 %.

Способ повышения эффективности применения сжато. природную газа состоит в увеличении степени сжатия до И повышении коэффициента наполнения цилиндров двигате/ путем увеличения диаметра впускного трубопровода, устрани^ нии подогрева газа на впуске, изменении фаз газораспреде ле нии. Все это требует конструкционных переделок двигателя но запасы природного газа столь значительны по сравнению < нефтью, что делают перспективным его использование Уменьшить массу баллонов можно путем сжижения газа при низких температурах (—160 °С) и хранении его в изотермиче ских баллонах.

По энергоемкости такой газ может сравниться с жидким не фтяным топливом.

При создании надежных и дешевых криогенных топливны: баков и сети заправочных станций возможно увеличение парк* автомобилей, работающих на сжиженном природном газе.

1.4.4. Газоконденсатные топлива, спирты и водород

Газоконденсатное топливо — это природная смесь легкокипя- щих нефтяных углеводородов, находящаяся в природе в газооб- разном состоянии под давлением 4,9—9,8 МПа при температуре 150 °С. При охлаждении и снижении давления до атмосферного (в условиях земной поверхности) **смесь** распадается на жидкук (конденсат) и газовую составляющие.

Газоконденсатное топливо обладает низкой детонационной стойкостью и в основном используется в качестве дизельного топлива марок ГШЗ и ГШЛ.

ГШЗ — газоконденсатное широкофракционное топливо, по- лучают на Севере прямой перегонкой газового конденсата ил! путем смешивания дизельных фракций газового конденсата < дизельным топливом, используют при температуре окружающе! среды —35 °С и выше.

ГШЛ получают в Средней Азии прямой перегонкой газовой, конденсата или путем смешивания дизельных фракций газового конденсата с товарными дизельными топливами, применяют при температурах окружающей среды выше —5 °С.

Спирты относятся к числу синтетических топлив, из которы> наиболее известны *метанол* и *этанол*.

МФМШНЧ — метиловый или древесный спирт. Сырьем служат риолный газ и нефтяные остатки. Синтез проводится под давл-
НИБМ 25 –60 МПа в присутствии катал и заторов при температу-
| JIM) 400 °С. Его стоимость превышает в полтора—два раза
ТВИМосп. бензина. Применение метанола требует изменения
®Н®ТРУкнии двигателя, так как ухудшается пуск двигателя при
ММИХ к'мпературах.

1 Л"Г> пика 3—5 % метанола позволяет использовать бензин с
ЦМЫнпм октановым числом и заменять этилированный бензин
В Монтированный. Использование метанола в чистом виде
ьможно в южных широтах и широтах с умеренным климатом.

* ДоГ. авка 15 % метанола вызывает образование паровых
[робок.

; *Этанол* — этиловый или винный спирт вырабатывается из
ркой, картофеля, сахарного тростника и др., применяется как в
МССИ с бензином, так и в чистом виде. В Бразилии на нем рабо-
|01 более миллиона автомобилей.

Водород как топливо известен давно. Основная проблема его
|рименения — пожаро- и взрывоопасность.

'.)нергетичность водорода в 3 раза больше бензина, но даже в
Щлком состоянии он занимает объем и 3,5 раза больше, чем эк-
Ипалентное количество бензина. Температура жидкого водорода
|Инус 253 °С, и для его хранения необходимы криогенные емко-
ТИ (криогенная температура ниже –120 °С). Смесь водорода с
ошухом образует гремучий газ, поэтому требуется полная гер-
1С1ичность, в том числе и при заправке.

При работе стандартного двигателя на водороде его мощ-
оеть снижается на 15—20 %. В настоящее время возможно ис-
ользование водорода как 20%-ную добавку к бензину.

Контрольные вопросы

1. Перечислите виды альтернативных топлив.
2. Расскажите о составе и свойствах сжиженного нефтяного газа.
3. Расскажите о составе и свойствах сжатого газа.
4. Что такое газоконденсатное топливо?
5. Что такое метанол и этанол?
6. Каковы перспективы использования водорода в качестве топлива?

2. Смазочные материалы

2.1. Общие сведения

Автомобильные смазочные материалы применяют для уменьшения потерь энергии на трение и для снижения износа трущихся деталей.

Потери на преодоление сил трения благодаря смазыванию снижаются в десятки и сотни раз. При современных скоростях и нагрузках узлы сопряжения двигателя и трансмиссии разрушились бы без смазывания 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 и предохраняют их от коррозии.

2.1.1. 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.

При *жидкостном трении* слой смазочного материала полностью отделяет взаимно перемещающиеся поверхности и фактически происходит трение между слоями смазочного материала.

Согласно закону Амонтона, сила сухого трения скольжения F пропорциональна силе нормального давления P тел друг на друга:

$$F = f \cdot P.$$

где f — коэффициент трения скольжения.

При граничном трении $f = 0,08—0,15$.

При жидкостном трении $f = 0,003—0,03$.

Наиболее неблагоприятный режим трения — граничный. Он характеризуется высоким значением коэффициента трения и

Механика мумерии.ibi повышенный износ деталей. Различают несколько видов износа: механическое, коррозионно-механическое, усталостное. Механическое изнашивание возникает в результате механического воздействия. Коррозионно-механическое изнашивание имеет место при химическом или электрическом взаимодействии материалов пары трения со смазочной средой при механических воздействиях. Абразивное изнашивание происходит в результате режущего или царапающего действия твердых частиц абразива, попадающих в зону контакта. Усталостное изнашивание (питтинг) возникает при ударных нагрузках и деформировании микрообъемов трущихся тел. Смазочные свойства масел — это совокупность свойств, которые влияют на процессы трения и изнашивания деталей. Основными из них являются противоизносные, противозадирные и антифрикционные свойства.

2.1.2. Эксплуатационные требования к смазочным материалам

Затраты на смазочные материалы на автотранспортных предприятиях, как правило, не превышают 1 — 2 % себестоимости одного тонно-километра.

Однако 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 давлениях в зоне контакта образуют на поверхности металла прочные сульфидные и фосфидные пленки* предотвращающие задиры трущихся поверхностей. Сернисты масла имеют лучшие противоизносостойкие свойства, чем бессернистые.

2.1.3. Получение смазочных материалов

По способу получения смазочные материалы делятся на *дистиллятные*, полученные при вакуумном разделении мазута, и *остаточные*, получаемые из гудрона путем глубокой его переработки. Дистиллятные масла имеют низкую вязкость, остаточные — более высокую. Выход масел при переработке из нефти составляет 2—2,5 %. Масла представляют собой смесь углеводородов с температурой кипения 350—500 °С. Кроме углеводородов в маслах содержатся те же примеси, что и в топливах.

Основу нефтяных масел составляют циклоалканы (75—80 %),

Наряду с циклоалканами в маслах содержатся ароматические углеводороды. Также в них присутствуют нафтеновые кислоты, сернистые соединения и смолисто-асфальтеновые вещества.

Обязательным этапом при производстве масел является очистка масел от избытка сернистых соединений и смолисто-асфальтеновых веществ, нафтеновых кислот и парафинов. Способы очистки выбирают в зависимости от исходного сырья и назначения масел.

Существуют следующие способы очистки: кислотно-щелочной, селективный, контактный (адсорбционный, экстракционный).

При кислотно-щелочном способе очистки масла обрабатывают 92—96%-ной серной кислотой, затем щелочью (для нейтрализации остатков кислоты), промывают водой и сушат. Сернистые соединения, асфальтены растворяются в серной кислоте и отделяются от основной массы.

При селективном способе очистки подогретое масло смешивают с растворителем, который растворяет нежелательные примеси, и отделяют его от масла.

Селективная очистка позволяет получать масло более высокого качества.

Коншкный способ предполагает очистку от примесей с по-мншмо отбеливающих глин и цеолитов. Нежелательные примеси йннфОнруются на поверхности адсорбентов и выводятся из со-рнм мйssl.

При производстве высококачественных масел выполняют Шишку от углеводов, кристаллизующихся при сравнитель-|Ц йМгоких температурах.

ОЧИШнные масла называются базовыми. В базовые масла RINUIMI присадки, которые улучшают свойства масел, увеличива- NM ЛМГовечность смазываемых узлов и удлиняют срок службы мн« #/1 и три—пять раз, снижают его расход. Присадки к маслам \$MNIK>i: *вязкостные, депрессорные, антиокислительные, противо- кици тонные, противопенные, противозадирные и моющие.*

Антиокислительные присадки добавляют к маслам для повы- 1111*1111] их химической стабильности. Молекулы присадок обры- Инин цепные реакции окисления.

Противокоррозионные присадки создают на металле защит- ный мономолекулярный слой, препятствующий воздействию на Мгшл кислых и других активных агентов.

Депрессорные присадки понижают температуру застывания Мйсел путем разрушения кристаллического каркаса, образован- ного тугоплавкими углеводородами, которые входят в состав Мнсел.

Вязкостные присадки увеличивают вязкость низковязких ма- фл при положительных температурах и не оказывают сущест- венного воздействия при низких.

Противоизносные и противозадирные присадки повышают смазывающую способность масел, образуют прочный погранич- ный слой на поверхности металла путем химического взаимо- действия активных групп присадки с металлом.

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

Моющие присадки диспергируют образующиеся на поверхно- сти металла отложения (на поршнях, кольцах) и выводят их из зоны трения.

В базовое масло вводится 5—10 % присадок.

2.1.4. Классификация масел

Масла по назначению делятся на **моторные** (для двигателей), **трансмиссионные** (для трансмиссии) и **гидравлические** (для гид- равлических систем автомобиля).

Одним из основных свойств масел является их вязкость. По вязкостными свойствами масла понимают совокупность свойств! характеризующих вязкость данной масла в заданных условиях! работы и зависимости от температуры, давления и приложенного усилия сдвига. С понижением температуры вязкость масла попытается. Зависимость вязкости от температуры характеризуют температурные свойства масла. От вязкости масла зависят режим смазывания, величина потерь, пуска двигателя, прокачиваемость масла в смазочной системе. Поэтому смазочные масла должны обладать оптимальной вязкостью при рабочей температуре, которая в зависимости должна как можно меньше зависеть от температуры окружающей среды.

Моторные масла работают в следующих условиях: давление до 100 МПа, температура отработавших газов до 2000 °С. При этом выделяют три температурные зоны: высокотемпературную, среднетемпературную и низкотемпературную.

К высокотемпературной зоне относятся: камера сгорания и днище поршня, которые нагреваются от 400 до 800 °С; к средней температурной — поршень с кольцами и пальцем, стенки цилиндра (до 300—350 °С); к низкотемпературной — картер и коленчатый вал (до 100—180 °С). Кинематическая вязкость моторных масел нормируется при температурах 100, 50 и -18 °С.

Условия работы *трансмиссионных масел*: иные. Они должны быть работоспособны при температурах от 50 до +50 °С. Кинематическая вязкость для трансмиссионных масел нормируется при температурах 100, 50 и 0 °С.

В маркировку масел входит вязкость при температуре 100 °С как для моторных, так и для трансмиссионных масел.

Непостоянство условий эксплуатации, связанное с пуском двигателей, изменением скоростных и нагрузочных режимов, сменой времен года, отражается на температуре работающего масла, что влечет за собой изменение вязкости. Поэтому вязкость масла должна как можно меньше зависеть от температуры. Эту зависимость показывает **вязкостно-температурная характеристика (VI X)**, по которой определяют индекс вязкости.

Индекс вязкости — условный показатель, отражающий результаты 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 пользуются номограммами (рис. 2.1). Для моторных и загущенных масел индекс вязкости должен быть до 100, для замешенных — 115—140, для трансмиссионных — 90—140.

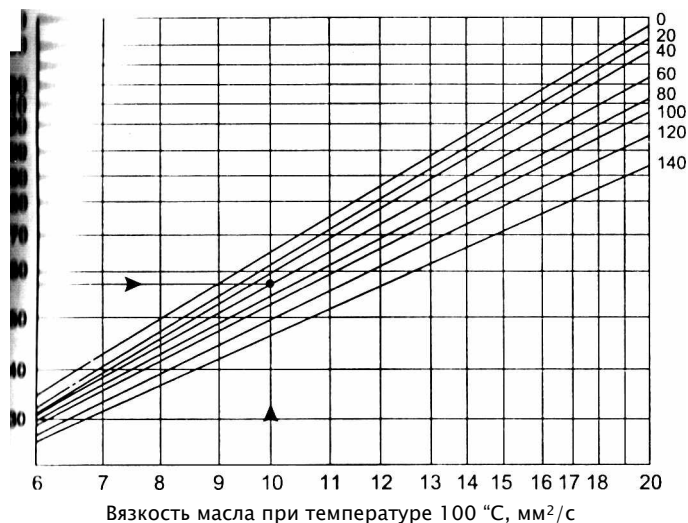


Рис. 2.1. Номограмма для определения индекса вязкости

У масел с низкой вязкостью зависимость от температуры $\Delta \eta$ меньше, чем у масел с высокой вязкостью. Чтобы улучшить хорошие вязкостно-температурные свойства низко-
 вязких масел, их загущают. В качестве исходных базовых масел для загущения используют масла с вязкостью при температуре 100 °C менее 5 мм²/с. Загущающей присадкой являются жидкие материалы — поли и изобутилен, полиметакрилат и др. Добавка составляет 3—4 %. Загущенные таким образом масла имеют необходимые значения вязкости при положительных температурах, пологую кривую изменения вязкости, присущую низко-
 вязким маслам. Принцип действия вязкостных присадок основан на способности макромолекул полимера с понижением температуры свертываться в клубочки, не влияя на вязкость масла, а при положительных температурах клубочки разворачиваются в разветвленные цепи, увеличиваясь в объеме и повышая вязкость масел.

На рис. 2.2 показано влияние присадки на вязкость масла при различных значениях температуры.

Температура застывания

При понижении температуры значение вязкости масла растет и в конце концов масло теряет свою текучесть, т. е. застывает. Застывание — масла связывают с наличием в нем высокоплав-

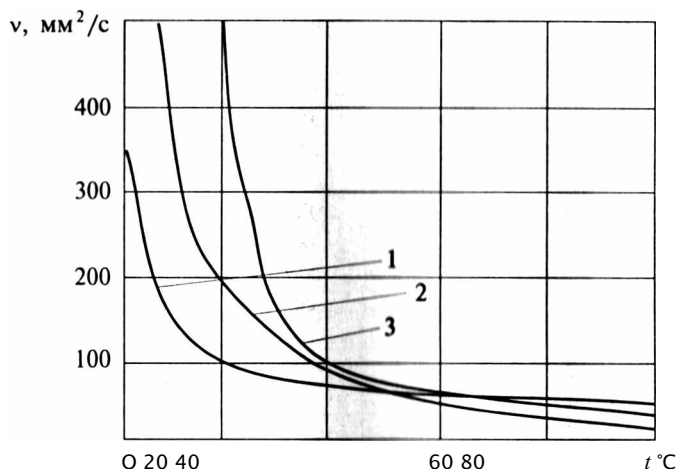


Рис. 2.2. Влияние присадки на вязкость ν масла при различных значениях температуры: 1 — маловязкое масло; 2 — **маловязкое** загущенное масло; 3 — высоко-вязкое масло

ких n -алканов. 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. Значение температуры застывания масла нормируется ГОСТом: для незагущенных моторных масел — 20—30 °C, для загущенных — от -35 до -45 °C, для трансмиссионных — от -18 до -55 °C.

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.). Различают физическую и химическую стабильность.

Масла обладают высокой стабильностью до температуры 50 °C. 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

МН.И|М.ЫХ масел не ниже 200 °С, для трансмиссионных — 128 °С и ММШС.

Химическая стабильность характеризуется кислотным или ЦМНННШМ числом. В процессе работы масла окисляются до аль-ш, карбоновых кислот и т. п., что увеличивает их коррози-И# воздействие на металл.

лочное число определяется количеством едкого калия (в мг), ЦНННШК'шным количеству соляной кислоты, израсходованной на ХЛизацию сильных оснований, содержащихся в I 2 масла. По |у кислотное число для масел должно быть не более

| Мl.

Содержание механических примесей и воли в маслах не до-Цу«|l|тсЯ. Вода при перемешивании с маслом создает эмульсию, умужмпи смазывание деталей. В зимнее время из-за замерзания NtUlit может вызвать поломку масляного насоса.

Наиболее эффективный способ повышения ангиоокислитель-НМН свойств масел — добавление специальных присадок (фтор- VI/водистых, дитиофосфатов, диолов и др.)

Контрольные вопросы

1. Назовите способы очистки масел. Дайте им сравнительную оценку.
2. Перечислите присадки к маслам. Каково их назначение?
3. На что влияет вязкость масла при эксплуатации двигателя?
4. Каковы условия работы моторных масел?
5. Для каких температур нормируется вязкость моторных и трансмиссионных масел?
6. Что такое индекс вязкости масла?
7. Назовите способы понижения температуры застывания масла.
8. Что такое щелочное число?

2.2. Моторные масла

2.2.1. Условия работы и причины старения

Старение масла происходит вследствие загрязнения его пы-лю, продуктами износа, сгорания топлива и физико-химиче-ских изменений углеводородов.

Старение масла может вызвать:

- закоксовывание поршневых колец;
- заклинивание клапанов в направляющих втулках;
- прогарание клапанов;

- сокращение проходных сечений маслоприемников насосов, фильтров, каналов смазочной системы;
- повышение коррозии деталей;
- абразивный износ.

Старение масла обусловлено его работой, которая происходит в условиях высоких термических и динамических нагрузок сопровождается такими факторами, которые вызывают глубокие физико-химические изменения свойств материала и ухудшение их эксплуатационных показателей. К этим факторам относят! 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 темного цвета продукты, образующиеся при невысоких температурах (как правило, не более 120 °C), выпадающие из масла в виде осадка и создающие отложения в картерах, масляных магистралях, фильтрах и пр.

Шламы состоят на половину или на две трети из масла, остальное — вода (5—35 %), топливо, продукты окисления, пыль, продукты износа.

Удаляются шламы из двигателя путем промывки его маловязким маслом или специальными промывочными жидкостями;

Лаки представляют собой прочные тонкие пленки толщиной 50—200 мкм с гладкой поверхностью, образующиеся на горячих деталях двигателя при температуре порядка 250 °C, где наряду с испарением часть масла окисляется и разлагается, превращаясь в твердый осадок. Воздействию лакообразования подвергают поршни, поршневые кольца, верхние головки шатунов, стержни клапанов. В результате возникают пригорание поршневых колец, перегрев и повышенный износ деталей. Лаковые отложения состоят из углерода (до 85 %), водорода, кислорода и имеют цвет от светло-желтого до черного.

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 °C.

При работе на этилированном бензине нагар на 50 % состоит из соединений свинца. Основными элементами, образующими

М| |)n(ioiс на неэтилированном бензине, являются угле-
173 'V). кислород (до 20 %) и водород (до 5 %).

От'iaiu' отработавшего масла всегда больше кислот, его
Ионное> выше, а моющие свойства по сравнению со све-
тлом того же сорта хуже. Качество работающего масла
|ioi из-за попадания в него воды. Особенно интенсивно
цирование воды при низких температурах, когда водяные
(Прикасаются с холодными стенками картера.

Торные масла должны отвечать следующим *жеплуатаци-*
I трсооааниям:

|(>Гк'спечивать уплотнение зазоров в сопряжениях работаю-
Цинагеля и, в первую очередь, в деталях цилиндропоршне-
ртшы;

|Обеспечивать эффективный отвод тепла от трущихся дета-

■Виленмс из зон трения продуктов износа;

надежно защищать рабочие поверхности деталей двигателя
Вррозионного воздействия продуктов окисления масла и
(ним топлива;

предотвращать образование всех видов отложений (нага-
лики, зольные отложения, шламы) на деталях двигателя;

иметь высокую стойкость против окисления, механиче-
)ю воздействия и обводнения;

иметь минимальный расход;

иметь большой срок службы.

Кроме того, моторные масла должны обладать хорошей вяз-
Мпо-тсмпературной характеристикой, высокой моюще-дис-
ьрп ipyioiueii способностью.

2.2.2. Эксплуатационные свойства

Смазочные свойства моторных масел имеют большое значе-
ние для нормальной работы кривошипно-шатунного и газорас-
пределительного механизмов двигателя. В цилиндропоршневой
рупне, где возникают наибольшие силы трения, высокие сма-
зочные свойства масел во многом определяют ресурс двигателя
ю его капитального ремонта. Не меньшее значение имеет по-
моянное наличие надежной масляной пленки в зоне контакта
шорных и шатунных шеек коленчатого вала с подшипниками
■кольжения. Смазочные свойства моторных масел определяют
испытаниями на стендах или автомобилях. В лабораторных
условиях они оцениваются на четырехшариковой машине
(рис. 2.3) при заданных осевых нагрузках, определяя индекс за-
дира, критическую нагрузку, нагрузку сваривания и показатель

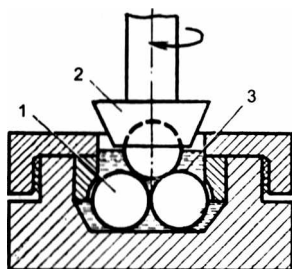


Рис. 2.3. Рабочий узел четырехшариковой машины трения: 1 — неподвижные шарики (3 шт.); 2 — вращающийся шпиндель с шариком; 3 — масло

износа. В испытываемое масло помещается неподвижная обойма с тремя закрепленными шариками, расположенными в горизонтальной плоскости. Над обоймой вращается шпиндель, закрепленный в нем четвертым шариком. Шарик в патроне находится в центре между трех других шариков и, вращаясь, может прижиматься к ним заданной нагрузкой.

Показатель износа, критическую нагрузку и индекс задира определяют по диаметрам пятен износа каждого из трех нижних шариков и добиваются понижения износа сопрягаемых деталей, изменяя состав масла. Для этой противозадирные и противоизносные

свойства масел повышают добавлением к ним соответствующих присадок, создающих на поверхности металла трущихся деталей прочные пленки, кроме того, регулируют вязкость масла.

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 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 способность масла препятствовать слипанию углеродистых частиц, удерживать их в состоянии устойчивой суспензии и разрушать крупные частицы продуктов окисления.

Антиокислительные свойства определяют стабильность масла.

Противокоррозионные свойства оцениваются уровнем потерь массы металла, контактирующего с маслом в определенных условиях. Коррозионность масел связана с содержанием в них сернистых соединений, органических и неорганических кислот и других продуктов окисления.

Коррозионный износ деталей определяется также исходным значением щелочности и скоростью ее изменения. Чем больше

Многое масло, тем ниже становится показатель щелочности является одним из показателей качества масла.

Присадки применяют для придания маслам новых свойств. Показатели. Присадки могут быть:

Щелочностистой — повышают антиокислительную

(цвет);

■ Антиокислительные — защищают металлическую поверхность от коррозионного воздействия кислот и серосодержащих продуктов;

» Моющие-диспергирующие — способствуют снижению отложения продуктов окисления на металлических поверхностях;

1 Противозадирные, противозадирные и антифрикционные улучшают смазочные свойства;

• Депрессорные — понижают температуру застывания;

Вязкостные — улучшают вязкостно-температурные свойства

антипенные — предотвращают вспенивание.

Многофункциональные присадки улучшают одновременно несколько свойств масел.

На преодоление сил трения в двигателях внутреннего сгорания уходит около трети расходуемого топлива. С помощью анти-

фрикционных присадок и подбора оптимальной вязкости моторного масла можно добиться снижения расхода топлива максима-

льно на 4,5 %.

И настоящее время существует широкий спектр дополни-

тельных присадок к моторным маслам для автомобиля. Следует

знать, что ни одна из присадок не может продлить срок службы

Шпорового масла, но может способствовать хорошей обкатке но-

вого или отремонтированного двигателя, снижению износа деталей и расхода топлива, продлению времени эксплуатации изно-

шенного двигателя. Однако следует соблюдать осторожность и

не пользоваться непроверенными средствами, особенно, если реклама обещает снижение расхода топлива на 15—20 %, расход

Масла — 40—50 % и износ на 40—60 % и более. С помощью смазочных веществ такого эффекта добиться невозможно.

Так как современные моторные масла являются сложными, хорошо сбалансированными растворами в минеральных маслах многих химических веществ, то введение в него какого-то нового химически активного вещества может привести к непредсказуемым последствиям и требует тщательной проверки.

В табл. 2.1 приведен перечень присадок к моторным маслам, которые Волжский автомобильный завод после соответствующих испытаний допустил к применению.

Классификация Иришнли к моторным маслам, допущенные Волжским
 ШНОМООН 11.111.14 ПШОДОМ

Пришвин	Сосшн (активный компонент)	Назначение	Применение *
Д\х in	Дисперсия ультрадисперсных члсиц алмаза и графита	Улучшав! микроаруктуру по- верхноаи трения, особенно при прирабош; отремонти- рованных длпкнелей	Используется не бо- лее одного раза до капитального ремонт
Э(ОМ	Дисперсия ультрадисперсных частиц алмаза и графита, ма- лорастворимые соединения меди	То же	То же
Фриктол	Сложные маслорастворимые соединения молибдена	Способсшшу снижению сил трения и износа, ускоряет прирабужу	При постоянной эксплуатации
Экомин	Тоже	То же	Тоже
Моли-Приз			
Моликом			
Моли-Крис- талл	Органический эфир животно- го происхождения	Способсшувя! снижению сил трения и износа	
Озероп	Соединения азота	Способсшувуй! снижению из- носа	
Экомин ДМ	Дисперсия дисульфида мо- либдена в масле с функцио- нальными присадками	Снижает износ деталей И по- терь на тренио, способсшует ускорению прирабшки	
Экомин ДМГ	Дисперсия дисульфида мо- либдена и графита в масле с функциональными присадка- ми	Тоже	
Ресурс, Ресурс- Супер	Дисперсия в масле микропо- рошка медного сплава	Снижает износ доіалей, спо- собсшует восстановлению показателей изношенных двигателей по компрессии и мощности	В любой период экс- плуатации кроме га- рантийного
Ремол-1	Дисперсия в масле микропо- рошка меди	То же	То же
Дека-Приз		Способсшует удалению за- грязнений различного типа с деталей двигателя (промы- вочное средство)	Вводится в работаю- щее масло в количе- стве 0,5 л. Промывке проводится в течение 2 ч на эксплуатацией ных режимах

IJLi Классификация моторных масел и их обозначение

(III ЧйсНо принятой классификации масел (ГОСТ ИН · КМ, всем моторным маслам присвоен индекс, и они |НМ<1>1 на классы и группы в зависимости от их вязкости III, 1,2) и эксплуатационных свойств.

Щ2. Классы моторных масел по кинематической вязкости

Класс	Кинематическая вязкость при температуре, мм²/с	
	100°С	-18 °С, не более
Зимние классы		
з,	3,8, не менее	1 250
	4,1, не менее	2 600
5 _з	5,6, не менее	6 000
6 _з	3,8, не менее	10 400
Летние классы		
6	5,6–7,0	–
8	7,0–9,5	
10	9,5–11,5	–
12	11,5–13,0	
14	13,0–15,5	
16	15,0–18,0	–
20	18,0–22,0	
Всесезонные классы		
зз/8	7,0–9,5	1 250
4д/6	5,6–7,0	2 600
4з/8	7,0–9,5	2 600
4 у 10	9,5–11,5	2 600
5/10	9,5–11,5	6 000
5/12	11,5–13,0	6 000
5/14	13,0–15,0	6 000
6/10	9,5–11,5	10 400
6j/14	13,0–15,0	10 400
63/16	15,0–18,0	10 400

По эксплуатационным свойствам (наличие и вид присад) масла делят на следующие группы:

- А — для нефорсированных двигателей;
- Б — для малофорсированных двигателей;
- В — для среднефорсированных двигателей;
- Г — для высокофорсированных двигателей;
- Д — для дизелей, работающих в тяжелых условиях.

По типу двигателя маслам присваивается цифровой индекс 1 — для карбюраторных, 2 — для дизелей. Масла универсальные не имеют индекса.

По вязкости масла подразделяются на три класса: летние, всесезонные. Летние масла нормируются значением кинематической вязкости при температуре 100 °С, зимние — при 100 и при -18 °С. Всесезонные масла обозначаются дробью, числитель указывает класс вязкости зимнего, а знаменатель — летнего масла.

Маркировка моторных масел включает в себя: букву «М» — принадлежность к моторным маслам; цифру — класс кинематической вязкости (при обозначении дробными цифрами в числителе указывается класс вязкости масла при температуре -18 °С, в знаменателе — при 100 °С). Прописные буквы указывают группу масла по эксплуатационным свойствам, индекс 1 — для карбюраторных двигателей, 2 — для дизелей. Используют и дополнительные индексы: РК — рабочие-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-В: М — моторное; 8 — класс вязкости; В — по эксплуатационным свойствам относится к группе В (среднефорсированные двигатели); индекс 1 — предназначено для карбюраторных 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-6УО-В: М — моторное; 6 и 10 — классы вязкости; букв «З» означает, что масло имеет загущающую присадку, улучшающую вязкостно-температурные свойства, и предназначено для всесезонного или зимнего применения; В (без индекса) — имеет универсальное и предназначено как для карбюраторных двигателей, так и для дизелей.

И табл. 2.3 и 2.4 приведены характеристики некоторых основных масел.

табл. 2.3. Основные характеристики масел для карбюраторных ДВС

Показатель	ГОСТ 10541-78		ОСТ 38-01-370-84		
	М-8-В,	М-12-Г,	М-б/у-Г,	М-4з/6-Г,	М-бз/10-В
вязк. при температуре, мм ² /с: 100-С 0°С	8±0,5 1200	12±0,5	10±0,5 1000	6, не менее	8±0,5 6000
плотности, не менее	90	95	125	140	110
Очное число КОН на 1 г масла, не менее	4,0	8,5	10,6	5,5	5,5
содержание сульфатная, %, не более	0,95	1,3	1,65	-	-
температура вспышки в открытом сосуде, °С, не ниже	200	220	210	165	190
температура застывания, °С, не выше	-23	-20	-32	-42	-40
Механические свойства по ПЗВ, баллы, не менее	0,5	0,5	0,5	-	-

Таблица 2.4. Основные характеристики масел для дизелей

Показатель	ГОСТ 10541-78				
	М-8-В ₂	М-10-В ₂	М-8-Г ₂	М-10-Г ₂	М-8-Г _{2х} I
Вязкость при температуре, мм ² /с: 100 °С 0 °С, не более	8±0,5 1200	11 ±0,5	8,5±0,5 1200	11±0,5	8±0,5 1200
Индекс вязкости, не менее	85	85	85	85	90
Щелочное число КОН на 1 г масла, мл, не менее	3,5	3,5	6,0	6,0	6,0
Температура вспышки в открытом сосуде, °С, не ниже	200	205	200	205	200
Температура застывания, °С, не ниже	-25	-15	-25	-15	-30

С 1993 г. отечественные производители моторных и трансмиссионных масел наряду с классификацией по ГОСТ 17479.1—85 применяют и мировую систему классификации. В этом случае

масла классифицируются по вязкости — SAE (Содружеств американских инженеров) и по условиям эксплуатации и] уровню качества, разработанному Американским нефтяны] институтом (API).

Согласно SAE масла подразделяются на три категории: лел] ние, всесезонные, зимние. Летние маркируются: 20, 30, 40, 5' (вязкость в секундах Сейболта при температуре 98,9 °C); зим ние — 10W, 15W, 20W, 25W (цифры означают вязкость в секун дах Сейболта, а «W» — первая буква английского слова «Win ter» — зима); всесезонные (загущенные) масла имеют двойну! нумерацию. Например, 10W/50 означает, что данное масло пр] температуре минус 17,8 °C соответствует по вязкости SAE 10, при температуре 98,9 °C — SAE 50.

Классификация масла по условиям эксплуатации API под разделяет масла на две категории: S — категория «Сервис» (дл карбюраторных двигателей) и C — коммерческая категория (дл, дизелей). При этом для карбюраторных двигателей применяю' маркировку SA, SB, SC, SD, SE, SF, а для дизелей — CA, CB CD. Таким образом, вторая буква обозначает степень качеств: масла. В настоящее время за рубежом выпускают масла тольк< групп SF и SG для бензиновых двигателей, а для дизелей — CC CD, CE.

Большинство современных масел универсальны, т. е. приме нимы как для бензиновых двигателей, так и для дизелей. Таки! масла имеют двойное обозначение — SP/CC, SF/CD, CG/CD SG/CE, CD/SF, CE/SG и др., где на основное назначение ука зывают первые буквы.

Для двигателя ЗМЗ-53 автомобиля ЗИЛ-130 применяете! масло М-8-В,.

Масло М-6/10-В используют как универсальное для карбю раторных двигателей. Оно пригодно также для мало- и средне форсированных дизелей.

Масла М-8-Г_{2К} и М-10-Г, используются соответственно в ка честве зимнего и летнего дл я высокофорсированных дизелей.

В небольшом количестве выпускаются универсальные масл; на импортных присадках, такие, как М-8-ГИ, М-10-ГИ М-12-ГИ.

В определенных случаях отработавшие масла собирают и ре генерируют. В маркировку таких масел добавляют букву «Р», на пример, М-8-Б,Р.

В любом случае при выборе марки масла необходимо руко водствоваться рекомендациями завода-изготовителя данного двигателя или данного автомобиля.

И 11|Лл. 2.5 показано соответствие групп моторных масел по (МцнЛуктаинонным свойствам согласно ГОСТ 17479.1—85 и API.

#им HiiOI J.5. Соответствие отечественных и зарубежных моторных масел й| и ншинм эксплуатации и уровню качества

API	Область применения	
	SB	Нефорсированные карбюраторные двигатели и дизели
А	SC/CA	То же
Б	SC	Малофорсированные карбюраторные двигатели, работающие в условиях, соответствующих образованию высокотемпературных отложений и коррозии подшипников
Б ₂	CA	Малофорсированные дизели
В	SD/CB	Среднефорсированные карбюраторные двигатели и дизели ;
В ₂	SD	Среднефорсированные карбюраторные двигатели
В ₂	CB	Среднефорсированные дизели
Г	CE/CC	Высокофорсированные дизели и карбюраторные двигатели без наддува
Г ₂	CE	Высокофорсированные карбюраторные двигатели
Г ₂	CC	Высокофорсированные дизели без наддува
Д	CD	Высокофорсированные дизели с наддувом, работающие в тяжелых условиях
Е	—	Лубрикаторные смазочные системы цилиндров дизелей, работающих на топливе с высоким содержанием серы
—	SF	Бензиновые двигатели зарубежных автомобилей выпуска 1980–1988 гг.
—	SF/CD	Дизельные и карбюраторные двигатели (универсальное масло)
—	SG	Бензиновые двигатели зарубежных автомобилей выпуска после 1988 г.
—	CE	Турбонаддувные дизели выпуска после 1983 г.
—	SG/CE	Дизели и карбюраторные двигатели (универсальное масло)
—	SF-4	Быстроходные дизели с турбонаддувом, с повышенными требованиями

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

Существует еще и европейская классификационная система ACEA (Ассоциация европейских производителей). Европейские двигатели легковых автомобилей конструктивно более форсиро-

ваны и работают при больших частотах вращения коленчатого вала и удельных нагрузках. Поэтому масла, отвечающие американскому стандарту, не всегда соответствуют европейским требованиям.

Согласно ACEA, масла по назначению делятся на три категории: А — для бензиновых двигателей, В — для дизелей легковых автомобилей, Е — для дизелей грузовых автомобилей. Чем ниже классификация, тем определяет эксплуатационные свойства: 1 — энергосберегающие масла; 2 — масла того же уровня, но не энергосберегающие; 3 — технические требования на перспективу.

Пример: моторное масло Castrol TXT, Sotec Plus удовлетворяет требованиям как API (SH/CD), так и ACEA (A2—B3—96).

Отечественные производители моторных масел в сопроводительных документах и на упаковочной таре указывают, как правило, двойную маркировку: в соответствии с ГОСТ, а также в соответствии с SAE и API.

2.2.4. Синтетические масла для двигателей

Нефтяные 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 эфиров, полиалкилгликолиевые, полисилоксановые, фторполимерные и хлорфторуглеродные.

Синтетические масла отличаются, прежде всего, 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 этих масел не выше 55—65 °С, в то же время при температурах до 250—300 °С их вязкость в три—пять 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, добавляя их в количестве 30—40 %. Срок службы синтетических масел во много раз превышает срок службы минеральных масел и составляет 80—100 тыс. км пробега автомобиля.

Л fIM • Имму их расход с учетом меньшего угара ниже минераль-
 II н пять десять раз. Однако стоимость синтетических масел в
 I ФИ риза выше минеральных. Кроме того, некоторые синте-
 I ЦИ МИН* масла (дизфиры) более агрессивны к резиновым дета-
 III lpyiНе имеют недостаточные смазывающие и противоиз-
 КцНЫР свойства (полисилоксаны) или пониженные вязкост-
 АБ*МПсратурные свойства (фторуглероды). В целом синтетиче-
 ■РИ мнела являются перспективными, и их производство будет
 рннщщ»! ться.

Контрольные вопросы

- В*, Назовите причины старения моторного масла.
-), Перечислите требования, предъявляемые к моторным маслам.
- ! Что относят к эксплуатационным свойствам масел?
- к 4. Назовите виды присадок к маслам, их назначение?
- Как классифицируются моторные масла по ГОСТ?
4. Как классифицируются моторные масла по SAE и API?
7. В чем преимущества синтетических масел перед минеральными?

2.3. Трансмиссионные и гидравлические масла

2.3.1. Условия работы трансмиссионных масел

Условия работы трансмиссионных масел отличаются от мо-
 Юрных следующим:

- зубчатые передачи работают в условиях граничного тре-
 НИИ;
- они должны сохранять работоспособность при температу-
 р|X от -50 до 50 °C;
- их время работы продолжительнее;
- они должны снижать вибрацию и уровень шума.

'Зубчатые передачи работают с высокими удельными давле-
 ниями в местах контактов зубьев (600 — 1200 МПа, а в гипоидных
 до 4000 МПа), большими скоростями скольжения трущихся по-
 цсрхностей (3 — 10 м/с, в гипоидных и червячных редукторах —
 до 20 м/с) и высокими, порядка 300 — 800 °C, температурами в
 Точках контакта зубчатых колес. Температура масла в агрегатах
 трансмиссии достигает 120 — 150 °C. В этих условиях и наблюда-
 ется наиболее часто режим граничного трения. Поэтому транс-
 миссионные масла должны обладать высокими противоизнос-
 мыми и противозадирными свойствами, поэтому они содержат
 тначительное количество природных поверхностно-активных

смолистых веществ и специальные противоизносные и против задирные присадки.

Нижний температурный предел применения трансмиссионных масел обеспечивает трогание машины с места и последующий переход на повышенные передачи без предварительного разогрева масла в агрегатах. Летом при жару температура в картере трансмиссии достигает максимальных значений, что предопределяет выбор минимально допустимой вязкости масла, не вызывающей его утечек через неплотности.

Кроме того, трансмиссионные масла должны обладать хорошими антикоррозионными свойствами и образовывать минимальное количество пены, что решается подбором соответствующей масляной основы и добавкой комплекса присадок.

2.3.2. Классификация трансмиссионных масел и их обозначение

Согласно ГОСТ 17479.2—85, трансмиссионные масла делят на классы по вязкости (табл. 2.6), а в зависимости от эксплуатационных свойств подразделяются на пять групп, определяют область их применения (табл. 2.7).

Таблица 2.6. Классы вязкости трансмиссионных масел

Класс вязкости	Кинематическая вязкость при температуре 100 °С, мм ² /с	Температура, при которой динамическая вязкость не превышает 150 Па·с, °С, не выше
9	6,00–10,99	–45
12	11,00–13,99	–35
18	14,00–24,99	–18
34	25,00–41,00	–

Таблица 2.7. Группы трансмиссионных масел по эксплуатационным свойствам и области их применения

Группа	Состав	Область применения	Контактное напряжение, МПа	Температура, °С
1	Минеральные масла без присадок	Цилиндрические, конические и червячные передачи	900–1600	90
2	Минеральные масла с противоизносными присадками	То же	До 2100	130

ЩШЫМЧтис таблицы 2.7

lynIM	Состав	Область применения	Контактное на- пряжение, МПа	Темпера- тура, °С
1	Минеральные масла с противоза- дирными присадками умеренной ;к м >ективности	Цилиндрические, ко- нические и червячные передачи	До 2500	До 150
4	Минеральные масла с противоза- дирными присадками высокой :>ффеktivности	Цилиндрические, спи- рально-конические и гипоидные передачи	До 3000	Тоже
1	Минеральные масла с противоза- дирными присадками высокой :>ффе1аивности и многофункци- онального действия, а также уни- версальные масла	Гипоидные передачи, работающие с удар- ными нагрузками		

Маркировка трансмиссионных массл: ТМ — трансмиссионное МОло; первая цифра – группа масла (уровень качества масла); ГОрое число — класс вязкости.

И нормативно–технической документации встречаются уста-
 11иПИС обозначения, поэтому в табл. 2.8 приводится их соответ-
 1мне с обозначениями по ГОСТ 17479.2—85.

Ышца 2.8 Соответствие устаревших обозначений трансмиссионных
|Сел и обозначений по ГОСТ 17479.2—85

ГОСТ 17479.2–85	Старое обозначение
ТМ–2–18	ТЭп–15
ТМ–3–9	ТСп–10
ТМ–3–18	ТАП–15В, ТСп–15К
ТМ–4–9	ТСз–9гип
ТМ–4–18	ТСп–14гип
ТМ–5— 12 _з (рк)	ТМ–5–12рк
ТМ–5–18	ТАД–17И

Примечание: в прежней маркировке трансмиссионных масел буквы обозначали: А - автомобильное, Л - долгорботающее, С - получено из сернистых нефтей, Т - трансмиссионное, к - для автомобилей мирки КамАЗ, п - соде жиг присадку: цифра - кинематическая вязкость (в мм2,')) масла при температуре 100 °С

В табл. 2.9 приведены соответствия классов вязкости и групп трансмиссионных масел по ГОСТ 17479.2—85 и по SAE и API.

Трансмиссионные масла имеют следующие классы вязкое 75W, 80W, 85W — зимние, 90 и 140 — летние, 80W-90, 85W-95 85W-140 — всесезонные.

Таблица 2.9. Соответствие классов вязкости и групп трансмиссионных масел по ГОСТ 17479.2—85 и по SAE и API

Класс вязкости		Группа	
по ГОСТ 17479.2-85	поSAE	по ГОСТ 17479.2-85	по API
9	75W	TM-1	GL-1
12	80W/85W	TM-2	GL-2
18	90	TM-3	GL-3
34	140	TM-4	GL-4
—	—	TM-5	GL-5

Встречающееся масло GL—6 по API соответствует GL—5, и более долговечное с повышенными [противокоррозионным] свойствами.

Масло марки ТАД-17и соответствует SAE 85W-90 по SAE или GL—5 по API.

Перспективными являются синтетические трансмиссионные масла с вязкостью SAE 75W-90 и уровнем качества AP GL—5 (TM-5). Такие масла предпочтительнее для зимних условий, так как они загустевают при более низких температурах, чем минеральные. Также как и моторные масла, синтетические трансмиссионные масла характеризуются пологой вязкостно-температурной кривой. Для получения таких масел используют синтетические углеводородные масла, сложные эфиры многоатомных спиртов, сложные эфиры карбоновых кислот, полисилоксановые жидкости и другие высокотехнологические компоненты. Обычно синтетическое масло имеет вязкость 7,1 мм²/с при температуре 100 °С, 22 Па ■ с при температуре —40 °С, а также температуру вспышки 230 °С, температуру застывания —57 °С.

Синтетического масла может хватить на весь срок службы автомобиля при условии отсутствия подтеканий через неплотно-

ИН 1 Ил#ржИ1)ающим фактором широкого применения синтети-
МН» МИССЛ является их высокая стоимость.

И ГйАл. 2.10 приведены рекомендации по применению транс-
(ИиИОННЫХ масел в зависимости от их назначения и температу-
М окружающей среды, а в табл. 2.11 даны рекомендации по
ЙНМгМснию трансмиссионных масел с учетом предельно низких
ИИИеритур эксплуатации.

lyilHKii 2.10. Рекомендации по применению трансмиссионных масел

ИН 1 Ил#ржИ1)ающим фактором широкого применения синтети-
МН» МИССЛ является их высокая стоимость.

И ГйАл. 2.10 приведены рекомендации по применению транс-
(ИиИОННЫХ масел в зависимости от их назначения и температу-
М окружающей среды, а в табл. 2.11 даны рекомендации по
ЙНМгМснию трансмиссионных масел с учетом предельно низких
ИИИеритур эксплуатации.

lyilHKii 2.10. Рекомендации по применению трансмиссионных масел

ИН 1 Ил#ржИ1)ающим фактором широкого применения синтети-
МН» МИССЛ является их высокая стоимость.

И ГйАл. 2.10 приведены рекомендации по применению транс-
(ИиИОННЫХ масел в зависимости от их назначения и температу-
М окружающей среды, а в табл. 2.11 даны рекомендации по
ЙНМгМснию трансмиссионных масел с учетом предельно низких
ИИИеритур эксплуатации.

lyilIKii 2.10. Рекомендации по применению трансмиссионных масел

Мирка масла ([И]й)мм1 о(хашачение)	Возможные заменители	Область применения (вид)	Температура окру- жающей среды, "С
IM 71B (TЭП-15)	ТСп-14 (TM-3— 18)	Прямоугольные и червячные пе- редачи (всесезонное)	До -20
IM3 18 (ТАТИ-15В)	ТСп-15К, ТСп-14, TM-5-12В, TM-5— 12з(рк)	Прямоугольные, спирально-ко- нические и червячные пере- дачи (всесезонное)	До -25
IM 3— 18 (ТСп-15К)	ТСп-15В, ТСп-14, TM-5-12В, TM-5— 12з(рк)	Тяжелонагруженные цилиндрические, конические и спи- рально-конические передачи автомобилей марки «КамаАЗ»	До -30
IM 3-9 (ТСп-10)	TM-12В, TM-5— 12з(рк)	В трансмиссии для средней полосы (зимнее), для Севера (всесезонное)	45
IM 5-12(ТАД-12)	-	Всесезонное для холодной климатической зоны и зимнее для средней полосы (универ- сальное)	От -40 до 140
IM-4-18 (ТСп- 14гип)	TDЦ-17и (TM-5-18), TM-5-12В, TM-5-12з(рк)	Гипоидные передачи грузо- вых автомобилей для умерен- ной климатической зоны (все- сезонное)	До -30
TM-5-18 (ТАД-17и)	TM-5-12В, TM-5-12з(рк)	Гипоидные передачи, коробки передач и рулевое управле- ние легковых автомобилей (всесезонное)	До -30
TM-4-9 (TCз-9гип)	TM-5-12В, TM-5-12з(рк)	В трансмиссии, в том числе с гипоидными главными пере- дачами для Севера	До -50

Таблица 2.11. Значения температур окружающей среды, при которых возможно трогание машины с места, °С, не ниже

Марка масла	Для товарных партий масел	При добавлении зимней или арктического дизельного топлива в количестве			
		5%	10%	15%	20%
ТМ-5-12 _з (рк)	-55	-	-	-	-
ТМ-4-9	-55	-	-	-	-
ТМ-3-9	-45	-50	-55	-	-
ТМ-3-18	-30	-40	-45	-50	-55
ТМ-3-18	-25	-30	-35	-40	-50
ТМ-4-18	-30	-40	-45	-50	-55
ТМ-5-18	-30	-40	-45	-50	-55

2.3.3. Условия работы и требования к гидравлическим маслам

Гидравлические масла используются 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 избыточное тепло, и удаляют продукты износа и загрязнения.

При работе гидравлические масла подвергаются большому перепаду температур — от минус 30 до плюс 50 °С; давление в системе составляет 10—15 МПа; скорость скольжения до 20 м/с; имеет место постоянный контакт с черными и цветными металлами, уплотнениями и шлангами при высоких давлениях и температурах. Поэтому к гидравлическим маслам предъявляются следующие эксплуатационные требования:

- хорошие вязкостно-температурные свойства (при максимальной температуре вязкость должна быть не ниже 7 мм³/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;
- недефицитность.

Чите всего для заполнения гидросистем в качестве жидкости н< пользуются маловязкие нефтяные масла или их смеси. Иногда Лобийлняются вязкостные, противоизносные и антиокислительные присадки.

2.3.4. Классификация гидравлических масел и их обозначение

По кинематической вязкости гидравлические масла делят на Десять классов (Табл. 2.12), а по эксплуатационным свойствам — на три группы (табл. 2.13).

Обозначение гидравлических масел состоит из трех групп Знаков: букв «МГ» (минеральное гидравлическое); цифр, обозначающих класс кинематической вязкости; буквы, указывающей ни принадлежность масла к группе по эксплуатационным свойствам.

Таблица 2.12. Классы вязкости гидравлических масел

Класс вязкости	Кинематическая вязкость при температуре 40 °С, м ² /с	Класс вязкое Г и	Кинематическая вязкость ¹ при температуре 40 °С, j м ² /с
5	4,14–5,06	32	28,80–35,20
7	6,12–7,48	46	41,40–50,60
10	9,00–11,00	68	61,20–74,80
15	13,50–16,50	100	90,00–110,00
22	19,80–24,20	150	135,00–165,00

Таблица 2.13. Группы гидравлических масел по эксплуатационным свойствам

Группа	Состав	Область применения
Минеральные масла без присадок		Гидросистемы с шестеренными поршневыми насосами, работающие при давлении до 15 МПа и температуре масла до 80 °С
Минеральные масла с антиокислительными и антикоррозионными присадками		Гидросистемы с насосами всех типов, работающие при давлении до 25 МПа и температуре масла более 80 °С
То же с противоизносными присадками		То же при температуре масла 90 °С

Примечание: допускается добавление в гидравлические масла всех групп загущающих и антипенных присадок.

Пример обозначения гидравлического масла МГ-15-В: МГ обозначает масло гидравлическое; 15 — класс вязкости; В 4 группа по эксплуатационным свойствам.

Отечественная классификация гидравлических масел по группам в зависимости от эксплуатационных свойств имеет зарубежные аналоги.

Группа масла:

по ГОСТ 17479-85 А Б В

по ISO 6074/4 1982/E НН Н НМ

В технической литературе часто встречается устаревшая классификация гидравлических масел. В табл. 2.14 представлен соответствия обозначений гидравлических масел современной классификации по ГОСТ 17479.3—85 и принятой ранее.

Таблица 2.14. Соответствие обозначений гидравлических масел по ГОСТ 17479.3—85 принятым ранее

ГОСТ 17479.3-85	Старое обозначение	ГОСТ 17479.3-85	Старое обозначение
МГ-22-А	АУ	МГ-22-Б	АУП
МГ-32-А	ЭШ	МГ-46-В	МГ-30
МГ-5-Б	МГЕ-4А	МГ-150-Б	ГЖД-140
МГ-5-Б	ЛЗ-МГ-2	МГ-15-В	ВМГЗ
МГ-7-Б	РМ	МГ-15-В	МГЕ-10А
МГ-10-Б	РМЦ	МГ 46 В	МГЕ-46В (МГ-30у)
МГ-15-Б	АМГ-10		

Контрольные вопросы

1. Расскажите об условиях работы трансмиссионных масел.
2. Какие требования предъявляются к трансмиссионным маслам?
3. Как классифицируются трансмиссионные масла?
4. Расскажите об условиях работы гидравлических масел.
5. Какие требования предъявляются к гидравлическим маслам?
6. Расскажите о классификации гидравлических масел.

2.4. Автомобильные пластичные смазки

2.4.1. Назначение, состав и получение пластичных смазок

Пластичные смазки предназначены для применения в узлах трения, где масло не удерживается или невозможно обеспечить непрерывное пополнение его запаса.

Пластичные (консистентные) смазки — особый класс смазочных материалов, которые получают загущением смазочных МмСИЛ (лисперсионная среда) твердыми веществами (дисперсионная фаза). В этой системе твердая фаза (загуститель) образует структурный каркас, который удерживает в своих ячейках жидкую дисперсионную среду. В качестве такого структурного каркаса используются жирные соли мягких металлов. Но могут применяться и мыло, парафин или пигмент. Название металла, как правило, переносят на саму смазку — натриевая, кальциевая, литиевая, бариевая, магниевая, цинковая, стронциевая и т. д.

Если на долю дисперсионной среды (масло) приходится Основная масса (70—95 %), то дисперсионная фаза (загуститель) : составляет 5—30 %.

При заданных условиях такая смазка находится в пластичном маэобразном состоянии. При достижении определенного температурного предела пластичная смазка плавится и расслаивается.

Пластичные смазки не стекают с наклонных и вертикальных поверхностей и удерживаются в узлах трения при действии высоких нагрузок и инерционных сил.

Пластичные смазки нашли широкое применение в качестве защитных, герметизирующих, антифрикционных и противозносных материалов.

На долю дисперсной среды в пластичных смазках приходится 70—95 % массы, как правило, это минеральные масла. Для получения большего интервала рабочих температур используют такие синтетические жидкости, как силиконы и дизфиры.

Кроме дисперсионной среды и загустителя смазки могут содержать стабилизаторы и модификаторы коллоидной структуры, ирисадки и наполнители для придания или улучшения функциональных свойств, а также красители.

Действие смазки гораздо сложнее, чем масла. Поэтому для грамотного выбора того или иного состава необходимо знать его свойства.

2.4.2. Эксплуатационные свойства пластичных смазок

Температура каплепадения

В пластичной смазке при нагревании происходит необратимый процесс разрушения кристаллического каркаса, и смазка становится текучей. Переход из пластичного состояния в жидкое условно выражают температурой каплепадения, т. е. температурой, при которой из стандартного прибора при нагревании пада-

ет первая капля смазки. Температура каплепадения смазок зависит от вида загустителя и его концентрации.

По температуре каплепадения смазки делят на тугоплавкие (Т), среднеплавкие (С) и низкоплавкие (Н). Тугоплавкие смазки имеют температуру каплепадения выше 100 °С; низкоплавкие — до 65 °С. Во избежание вытекания смазки из узла трения температура каплепадения должна превышать температуру рабочего узла на 15—20 °С.

Механические свойства

Механические свойства смазок характеризуются пределом прочности смазок при сдвиге и пенетрацией.

Предел прочности — это минимальное удельное напряжение, которое нужно приложить к смазке, чтобы изменить ее форму и сдвинуть один слой смазки относительно другого. При меньших нагрузках пластичные смазки сохраняют свою внутреннюю структуру 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. Этот показатель характеризует способность смазки удерживаться в узлах трения, противостоять сбросу под влиянием инерционных сил. Для рабочих температур предел прочности не должен быть ниже 300—500 Па.

Пенетрация — 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 определяет поведение смазок в эксплуатации. В то же время, так как этот показатель быстро определяется, 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.

Эффективная вязкость

Вязкость смазки при одной и той же температуре может иметь различное значение, которое зависит от скорости перемещения слоев относительно друг друга. С увеличением скорости перемещения вязкость уменьшается, так как частицы загустителя ориентируются по ходу движения и оказывают меньшее сопротивление скольжению. Увеличение концентрации и степени дисперсности загустителя приводят к увеличению вязкости смаз-

Ні Вязкость смазки зависит от вязкости дисперсной среды и ыКНОЛОгии приготовления смазки.

Вязкость смазки при определенной температуре и скорости Перемещения называется эффективной вязкостью и рассчитыва-
лся по формуле

$$\eta_{\text{эф}} = \tau / D$$

Где τ — напряжение сдвига; D — градиент скорости сдвига.

Показатель вязкости имеет большое практическое значение. Он определяет возможность подачи смазок и заправки в узлы Трения с помощью различных заправочных устройств. Вязкость смазки определяет также расход энергии на ее перекачку при пе-
ремещении смазанных деталей.

Коллоидная стабильность

Коллоидная стабильность — это способность смазки сопро-
тивляться расслаиванию.

Коллоидная стабильность зависит от структурного каркаса смазки, который характеризуется размерами, формой и прочно-
стью связей структурных элементов. Следовательно, на коллоид-
ную стабильность оказывает влияние вязкость дисперсной сре-
ды: чем выше вязкость масла, тем труднее ему вытекать.

Выделение масла из смазки увеличивается с повышением тем-
пературы, увеличением давления под действием центробежных
сил. Сильное выделение масла не допустимо, 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

Водостойкость — это способность смазки противостоять раз-
мыву водой. Растворимость смазки в воде зависит от природы
загустителя. Наилучшей водостойкостью обладают парафино-
вые, кальциевые и литиевые смазки. Натриевые и калиевые —
водорастворимые смазки.

2.4.3. Классификация, применение и обозначения пластичных смазок

Пластичные смазки подразделяются 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 являются самой многочисленной группой пластических смазок и делятся на следующие подгруппы:

С общего назначения;

С повышенной температуры;

Многоцелевые;

Ж — термостойкие (узлы трения с рабочей температурой 2150 °С);

Н — низкотемпературные (узлы трения с рабочей температурой до -40 °С);

И — противозадирные и противоизносные;

Х — химически стойкие;

П — приборные;

Т — редукторные (трансмиссионные);

Д — приработочные пасты;

У — узкоспециализированные (отраслевые).

Консервационные смазки обозначаются буквой «З», канатные — «К».

Уплотнительные смазки имеют три подгруппы:

А — арматурные (для манжет);

Р — резьбовые;

В — вакуумные (для уплотнений в вакуумных системах).

В зависимости от применения смазки делят на общего назначения, многоцелевые и специализированные.

Смазки общего назначения

Кальциевые смазки имеют общее название — еолидолы. Это самые массовые и дешевые антифрикционные смазки, относятся к среднеплавким. Кальциевые смазки выпускаются следующих марок: **солидол Ж, прессолидол Ж, солидол С или нрессолидол С**.

Солидол С работоспособен при температуре от -20 до 65 °С. Прессолидол С — от -30 до 50 °С.

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 ЯНЗ-2** почти нерастворима в воде, но при длительном применении во влажной среде эмульгируется. Вытесняется универсальной смазкой Литол-24.

Универсальные смазки

Универсальные смазки водостойки и работоспособны в широком интервале температур, скоростей и нагрузок. Обладают Хорошими консервационными свойствами. Загустителями для них служат литиевые мыла.

Литол-24 — можно использовать в качестве единой автомобильной смазки, она работоспособна при температуре от -40 до 130°C .

Фиол-1, Фиол-2, Фиол-3 — смазки аналогичны 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 несменяемых и непополнимых смазок в процессе эксплуатации.

Графитная — применяется преимущественно в открытых узлах.

АМ карданная — для карданных шарниров равных угловых скоростей (Тракта, Рцеппа, Вейса) грузовых автомобилей, склонна к вытеканию из узлов.

Шрус-4 — для шарниров равных угловых скоростей (типа Бирфильд) легковых автомобилей; работоспособна при температуре от -40 до 130°C , водостойка, имеет высокие противозадирные и противоизносные свойства.

ШРБ-4 — для герметизированных шарниров подвесок и рулевого управления, диапазон рабочих температур от -40 до 130°C .

ЛСЦ-15 — применяется в шлицевых соединениях, шарнирах и осях приводов педалей, стеклоподъемниках; обладает высокой водостойкостью, адгезией (прилипаемостью) к металлам, хорошими консервационными свойствами.

Термостойкие смазки

Предел работоспособности термостойких смазок — от 150 до 250°C .

Униол-3М — водостоек, обладает хорошей коллоидной стабильностью и противозадирными свойствами.

ЦИАТИМ-221 — можно применять при температурах от -60 до 150°C , химически стабильна к резине и полимерным материалам.

Морозостойкие смазки

Морозостойкие смазки работоспособны во всех узлах трения в условиях Крайнего Севера и Арктики.

Зимол — морозостойкий 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 противоизносным свойствам, работоспособности при повышенных температурах.

В соответствии с классификацией API в зависимости от величины пенетрации смазки разделяют на классы (табл. 2.15).

Таблица 2.15. Классы смазок по API

Пенетрация при температуре 25 °C	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
Ниже 70	7
[* Класс NLGI.]	

В табл. 2.16 приведены основные показатели пластических смазок и их заменители.

Контрольные вопросы

1. Как получают пластичные смазки?
2. Перечислите эксплуатационные свойства пластичных смазок.
3. Что такое температура каплепадения?
4. Что понимают под пенетрацией?
5. Расскажите о значении вязкости смазки.
6. Как классифицируются пластичные смазки?
7. Назовите марки смазок общего назначения, универсальных и специализированных смазок.

Таблица 2.16. Основные показатели пластичных смазок и их заменители

Название смазки, марка	Тип	Водостой- кость	Консерваци- онная спо- собность	Класс консистен- ции по NLGI	Коллоидная ста- бильность, %, не более	Рабочая темпера- тура, °С		Заменитель
Силидол синтетический, Смазочная УСс)Пресс-силидол синтетический, С	Кальциевые обычные	Высокая	Высокая	CNL	8	Мини- мальная	Макси- мальная	Любая смазка кроме натриевых и углеводородных, солидолы других марок
					0	-60	-60	
				CNI	E	-40	50	
					0	-40	70	
Пресс-силидол жировой УС-2	Кальциевые комплексные	Средняя	Средняя			-40	8	Силидол С с 10-процентным содержанием графита
Пресс-силидол жировой УС-1				CNJ	0	-50	8	
Графитная смазка, УСсА	Кальциевые комплексные	Средняя	Средняя	CNJ	0	-30 / 50		Литол-24 и другие литиевые смазки
Униол-1 и Униол-3М				CNJ	0	-35	50	
8	Натриевые и натриево-кальциевые	Низкая	Низкая	8	E	-30	0	Любые смазки кроме кальциевых и углеводородных, другие натриевые смазки

§ 2 2
а 5 5
Б
я - § 3
и х 1
Q 25 11
во § 5
£ 5 1

1
r-5

M.

SI

a	■ °
p	§ 5
и 0.	ex
e	2

a

8

8

8

8

§

£ cē

2

8
5

5 x 8
! < 8

° £
1 1

X § JS
Q 4 11

§
w Q

я r

§

2

Продолжение таблицы 2.16

Наименование смазки, марка	Тип	Водостой- кость	Консерви- онная спо- собность	Класс консистен- ции по NLGI	Коллоидная ста- бильность, %, не более	Рабочая темпера- тура, °С		Срок исполь- зования, лет	Заменитель
Северол-1	Литиевые	С	Низкая	СМ	Ю	Мини- мальная	Макси- мальная	Ю	Униол-3М, ЦИАТИМ-201
ЦИАТИМ-201				СМ	Я	-60	Ю	Ю	Ю
ЛСЦ-15				С	П>	-40	130	Ю	Литол-24, ШРБ-4, ШРУС-4, №158
Смазка №158				СМ	Я	-Ю	Ю	Ю	ШРУС-4, Литол-24, J
Т	Литиевые	С	Низкая	СМ	8	-40	Ю	С	С-4, Ш-4, Ш-4
№1				СМ	Ю	*	100	С	С-4, Ш-4, Ш-4
ЛСЦ-15				СМ	а	*	Ю	С	Любые кальциевые и бариевые смазки, Литол-24, Фиолы
Смазка №158				СМ	Г-	-40	Ю	Ю	ШРБ-4, Литол-24, Фиол-3, Фиол-3М
Литол	Литиевые	Высокая	Очень высокая	СМ	С	-40	130	Ю	Литол-24, Фиол-3, I Фиол-3М
ЛСЦ-15				СМ	С	-40	130	Ю	Литол-24, Фиол-3, I Фиол-3М
Смазка №158				СМ	С	-40	130	Ю	Литол-24, Фиол-3, I Фиол-3М
Литол				СМ	С	-40	130	Ю	Литол-24, Фиол-3, I Фиол-3М

3. Атомобильные специальные жидкости

3.1. Жидкости для системы охлаждения

3.1.1. Назначение и требования к охлаждающим жидкостям

При сгорании топлива в **двигателе** часть тепла идет на нагрев стенок камеры сгорания и всего двигателя. При достижении критической температуры **двигатель** перегревается, при этом ухудшается наполнение цилиндров и условия смазывания, появляется детонация, калильное **зажигание**, увеличивается расход топлива, снижается мощность **двигателя**. Для поддержания нормальной температуры двигателя его охлаждают, используя для этого охлаждающие жидкости.

К охлаждающим жидкостям предъявляются следующие требования:

- высокая температура кипения (во избежание образования паровых пробок и потерь жидкости);
- низкая температура замерзания;
- высокая теплоемкость и теплопроводность;
- высокая химическая и физическая стабильность;
- коррозионная пассивность;
- не вступать в реакцию с резиновыми деталями;
- оптимальная вязкость;
- отсутствие образования накипи;
- низкая стоимость и недефицитность;
- нетоксичность и пожаробезопасность.

При температурах выше нуля всем перечисленным требованиям отвечает вода, основными преимуществами которой являются безвредность, доступность, стоимость. Вязкость воды обеспечивает легкость ее циркуляции в системе охлаждения. Вода обладает большой теплоемкостью.

3.1.2. Низкозамерзающие жидкости

В современных автомобильных двигателях в качестве охладителя применяют низкозамерзающие охлаждающие жидкости, или антифризы.

Наибольшее распространение получили этиленгликолевые антифризы, представляющие собой раствор этиленгликоля в воде. Этиленгликоль — это двухатомный спирт $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}$ — бесцветная и без запаха жидкость, кипящая при температуре 197°C и застывающая при -12°C . Водные растворы этиленгликоля застывают при более низкой температуре. Так, раствор, содержащий ($>7\%$ этиленгликоля и 33% воды, застывает при температуре -75°C . Зависимости плотности и температуры застывания антифриза от его состава представлены на рис. 3.1 и 3.2.

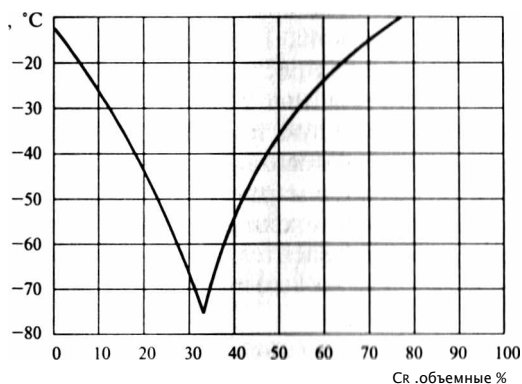


Рис. 3.1. Зависимость температуры застывания водогликолевой жидкости от содержания в ней воды

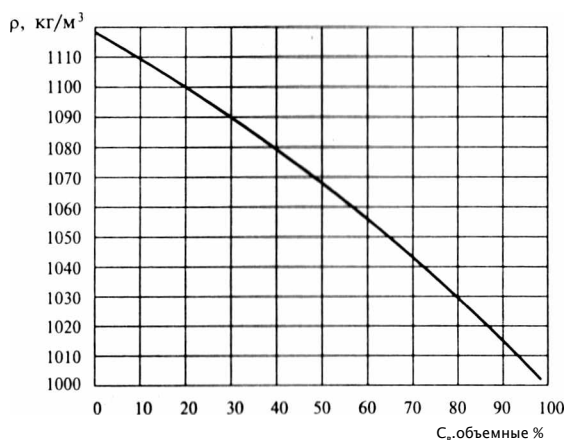


Рис. 3.2. Зависимость плотности водогликолевой жидкости от содержания в ней воды

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 Л-65.

Тосолы отличаются от простых антифризов наличием противопенных и антифрикционных присадок. Цифра в марке антифриза показывает наивысшую температуру застывания.

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.

Значения некоторых показателей антифризов представлены в табл. 3.1.

Определить температуру застывания антифриза можно по его плотности и показателю преломления. Зная коэффициент преломления антифриза, можно определить в нем содержание этиленгликоля:

$$C = (n - 1,334) \cdot 10^4,$$

где n — коэффициент преломления.

Таблица 3.1. Низкозамерзающие охлаждающие жидкости

Показатель	Простой антифриз			Тосол		
	Концентрат	40	65	А(концентрат)	А-40	А-65
Цвет жидкости	Светло-желтый (слегка мутная жидкость)			Желто-зеленый		
Цвет красителя	—	—	Оранжевый	Голубой	Красный	Голубой
Плотность при температуре 20 °С, кг/м³	1110-1116	1067-1072	1085-1090	1120-1140	1075-1085	1085-1095

Продолжение таблицы 3.1

	Простой антифриз			Тосол		
Показатель	Концентрат	40	65 г	А (концент- рал)	А-40	А-65
Температура кристаллизации, °С, не выше	–	–40	–65	–	–40	–65
Температура кипения, °С, не ниже	–	100	100	170	105	105
Этиленгликоль, % (по массе), не менее	94	52	64	96	53	63
Вода, % (по массе), не более	5	47	35	3	44	35
Присадки, г/л: декстрин динатрийфосфат антипенная антифрикционные	1,80–1,85 4,4–5,6	1 2,5–3,5	1 3,0–3,5	1,0 0,1 5	0,4 0,05 2,55	0,5 0,08 2,95

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.

Температурный коэффициент объемного расширения у антифризов больше, чем у воды, поэтому заливать его следует на 5—8 % меньше, чем воды, или использовать в составе системы охлаждения расширительный бачок;

Нельзя допускать попадания н антифриз нефтепродуктов, так как в этом случае распадаются присадки.

Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляются к охлаждающим жидкостям?
2. Назовите особенности антифриза.
3. Как влияет содержание воды в смеси с этиленгликолем на температуру замерзания?

3.2. Жидкости для гидравлических систем

3.2.1. Тормозные жидкости

Тормозные жидкости (жидкости для гидравлического привода тормозного механизма) служат в качестве рабочего элемента для передачи усилия от педали тормозного механизма до колодок.

К тормозным жидкостям предъявляются следующие требования:

- не должны вызывать коррозии металлических деталей, набухания и разрушения резины;
- должны обладать хорошими вязкостно-температурными и смазывающими свойствами;
- иметь высокую температуру кипения;
- быть стабильными (не расслаиваться и не выделять осадки, не вспениваться).

Тормозные жидкости производят на касторовой и гликолевой основе, их свойства улучшают присадками.

Тормозные жидкости на касторовой основе представляют собой растворы спиртов и касторового масла. Они имеют хорошие смазывающие свойства и не вызывают набухания и разрушения резиновых деталей.

Тормозные жидкости на касторовой основе

БСК — 50 % бутилового спирта и 50 % касторового масла.

ЭСК — 40 % этилового спирта и 60 % касторового масла.

АСК — 60 % изоамилового спирта и 40 % касторового масла.

Жидкости марок БСК, ЭСК, АСК рекомендуется применять при температуре не ниже -20°C , так как при более низких температурах происходит расслоение спирта и касторового масла. Их температура кипения 115°C , цвет от красного до оранжевого.

Тормозные жидкости на гликолевой основе

ГТЖ-22М — смесь гликолей с противокоррозионной присадкой, имеет хорошие низкотемпературные свойства, легко смешивается с водой и при обводнении не теряет работоспособности, однако обладает недостаточными смазывающими свойствами; температура кипения не ниже 190°C ; работоспособна до температуры -50°C ; имеет зеленый цвет, прозрачная.

Тормозные жидкости с аналогичными свойствами — «Томь» и «Роса», их температуры кипения 220 и 260°C соответственно, имеют светло-желтый цвет.

Тормозная жидкость «Нева» имеет температуру кипения 190 °С, работоспособна до температуры -50 °С, цвет — желтый.

Все тормозные жидкости гигроскопичны. В процессе эксплуатации из-за колебаний температуры в тормозную систему проникает влага через резиновые уплотнители, в результате снижается температура кипения тормозной жидкости. Для тормозной жидкости «Нева» температура кипения становится критической примерно через год, для тормозной жидкости «Томь» — примерно через два года, а для тормозной жидкости «Роса» — через три года. Снижение температуры кипения при интенсивном пользовании тормозными механизмами приводит к образованию паровых пробок в тормозной системе и ее отказу. Регулярная замена тормозной жидкости является гарантией работоспособности тормозной системы.

Гликолевые тормозные жидкости ядовиты и при работе с ними нужно соблюдать такие же меры предосторожности, как и при работе с низкотемпературной жидкостью.

Нельзя смешивать между собой спиртокасторовые и этиленгликолевые тормозные жидкости, **так как** они полностью теряют свои качества и становятся непригодны к работе.

3.2.2. Амортизаторные жидкости

Амортизаторные жидкости представляют собой маловязкие масла, которыми заполняют гидравлические амортизаторы. Они должны обладать хорошими смазывающими и антикоррозионными свойствами, иметь низкую температуру застывания и достаточную вязкость при температуре до 100 °С, стабильность, обеспечивающую сменную работу до 100 тыс. км пробега автомобиля.

Основным показателем для амортизаторных жидкостей является вязкость. Большинство рабочих жидкостей, применяемых в телескопических амортизаторах, имеют 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 5000—10 000 мм²/с. При таких температурах обеспечить

требуемую вязкость могут амортизаторные жидкости на синтетической основе.

Выпускаются амортизаторные жидкости марок АЖ-12Т и МГП-10.

Амортизационная жидкость АЖ-12 Г — прозрачная, цвет от светло-желтого до светло-коричневого, является смесью мало-вязкого минерального масла и полиэтилсилоксановой жидкости с противоизносной и антиокислительной присадками, температура застывания $-52\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Амортизационная жидкость МГП-10 — прозрачная, цвет от светло-желтого до светло-коричневого, является смесью трансформаторного масла и полисилоксановой жидкости с добавлением животного жира, антиокислительной и противопенной присадок, температура застывания не выше $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$. МГП-10, применяемая уже длительное время в амортизаторах легковых автомобилей классических моделей, не обеспечивает достаточной износостойкости телескопических стоек переднеприводных моделей. Поэтому на смену ей была разработана амортизаторная жидкость МГП-12 с улучшенными смазывающими свойствами.

В состав амортизаторных жидкостей вводят различные добавки против окисления, вспенивания, повышения смазывающих свойств и температуры застывания.

Простейшими заменителями амортизаторных жидкостей могут служить индустриальное, турбинное и трансформаторные масла, а также их смеси, однако при понижении температуры у них значительно возрастает вязкость, что приводит к жесткой работе амортизатора.

3.3. Пусковые жидкости

В условиях низких температур при отсутствии пускового подогревателя на двигателе для облегчения пуска холодного двигателя могут применяться пусковые жидкости, которые обеспечивают холодный пуск двигателя с последующим переходом его работы 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.

Пусковые жидкости Арктика, НАМИ и Холод Д-40 впрыскиваются во впускной трубопровод или камеру сгорания с помощью специального приспособления, для этого они выпускаются в запаянных ампулах. Пять—восемь капель диэтилового эфира подается во впускной трубопровод при снятом воздушном фильтре в момент проворачивания коленчатого вала.

3.4. Стеклоомывающие жидкости

В качестве стеклоомывающей **жидкости** обычно используют воду. Однако **вода** замерзает **при температуре** окружающей среды ниже нуля и не поступает к **форсункам** системы омыwania. Вторым недостатком воды **является то**, что она в силу высокого поверхностного натяжения **плохо смачивает** стекло и в виде капель стекает с него. Для устранения **этих** недостатков производят специальные стеклоомывающие жидкости, которые представляют собой смеси воды, **спирта** и моющего вещества. В качестве спиртов за рубежом **используют** этанол, метанол и изопропанол. В России выпускают жидкости только с изопропанолом. Производители выпускают, **как** правило, концентраты (60—80 % спирта), которые **разбавляются** водой в два—четыре раза. Оптимальной концентрацией можно считать 10—29 % спирта (в зависимости от **температуры** окружающей среды), что обеспечивает нормальную **подачу** жидкости к форсункам и хорошую растекаемость по стеклу.

3.5. Моющие средства

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 ВНИИ НП-ФД. При отсутствии специального масла работающий на холостом ходу двигатель промывают маслом с низкой вязкостью типа МГ-22А (АУ) или индустриального, либо смесью из 10 % дизельного топлива и моторного масла. Масляный радиатор промывают смесью из 75 % бензина и 25 % ацетона.

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 мин в ацетон.

Существуют и специальные моющие средства, такие, как ТМС-31, Верголин-74, которые используют для межоперационной очистки металлических деталей от маслообразных загрязнений.

МС-4, МС-6 и Нефос — серия лабомидов, применяется для очистки деталей при ремонте автомобилей от асфальтосмолистых и маслогрязевых отложений.

Средство «Анкрас» очищает детали камеры сгорания от нагара.

В настоящее время автохимия предлагает потребителям широкий ассортимент современных моющих средств различного направления.

Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляются к тормозным жидкостям?
2. Назовите марки тормозных **жидкостей**. Что является **их** основой?
3. Назовите марки амортизаторных **и** пусковых жидкостей.

4. Рациональное применение топливно-смазочных материалов на автомобильном транспорте

4.1. Управление расходом TCM

Расходы на топливно-смазочныс **материалы (TCM)** на автомобильном транспорте достигают 30 % общих затрат на единицу транспортной работы.

Опыт показывает, что фактический расход TCM может быть снижен на 20 % и более, в результате **чего** себестоимость перевозок грузов снижается на 3—4 %.

На расход TCM значительное влияние оказывают соответствие качества TCM и предъявляемым к ним требований, конструкция автомобиля и структура парка подвижного состава, т. е. наличие малотоннажных автомобилей для внутригородских перевозок и автопоездов максимальной грузоподъемности для междугородных перевозок.

4.1.1. Основные составляющие расхода TCM

Экономный расход TCM предполагает, прежде всего, точный и оперативный учет. В связи с этим на автотранспортных предприятиях (АТП) осуществляется бухгалтерский и оперативный учет TCM. Оперативный учет ведут отделы (группы) топливно-энергетических ресурсов, которые разрабатывают планы организационно-технических мероприятий по экономии TCM, проводят систематический анализ расхода топлива на предприятии каждым водителем в отдельности.

Расход топлива каждым водителем фиксируется в карточке учета расхода топлива и в лицевых счетах водителей. При этом в учетной карточке за каждый день на основании путевого листа указывается норма расхода топлива и фактический расход. Путевой лист является первичным отчетным документом водителя, в котором фиксируется пройденный автомобилем путь, число по-

ездок, выполненная транспортная работа, количество залитого в бак топлива или выданных на него талонов. Каждый путевой лист имеет номер и заверяется печатью.

Учет топлива возможен только при правильных показаниях счетчиков пройденного пути, поэтому запрещается выпуск в рейс автомобилей с неисправными или неопломбированными спидометрами.

На автотранспортном предприятии проводятся декадный, месячный, квартальный и годовой анализ итогов работы по использованию автомобильного топлива. За перерасход ГСМ сверх нормы с виновных удерживается полная стоимость перерасходованного топлива, за экономию выплачивается 95 % его стоимости.

4.1.2. Планирование и нормирование расхода ГСМ

Существует два вида нормирования расхода топлива: линейные (индивидуальные) и удельные (групповые).

Линейное нормирование заключается в том, что для грузовых автомобилей расход топлива поставлен в прямую зависимость от выполненной работы в тонно-километрах и указывается в литрах на 100 т км или на 100 км пробега автомобиля, т. е. на транспортную работу и на пробег. 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 карбюраторных автомобилей — 2 л, для дизельных — 1,3 л, для газобаллонных на сжиженном газе — 2,5 л.

Норма расхода топлива на 100 км пробега устанавливается в зависимости от модели автомобиля. Например, для автомобиля ГАЗ-53А она равна 25 л, для автомобиля ЗИЛ-130 — 31 л, для автомобиля МАЗ-5335 — 23 л.

Линейный расход топлива рассчитывается по формуле

$$Q_H = K_t(L/100)(1 \pm D) + K_p/100 + K_j T,$$

где A'' — норма расхода топлива на 100 км пробега, л; L — пробег автомобиля, км; D — поправочный коэффициент (надбавки к нормам); K_t — норма расхода топлива на 100 т км транспорт-

ной работы и на дополнительную массу прицепа, л; P — транспортная работа, ткм; K_j — норма расхода топлива на одну езду с грузом, л; τ — число ездов с грузом.

Применяют формулы для части Лх случаев, например:

для самосвалов

$$Q_{\text{н}} = (1/100)Q \pm Д + А >.$$

для автобусов, легковых и грузовых автомобилей с почасовой оплатой

$$Q_{\text{н}} = Г, (L/100)(I \pm Д).$$

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 разрабатывается 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 и указываются в граммах на тонно-километры, служат показателем эффективности использования автотранспорта.

Групповая норма — это максимальное количество топлива, которое допускается расходовать при выполнении единицы транспортной работы. На основании групповых норм определяется фонд на топливо.

Групповые нормы устанавливают для автотранспортных предприятий вышестоящие организации. Внутри АТП удельные нормы распределяются по автоколоннам, участкам, цехам.

Средневзвешенная грузоподъемность автопарка q рассчитывается следующим образом:

$$q = \sum_{i=1}^{i=n} q_i A_{ci} / \sum_{i=1}^{i=n} A_{ci},$$

где q_i — грузоподъемность автомобиля i -ой марки; i — списочное число автомобилей на первое число первого месяца года данной марки; i — порядковый номер марки автомобиля в перечне структуры грузового парка; n — число марок.

Коэффициент полезной работы автотранспорта γ определяется выражением

$$\gamma = \rho \gamma = \sum q S,$$

где ρ — коэффициент использования пробега; γ — коэффициент использования грузоподъемности; W — грузооборот в отчетном году; S — общий пробег автомобилей.

Групповая норма расхода топлива без надбавок определяется по формуле

$$H_i = 10 \rho H_{K'} / q z,$$

где ρ — плотность топлива; H_{sl} — средневзвешенная линейная норма на 100 км пробега автомобиля.

Групповая норма расхода топлива с учетом надбавки рассчитывается по формуле

$$H = H W (1 + D/100),$$

где D — надбавка к групповым нормам, %.

Нормы расхода масел и смазок устанавливаются на каждые 100 л общего расхода топлива, рассчитанного по линейным нормам. Так, на каждые 100 л топлива по норме полагается: моторного масла — 2,4 л для автомобилей с карбюраторными двигателями, 3,2 л для дизелей; трансмиссионного масла — 0,3 для карбюраторных двигателей и 0,4 для дизелей; пластичных смазок — 0,2 для карбюраторных двигателей и 0,3 для дизелей.

При этом нормы снижаются для автомобилей, находящихся в эксплуатации менее 3 лет, до 50 % и увеличиваются до 20 % для автомобилей, находящихся в эксплуатации более 8 лет.

Контрольные вопросы

1. Какие существуют виды нормирования расхода топлива?
2. В чем заключается линейное нормирование?
3. В чем заключается удельное нормирование?
4. Как устанавливаются нормы расхода масел и смазочных материалов?

4.2. Экономия топлива и смазочных материалов

4.2.1. Экономия ТСМ при эксплуатации автомобильной техники

Для экономного использования ТСМ нажнo значение имеет их качество. При несоответствии **качества** предъявляемым требованиям к ГСМ неизбежно **увеличивается** их расход и ухудшаются показатели работы автомобилей **и целом**.

Так как на расход ТСМ **оказывает** влияние структура подвижного состава, то в парках **автопредприятий** должны быть малотоннажные автомобили **для внутригородских** перевозок и большегрузные автопоезда для **междугородних**.

Большое влияние на экономию ТСМ оказывает трансмиссия, аэродинамические качества **автомобиля** и такие современные конструктивные решения, **как наличие** бортовых компьютеров, большое число передач, **использование** впрыска топлива в бензиновых двигателях, снижение **массы** автомобиля.

Факторы, влияющие на расход ТСМ:

- правильная организация **транспортного** процесса;
- соответствие применяемых **сортов** ТСМ 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 эффективное использование грузоподъемности **и пробега** автомобилей.

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

Расход топлива на единицу транспортной работы может быть сокращен при увеличении *коэффициента использования пробега* p .

$$WW = S_t / 5,$$

где V , — пробег автомобиля с грузом; S — общий пробег автомобиля.

Увеличение (5 на 1 %) снижает удельный расход топлива на 1,3 %. Использование прицепов снижает удельный расход топлива на 25—30 %.

Соответствие применяемых сортов ТСМ конструктивным особенностям автомобиля и условиям эксплуатации

Использование топлива и масла, не соответствующих конструктивным особенностям **двигателя**, неизбежно вызывает его перерасход. Это в первую очередь относится к таким показателям качества топлива, как октановое число и фракционный состав **для** бензинов, цетановое число и фракционный состав для дизельных топлив. 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 не только масла, но и топлива. Моторное масло с высокой вязкостью приводит к перерасходу топлива, с низкой вязкостью — к перерасходу самого масла.

Пластичная смазка с недостаточной температурой каплепадения будет вытекать из узлов трения.

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

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 маслосливной горловины начинают активно выходить отработавшие газы, приводит к росту расхода топлива на 10—12 %, а нарушение регулировок — на 20—25 %. Больше всего увеличивают расход топлива неправильное регулирование тормозных механизмов и ступиц колес, карбюратора, неправильное схождение колес, неисправности системы зажигания.

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. В табл. 4.1 по-

казано влияние неисправностей некоторых деталей и узлов на расход топлива и масла.

Таблица 4.1. Влияние неисправностей деталей и у «лов автомобиля на расход топлива и масла

Неисправность	Увеличение расхода TCM, %	
	Топливо	Масло
Неправильная регулировка тормозных механизмов и ступиц колос	10–20	30–50
Неправильное установленное схождение передних колес	5 10	10–15
Пониженное давление воздуха во всех шинах на 0,05 МПа	4 5	4–5
Неточность регулировки клапанов	5 8	15–20
Неисправность экономайзера	10 15	–
Увеличена пропускная способность главного жиклера карОк^кии–ра на 10 %	5 10	–
Засорен воздушный фильтр или впускной трубопровод	4 5	15–29
Засорена система вентиляции картера двигателя	–	150–200
Не работает одна свеча зажигания в восьмицилиндровом дама–теле	15 18	–
То же в шестицилиндровом двигателе	25	–
Неисправна одна форсунка	25 39	–
Зажигание установлено на 5' позднее наивыгоднейшот	6 8	–
1 Неправильно установлен зазор между контактами прерывуишш	5–7	–
Уменьшен в 2 раза зазор между электродами свечей зажигания	10 15	–
Повышение уровня топлива в поплавковой камере на 4 мм	10	–
Неисправность центробежного автомата опережения шжишния	2 4	–
Засорение воздушных жиклеров главной дозирующей системы карбюратора с уменьшением пропускной способности на 1 %	2–4	–

Мастерство водителя

Мастерство водителя автомобиля заключается:

- в правильной оценке дорожных условий;
- максимальном использовании экономических режимов работы двигателя;
- в использовании движения накатом;

- в своевременном переключении передач;
- в предпочтении езды на высшей передаче.

В зависимости от техники вождения расход топлива может изменяться до 20—25 %. Частое торможение увеличивает расход топлива, так как каждый раз приходится форсирован» двигатель для очередного разгона, поэтому предпочтителен режим установившегося движения. Также необходимо поддерживать нормальный тепловой режим двигателя, так как и перегрев, и переохлаждение двигателя приводят к перерасходу топлива.

Высокие скорости движения, безусловно, вызывают повышенный расход топлива, так **как** при этом приходится преодолевать сопротивление воздуха, **а оно** возрастает пропорционально скорости движения. Уже при **скорости** движения грузового автомобиля 70 км/ч на преодоление сопротивления воздуха затрачивается сила тяги на ведущих колесах в десять раз больше, чем при скорости 30 км/ч, а чтобы увеличить силу тяги, надо дополнительно получить тепловую энергию и потратить дополнительное топливо.

Пустой багажник на крыше легкового автомобиля увеличивает расход топлива на 3—4 %. Еще больше расход увеличивает при езде с открытыми окнами.

Экономия топлива при транспортировке и хранении

Топливо легко испаряется и обладает большой текучестью. Летом, например, через открытую пробку бочки за час может испариться до 1 кг бензина, а через открытую горловину резервуара за сутки может быть потеряно более 100 кг топлива.

Бензин может проникать через самые незначительные неплотности швов, через которые вода и керосин не проходят, образуя 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 ГСМ в виде капель со скоростью одна капля в секунду за сутки составит 4,5 л. При испарении теряются наиболее ценные фракции нефти.

При хранении и перевозке ТСМ тара должна быть чистой. Не допускается применять емкости, ранее использованные для хранения низшего сорта нефтепродуктов без промывки.

При наполнении цистерны или резервуара сливной шланг должен быть опущен ниже поверхности уровня топлива для уменьшения контакта топлива с воздухом и испарения. При хранении бензина в бочках не следует их заполнять под пробку,

иначе бензин при повышении температуры будет просачиваться по резьбе.

Бензин хранится при соблюдении всех правил до 5 лет, дизельное топливо — до **6**, масла всех **видов** — до 5 лет, пластичные смазки — от 1,5 до 3 лет.

Потери топлива в резервуарах, заполненных наполовину, в **5—6** раз больше, **чем** в полных, **при этом** и 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 заливке 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 **ТСМ ведер, леек, ручных** солидолонагревателей увеличивает потери в **12—20 раз**.

Потери нефтепродуктов нормированны.

4.2.2. Экономия моторных масел

На расход масла в большинстве **случаев влияют** те же причины, что и на расход топлива. Не **случайно нормы** расхода моторного масла поставлены в **прямую зависимость** с нормами расхода топлива. Однако здесь есть **и свои особенности**. Низкая вязкость моторного масла приведет к **увеличению** его расхода, так как оно в большом количестве **будет попадать** в камеру сгорания и вытекать через неплотности **картера**.

На расход масла большое **влияние** оказывает и износ поршневых колец, поршней **и цилиндров** двигателя, причем расход по этой причине может **возрасти вдвое**. Увеличивается расход масла и при неисправной **системе вентиляции** картера, при перегреве и переохлаждении **двигателя**. Особенно большой расход масла возникает при неисправных уплотнениях двигателя.

Контрольные вопросы

1. Какие факторы влияют на расход ТСМ?
2. Как влияет на расход ТСМ организация транспортного потока?
3. Как влияет на расход ТСМ техническое состояние автомобиля и качество регулировки?
4. Как влияет на расход ТСМ мастерство водителя?
5. Что влияет на расход моторных масел?

4.3. Качество топлива и смазочных материалов

4.3.1. Влияние качества топлив и масел на их расход

Качество топлива и масла оказывает взаимное влияние на и> расход. Так, при тяжелом фракционном составе топлива онс проникает в больших количествах в картер и преждевременно приводит в негодность масло.

Применение же несоответствующих трансмиссионных и моторных масел вызывает увеличение расхода не только самих масел, но и топлива.

Установлено, что использование ТСМ необходимого качества позволяет увеличить моторесурс агрегатов автомобиля на 10—15 % и снизить затраты на техническое обслуживание автомобиля на 15—20 %. Влияние отдельных показателей качества топлив на их расход показан в табл. 4.2 и 4.3, а в табл. 4.4 показано влияние качества моторного масла на расход топлива.

Таблица 4.2. Влияние качества бензина на си> расход

Изменение показателя качества	Влияние на рабоу двигателя	Возможное повышение расхода бензина, %
Уменьшение октанового числа	Снижение мощности и экономичности работы двигателя, повышение износа деталей двигателя	5–10
Утяжеление фракционного состава	Затруднение пуска двигателя, замедление его прогрева, повышении износа цилиндров двигателя	5–8
Облегчение фракционного состава	Образование паровых пробок	2–3
Увеличение содержания фактических смол	Образование нагара и других шложений на деталях двигателя, ухудшении процесса смолообразования, пошря мощности	4–10
Увеличение содержания серы	Коррозионное воздействие, нагарообразование и повышение износа деталей двигателя	До 10

Таблица 4.3. Влияние качества дизельного топлива на его расход

Изменение показателя качества	Влияние на работу двигателя	Возможное повышение расхода топлива, %
Уменьшение цетанового числа	Затруднение пуска, повышение жесткости работы двигателя	5–10

Продолжение таблицы 4.3

Изменение показателя качества	Влияние на работу двигателя	Возможное повышение расхода топлива, %
Утяжеление фракционного состава	Затруднение пуска, повышение ИЗНОС топливной аппаратуры, ухудшение процесса сгорания, ухудшение экономичности работы двигателя, повышение дымности отработавших газов	2–5
Увеличение содержания серы	Коррозионное воздействие на детали двигателя, нагарообразование, повышение износа топливной аппаратуры и цилиндров двигателя	10–15
Увеличение вязкости	Ухудшение распыления топлива и испаряемости. Смесобразование, увеличение дымности отработавших газов	
Повышение температуры помутнения и застывания	Ухудшение прокачиваемости и фильтруемости топлива, замедление прогрева двигателя	10–15
Увеличение содержания фактических смол	Закоксовывание форсунок, повышение нагарообразования и износа топливной аппаратуры	5–10

Таблица 4.4. Влияние масла улучшенного качества на расход топлива

Масла	Снижение расхода топлива, %	
	зимой	летом
Загущенные на минеральной основе	4	2
Синтетические моторные	12	2–4
С модификаторами трения	0–1,2	2–4

Пластичные смазки, имеющие недостаточные пределы прочности, вязкость и низкую температуру каплепадения, расходуются в больших количествах, так как они легко плавятся и вытекают из узлов трения. Масла или смазки, не обладающие необходимыми свойствами, быстрее становятся непригодными для дальнейшей эксплуатации, и их чаще приходится заменять свежими.

4.3.2. Организация контроля качества ТСМ

При поступлении бензина можно определить его качество по данным сопровождающего топливо паспорта, который выдается снабжающей организацией. В паспорте указываются значения физико-химических показателей бензина, которые можно сравнить с требованиями ГОСТов.

Чтобы убедиться в данных паспорта или определить качество бензина, не имеющего паспорт, необходим сложный лабораторный анализ. В этом случае надо правильно отобрать пробу бензина в соответствии с ГОСТ 2517—85 (2 л бензина или меньше, если анализ проводится не по всем показателям).

Проба бензина, хранящегося в горизонтальном цилиндрическом резервуаре диаметром более 250 см, должна состоять из проб, отобранных с трех уровней: верхнего — 200 мм ниже поверхности бензина; среднего — с середины высоты столба бензина; нижнего — на 250 мм выше нижней внутренней образующей резервуара. Количество отобранного бензина с этих уровней должно быть в соотношении 1:6:1.

Качество **дизельного** топлива контролируется аналогично бензину. При этом в зимнее время года особое внимание следует обращать на вязкостно-температурные показатели. Дизельное топливо обладает хорошей химической и физической стабильностью, поэтому храниться оно может дольше, чем бензин, но попадание в дизельное топливо воды и механических примесей более опасно. Присутствие воды можно обнаружить по его помутнению вследствие выделения кристаллов льда, которое наблюдается при его охлаждении до температуры ниже -5°C .

Установить марку дизельного топлива по внешнему виду практически невозможно, поэтому на таре должны быть бирки или надписи.

Качество свежего масла также контролируется, прежде всего, по данным паспорта. Особое внимание следует обращать на состояние тары, так как негерметичная тара может стать причиной попадания в масло воды или абразива.

Тара для масла должна иметь этикетку или ярлык, так как установить качество масла по цвету, запаху, густоте и другим внешним признакам практически невозможно.

В настоящее время не существует методов определения качества масла, находящегося в эксплуатации. Поэтому критерием для замены масла является срок его службы, предел которого устанавливается проведением научно-исследовательских работ с учетом опыта эксплуатации.

Чтобы определить качество пластичных смазок, следует использовать такие признаки, как цвет, влагостойкость, растворимость в воде и жировое пятно.

Для графитной смазки признаком является цвет (от темно-коричневого до черного). Цвет смазки ПВК от темно-коричневого до светло-коричневого, и должна быть прозрачность в

гонком слое. Качество остальных смазок по цвету определить нельзя.

При растирании смазок пальцами с небольшим количеством воды солидолы и смазка ПВК (влажностью смазки) не мылятся и не смываются.

Жировое пятно на фильтровальной бумаге от комочка смазки может указать вид смазки, для ЭТОЮ бумагу подогревают до полного растворения смазки. **Смазка Г1.НК** полностью расплавляется, оставляя равномерное **желтое** ПМТНО. Графитная смазка образует темное пятно с четко **видимыми** включениями графита. Солидолы оставляют пятно с мягким остатком в центре того же цвета, что и пятно. Смазка ЯНЗ-2 **образует** пятно меньшего диаметра и частично остается на **бумаге** в нерасплавленном виде.

Пластичная смазка должна **представлять** собой однородную массу без наличия комков, **посторонних** включений, примесей или выделяющегося масла.

Для проверки наличия **абразивных примесей** смазку растирают между двумя стеклами или **расплавляют** на фильтровальной бумаге.

4.3.3. Повторное использование отработавших масел

Повторное использование **или ре генерация** отработавших масел заключается в удалении **из них механических** примесей, топливных фракций, воды, **органических кислот**, нейтральных и кислых смол, асфальтенов и **других** образовавшихся в них продуктов, а также в добавлении **присадок**. Считается, что регенерированное масло не уступает **свежему маслу** более низкой себестоимости.

На **АТП** отработавшие **масла делятся на** две группы: первая — масла моторные отработавшие (ММО); вторая смеси отработавших нефтепродуктов (СОН).

Отработавшие масла **первой группы** представляют собой ценный исходный продукт, **к которому** предъявляются определенные требования **по вязкости, массовой доли топлива, содержанию воды и механических примесей**. Поэтому они сдаются по цене в несколько раз **превышающей цену** масел второй группы.

Контрольные вопросы

1. Как влияет качество ТСМ на расход?
2. Как можно проконтролировать качество бензина?
3. Как можно проконтролировать качество масла?
4. Как можно проконтролировать качество пластичных смазок?

5. Конструкционные и ремонтные материалы

5.1. Лакокрасочные и защитные материалы

5.1.1. Назначение и требования к ЛКМ

Лакокрасочные материалы (ЛКМ) предназначены для выполнения защитной и **декоративной** функций. При нанесении на поверхность они образуют **пленку**, которая защищает металл от коррозии.

В зависимости от назначения ЛКМ и покрытий к ним предъявляются следующие требования:

- должны прочно удерживаться на окрашиваемой поверхности;
- обладать необходимыми механической прочностью, твердостью и эластичностью;
- обладать стойкостью к воде, нефтепродуктам, отработавшим газам и солнечным лучам;
- быть водо- и газонепроницаемыми;
- сохранять свои качества при любых температурах 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.

Из ЛКМ на автотранспорте широко используются *грунтовки (грунты), шпатлевки и эмали*.

Грунтовки предназначены для обеспечения прочной связи между лакокрасочным покрытием и окрашиваемой поверхностью, а также для ее надежной антикоррозионной защиты, представляют собой суспензию пигментов (преимущественно противокоррозионных) с наполнителями в пленкообразователе и создают после высыхания однородную пленку с хорошей прилипаемостью к подложке и покрывным слоям.

Шпатлевка применяется для выравнивания окрашиваемой поверхности и представляет собой густую вязкую массу, состоящую из смеси пигментов с наполнителями в пленкообразователе.

Эмали служат для получения **наружного** слоя лакокрасочного покрытия, который придает ему **необходимый** цвет, блеск, гладкость, устойчивость к воздействиям окружающей среды, механическую прочность и химическую **стойкость**, представляют собой суспензии пигментов с наполнителем и лике и образуют после высыхания непрозрачную твердую **пленку**,

Лак — это раствор пленкообразующих нанести в органических растворителях или в воде, **образующий** после высыхания твердую прозрачную однородную **пленку**,

Краска — это суспензия пигмента с наполнителями в олифах, масле, эмульсиях, латексе, образующая после высыхания непрозрачную однородную пленку.

5.1.2. Состав ЛКМ

ЛКМ содержат следующие **основные** компоненты: пленкообразователи, растворители, **разбавители**, пигменты, пластификаторы, сиккативы, наполнители.

Пленкообразователи — это вещества, которые при нанесении тонким слоем на поверхность **высыхают** под действием воздуха, света, тепла и образуют на **ней сплошную** пленку. От них зависят прочность соединения **покрытий с** поверхностью, антикоррозионность, **стойкость к воздействию** окружающей среды. К ним относятся смолы, **нитроцеллюлозы**, растительные масла. Для усиления тех или иных **свойств** пленкообразователей их 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 %). Плохо высыхающие масла (подсолнечное, хлопковое) для получения

оксидированной олифы (оксоль и др.) подвергают нагреву до 150 °С окислением кислородом воздуха в присутствии сиккативов и добавляют растворитель (до 50 %). Синтетические олифы готовят из смол, продуктов переработки нефти и пр.

Пленки, которые после высыхания могут под действием растворителя 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 и представляют собой летучие жидкие органические соединения, которые должны испариться без остатка после нанесения ЛКМ на поверхность.

Разбавители служат для **разбавления** готовых ЛКМ и сами растворять пленкообразователи **не** могут, дешевле растворителей. Избыток разбавителя **может** вызвать свертывание пленкообразователя и выпадение его в **осадок**.

Пигменты — это сухие краски, придающие ЛКМ цвет и непрозрачность, 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, глины. Размер частиц пигментов 0,5—2 мкм. К распространенным пигментам относятся:

- белые — цинковые, свинцовые, титановые белила;
- желтые — охра, крон свинцовый и цинковый;
- синие — ультрамарин, лазурь;
- зеленые — окись хрома, медянка, зеленый крон;
- красные — мумия, сурик железный, свинцовый сурик, киноварь;
- черные — сажа.

Основные цвета: синий, красный, желтый, белый и черный. Остальные получают путем смешивания.

Пластификаторы или мягчители добавляются к ЛКМ для придания эластичности, гибкости, долговечности, повышают прилипаемость, свето-, тепло- и морозостойкость.

К пластификаторам относятся льняное, касторовое масла, эфиры кислот, камфора, термопластичные смолы.

Сиккативы — вещества, ускоряющие процесс образования пленки, представляют собой окислы свинца, марганца, кобальта или соли органических кислот этих металлов.

Чрезмерное количество сиккатива вызывает не сокращение, а увеличение времени высыхания.

Наполнители применяют в качестве примеси к слишком насыщенным 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.

5.1.3. Способы нанесения ЛКМ

Способы нанесения **ЛКМ** зависят от природы пленкообразующего, на основе которого они **изготовлены**, от растворителя, входящего в его состав, а также **от объема** окрасочных работ.

На заводах первый слой **грунтовки** (водоразбавляемой) наносят на кузова легковых автомобилей **методом электроосаждения**. Второй слой наносят методом электростатического, либо **пневматического распыления** с помощью **установок**, работающих в автоматическом режиме. Эмаль также **наносит** методом автоматического пневмораспыления. **И только труднодоступные** места красят **пневмораспылением вручную**. **Мелкие** детали окрашивают окунанием.

При проведении ремонтных **работ** используют обычно два метода: пневмораспыление — **для окраски** поверхностей, к которым предъявляются высокие **требования**, и **кистепук** окраску — для всех остальных поверхностей.

Самый распространенный **способ** — пневмораспыление. Он заключается в дроблении **ЛКМ струей сжатого** воздуха до частиц размером 10—60 мкм. Частицы **аэрозоли** переносятся струей сжатого воздуха к поверхности **детали**, прилипают к ней и растекаются.

Краскораспылитель **перемешают** параллельно поверхности на расстоянии 30 см от нее **со скоростью** 30–40 см/с. Угол колебания пистолета не должен **превышать** 5—10°. Первый слой наносят горизонтальными полосами, **второй** вертикальными. Перекрывание полос должно быть **40—60 мм**. Уменьшать число слоев за счет увеличения их толщины недопустимо.

Дефекты поверхности, которые не удается устранить рихтованием выравнивают шпатлеванием.

Шпатлевки наносятся на просушенный грунт пластмассовым или металлическим шпателем (для ровных поверхностей) или куском листовой резины толщиной 5—6 мм (для криволинейных поверхностей). Ширина шпателя — 30—150 мм. Не рекомендуется наносить более трех слоев шпатлевки. Общая толщина шпаклевочного слоя не должна превышать для эпоксид-

ных и полиэфирных шпатлевок 2 мм, а для остальных шпатлевок — 0,3 мм.

5.1.4. Классификация лакокрасочных покрытий

Лакокрасочные покрытия **по** внешнему пилу подразделяются на четыре класса (табл. 5.1), **а по** условиям эксплуатации на восемь групп.

Таблица 5. / Классификация покрытий по инснсмс виду

Класс	Поверхность	Допустимые дефекты	Поверхности	Состав
I	Ровная гладкая однотонная	Невидимые невооруженным глазом	Наружные кузовов, 01Ш м*ния капотов легковых авиомобилей выспим о класса	Грунт, общая и местная шпатлевка, три-шесть слоев краски
II	Ровная гладкая однотонная или с характерным рисунком	Отдельные видимые невооруженным глазом соринки, риски, следы зачистки рисок, штрихи	Наружные кузовов, оморенин капотов легковых лшомобилей, авюОутн, санитарных аигомоОилей	Грунт, общая (не всегда) и местная шпатлевка, два-четыре слоя краски
III	Гладкая однотонная или с характерным рисунком	Отдельные видимые невооруженным глазом соринки, риски, следы зачистки, неровности, связанные с состоянием поверхности окрашивания	Наружные кабин, опершим 1 рузовых автотомобилей и автотомобилей-фур! онов, внутренних поверхностей легкоиных автотомобилей и автотомобусом	Грунт, местная шпатлевка, один-три слоя краски
IV	Однотонная или с характерным рисунком	Неровности, связанные с состоянием поверхности окрашивания и другие дефекты, видимые невооруженным глазом, не влияющие на защитные свойства покрытия	Двигамши фансмиссии, рамы, шасси, диски колем.; кузова грузовых автотомобилей и автотомоОилей фургонов	Грунт (не всегда), один-два слоя краски, иногда местная шпатлевка
... - .				

По условиям эксплуатации покрытия подразделяются на следующие группы: стойкие, стойкие к воздействию окружающей среды, химически стойкие, водостойкие, термостойкие, маслостойкие, бензостойкие, электроизоляционные.

5.1.5. Основные показатели качества J1KM и их покрытий

Прочность при ударе (в Дж) определяется высотой падения груза массой в 1 кг, при которой боек прибора (рис. 5.1) не вызывает механического разрушения покрытия.

Прочность при изгибе характеризуется минимальным диаметром стержня (20, 15, 10, 3 и 1 мм), изгибание на котором окрашенной пластинки из черной жести не вызывает механического разрушения покрытия.

Прочность при растяжении измеряется в мм глубины прогиба металлической пластинки в момент разрушения нанесенной на нее пленки покрытия.

Адгезия — прочность прилипания пленки к поверхности, определяется 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.

Твердость измеряется числом, полученным делением времени качания маятника маятникового прибора с шариковыми опорами, установленными на стеклянной пластинке с нанесенным испытываемым ЛКМ. на время его качания, когда шариковые опоры установлены на стекле (рис. 5,2). Чем тверже ЛКМ, тем число больше.

Укрывистость измеряется количеством ЛКМ (в г/м²), необходимым 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 зависят расход ЛКМ и число слоев краски.

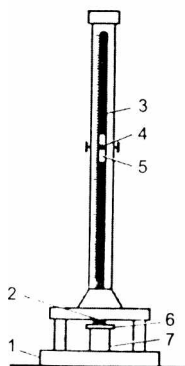


Рис. 5.1. Прибор У-1 для определения прочности ЛКМ: 1 — станина; 2 — боек; 3 — направляющая труба со шкалой; 4 — пусковая кнопка; 5 — груз; 6 — испытуемая пластинка; 7 — наковальня

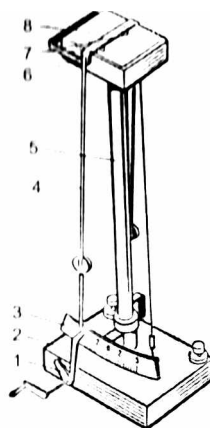


Рис. 5.2. Прибор М-3 для определения твердости ЛКМ: 1 — пусковое приспособление; 2 — основание; 3 — шкала маятника; 4 — маятник; 5 — шариковые опоры; 6 — ударник; 7 — испытуемая пластинка

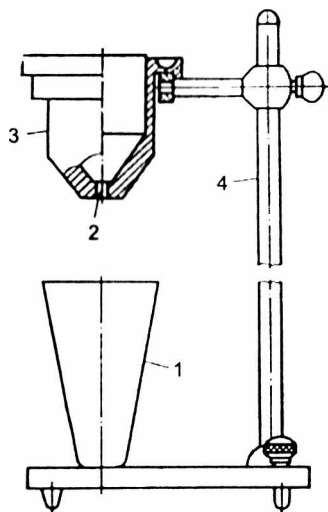


Рис. 5.3. Вискозиметр ВЗ-4: 1 — стакан; 2 — сопло; 3 — емкость вместимостью 100 мл; 4 — штатив

Вязкость измеряется необходимым временем для вытекания 100 мл ЛКМ из вискозиметра ВЗ-4 (рис. 5.3) через отверстие диаметром 4 мм при температуре 18—20 °С, нормальное значение которого должно быть от 15 до 45 с. При повышенной вязкости увеличивается толщина пленки одного слоя и снижается ее прочность, при пониженной — толщина слоя уменьшается и увеличивается расход растворителя.

Стойкость к перепадам температур определяется числом циклов попеременного нагрева до 60 °С с выдержкой 30 мин и охлаждения до —40 °С в течение часа окрашенной стальной пластины, при котором не наблюдается появление трещин лакокрасочного покрытия (ЛКП).

Водостойкость и стойкость к минеральным маслам и бензину определяется погружением окрашенных металлических пластин в соответствующую жидкость при температуре 20 ± 2 °С, время определяется ГОСТом. После испытания ЛКП должно быть без изменений.

Потеря блеска при влажном облучении определяется облучением кварцевой лампой в течение определенного времени пластинки с ЛКП, которая погружена в дистиллированную, подогретую до 50 °С воду.

Время высыхания характеризует продолжительность высыхания ЛКП до заданной степени при определенной температуре. Установлено семь степеней высыхания. Чем выше степень высыхания, тем качественней произведена сушка.

5.1.6. Маркировка ЛКМ

Маркировка ЛКМ имеет пять групп буквенно-цифровых знаков.

Первая группа — наименование ЛКМ («эмаль», «грунтовка», «шпатлевка»).

Вторая группа — обозначается двумя буквами и указывает тип пленкообразователя по химическому составу:

нц — нитроцеллюлозный, МЛ — мсламинный, ПФ — пентафталсвый, БТ — битумный, ФЛ — фенольный, АК — полиакриловый, ВЛ — поливинилацетатный, ГФ — глифталсвый, ЭП — эпоксидный, ПЭ — полиэфирный, КО — кремний органический и т. д.

Для специфических ЛКМ между мерной и второй группами знаков через дефис ставят индексы: И — водоразбавляемые, П — порошковые, Э — эмульсионные, 1> без активного растворителя.

Третья группа — отделяется от второй дефисом и определяет основное назначение ЛКМ, обозначается цифрами от 1 до 9 — в обозначении эмалей, 0 — в обозначении грунтовок и 00 — в обозначении 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 — определяет порядковый номер, присвоенный данному ЛКМ и обозначается ОДНОЙ, двумя или тремя цифрами, номер характеризует оленок цвета эмали.

Иногда добавляют буквенные индексы для обозначения специфической особенности ЛКМ. Например, индекс ГС обозначает, что эмаль горячей сушки, ХС — холодной сушки, ПГ — пониженной горючести.

Пятая группа — обозначает цвет и пишется полным словом.

Пример. *Эмаль В- ПЭ-1179 красная:*

- Эмаль — вид ЛКМ,
- ПЭ — полиэфирная ненасыщенная,
- I — атмосферостойкая,
- 179 — порядковый номер,
- красная — цвет.

Качество ЛКМ улучшится и увеличится долговечность, если перед грунтовкой поверхность обработать растворами солей фосфорной кислоты, так как в результате фосфатирования на поверхности металла образуется фосфатная пленка серого цвета толщиной 2—5 мкм, которая защищает металл от коррозии и улучшает сцепление ЛКМ с металлами.

5.1.7. Вспомогательные ЛКМ

Перед нанесением ЛКМ проводя! очистку поверхности от загрязнений и старой эмали.

Загрязнения удаляются щелочными моющими препаратами, уай т-спиритом, скипидаром, **бензином**, ацетоном и другими органическими растворителями. Ржавчина небольшой толщины удаляется с помощью грунта-преобразователя или соответствующих паст на основе ортофосфорной кислоты.

Удаление старой эмали облегчается обработкой ее специальными смывками.

При подкраске отдельных мест для плавного перехода от окрашиваемой поверхности к неокрашиваемой этот участок обрабатывается водостойкой шлифовальной шкуркой с водой, которая также используется для обработки слоя шпатлевки, если та применялась.

5.1.8. 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 ЛКМ. Их основной недостаток состоит в том, что они смываются после нескольких моек автомобиля.

Пластичные консервационные смазки и масла применяются 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 применяются 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, трещин, в рыхлую ржавчину.

Наряду с отечественными антикорами для защиты днищ широкое распространение получили голландские антикоры: Тектил 232, Гектил-бронза 230 фирмы «Вальволин», а также швейцарский Хардвакс фирмы «Ваксойл».

Антикоррозионные средства наносятся через специальные распылители, предварительно разбавленные (бензином, керосином) или подогретые до разжижения В отдельных случаях их наносят кистью.

Для защиты внутренних поверхности иномобиля (скрытых полостей) применяются антикоррозионные препараты Мовиль, Финикор, Тектил 320ЦР, Тектил 6681U* и Др.

Принципиальное отличие антикоров для днищ от антикоров для скрытых полостей заключается в ГОМ, что первые не должны стекать при комнатной температуре, и вторые наоборот — должны затечь во все впадины и щели, пока не испарится растворитель. И те, и другие должны обладать теплостойкостью и морозостойкостью, не взаимодействовать с ЛКП,

Контрольные вопросы

1. Какие виды ЛКМ используются на МТОТр«НСПОрт*Г
2. Назовите способы нанесения ЛКМ.
3. Расскажите о классификации ЛКП.
4. Перечислите показатели качества ЛКМ и ЛКП.
5. Как маркируются ЛКМ?
6. Назовите известные Вам вспомогательные ЛКМ.
7. Назовите известные Вам защитные малярные.

5.2. Резиновые материалы

5.2.1. Состав

Число деталей на автомобиле, к которым и Той или иной степени присутствует резина, превышает 500, а их масса составляет более 5 % общей массы легкового **автомобиля** и более 10 % грузового.

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 и 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 % (по массе). Шинные заводы используют более 60 % производимого в России каучука. Каучук бывает натуральным и синтетическим.

Натуральный каучук добывают, главным образом, 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 коптят для устойчивости против окисления и действия микроорганизмов.

Натуральный каучук — это полимер неопределенного 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 г. впервые в мире в СССР был получен синтетический каучук (в Германии — в 1938 г., и США — в 1942 г.). Сегодня химическая промышленность производит десятки разновидностей синтетического **каучука**, используя для этого самое экономичное сырье — попутные **нефтяные** газы и газы крекинга, **что** позволяет получать **каучуки** невысокой стоимости. Различные синтетические каучуки **имеют** определенные свойства. Одни обладают высокой **механической** прочностью, высокой морозостойкостью, другие **высокой** клейкостью, третьи повышенной маслостойкостью и **термостойкостью**.

5.2.2. Вулканизация резины

Ни натуральный, ни синтетический каучук изначально не обладает качествами, которые присущи резине. При понижении температуры каучук становится хрупким, при повышении — теряет эластичность. Поэтому каучук смешивается с другими ингредиентами и подвергается вулканизации, в результате которой приобретаются эластичность и другие ценные качества.

Основным вулканизирующим **агентом** для шинных резин служит сера.

Вулканизация заключается в нагретии резиновой смеси до определенной температуры и выдержке в течение времени, достаточном для того, чтобы атомы серы соединили в некоторых местах двойные связи молекулы каучука, образуя 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 устанавливаются оптимальные температура и время вулканизации. Для шинных резин температура вулканизации 130—140 °C.

Другими ингредиентами резиновой смеси являются:

- ускорители вулканизации, повышающие сопротивление старению;

- активаторы ускоряют и повышают 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, увеличивает объем резиновой смеси и удешевляет материал без ухудшения его свой ств;
- противостаригели — 1—2 % массы каучука;
- пластификаторы способствуют лучшему смешиванию составных частей резины и изменяют некоторые ее качества;
- регенерат — специально обработанная резина из утильных покрышек камер, используется при мастичной замене каучука;
- красители.

5.2.3. Физико-механические свойства резины

К основным свой ствам резины относятся: прочность, эластичность, износостой кость, твердость.

Показателем прочности является предел прочности при растяжении (сжатии).

Мягкая резина из натурального каучука имеет предел прочности при растяжении 18—25 МПа. Для особых сортов мягко? резины этот показатель 30—35 МПа. Прочность резины из синтетического каучука меньше — от 15 до 25 МПа.

Эластичность — способность резины к многократным механическим обратимым деформациям, оценивается величинамг относительного и остаточного удлинения при разрыве и относительного сжатия при предельной нагрузке, является процентных-соотношением этих величин к начальной длине образца.

Для мягкой резины из натурального каучука относительно* удлинение при разрыве составляет 500—800 %, а для некоторые даже 1000 %. У резины из синтетического каучука эластичность] меньше — 450—550 %.

Относительное сжатие различных сортов резины составляем 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 покрышкг растягиваются, а беговая дорожка сжимается.

Износостой кость резины определяется энергией , затраченной на истирание 1 мм' резины. Замер износостой кости производяг на специальной установке, где образец резины прижимается (определенным усилием к вращающемуся диску с корундовой бу магой .

Твердость резины определяют с помощью игольчатого твер домера по величине погружения в нее притупленной иглы по;

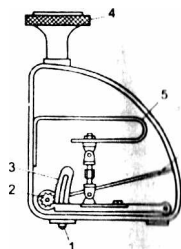


Рис. 5.4. Твердомер Шора: 1 — игла; 2 — зубчатые колеса; 3 — зубчатый сектор; 4 — головка; 5 — пружина; 6 — стрелка прибора

действием пружины прибора (рис. 5.4). По твердости резины делятся на мягкие, жесткие и твердые.

5.2.4. Армирование резиновых изделий

Армированием называется **усиление** материала или конструкции другим материалом. В автомобилестроении при использовании резины часто возникает **необходимость** сочетания ее с другими материалами для **получения необходимых** свойств. Наиболее часто встречается сочетание **резины с тканью**. Некоторые резиновые изделия (например, **борт покрышки**) армируются металлом.

Ткани, используемые в производстве автомобильных резиновых изделий, изготавливают из хлопчатобумажных, вискозных и капроновых нитей. Для изготовления деталей автомобильных шин применяют специальные ткани: корд, чефер, домстик и бязь.

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 и 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, которое способствует разнашиванию каркаса 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. Срок службы шин с металлокордом при эксплуатации по дорогам с усовершенствованным покрытием примерно в два раза дольше, чем обычных. Недостатком металлокорда является невысокая усталостная прочность и большая стоимость.

Чефер, domestik и бязь являются тканями полотняного переплетения. Чефср изготавливают из особо прочных нитей и используют в деталях покрышек, не подвергающихся многократной деформации, например для изготовления крыльев и усилительных ленточек бортов покрышек. Прорезиненные domestik и бязь используют для обертки прополочных колец бортов.

5.2.5. Резиновые клеи

Резиновый клей используется для промазывания поврежденных мест покрышек, камер и ремонтных материалов. Резиновый клей получают растворением клеевой саженаполненной резиновой смеси в бензине-растворителе.

Резиновые клеи бывают вулканизирующиеся и невулканизирующиеся. В дорожных условиях при наложении заплат из вулканизированной резины используют невулканизирующийся клей. Клей высыхает в результате испарения растворителя, и заплатка удерживается на камере силами адгезии. Для ремонта с вулканизацией этот клей непригоден, так как в нем нет серы и других ингредиентов.

Вулканизирующийся клей является раствором сырой клеевой резины, содержащей серу, ускоритель вулканизации и сажу.

Вулканизирующийся клей применяется 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 невулканизированного каучука.

5.2.6. 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, должны вывешиваться для полной разгрузки шин.

При понижении температуры эластичность резины уменьшается. Если температура ниже минус 10 — минус 15 °С, то резина становится сначала полужесткой, а потом жесткой; при температуре минус 40 — минус 45 °С шины делаются твердыми, хрупкими и малоспособными к обратимым деформациям. Лишь специальные морозостойкие сорта резины могут сохранять некоторую эластичность даже при минус 50 — минус 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 растяжению 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, снижаются 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, теряется ее эластичность.

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 ее предел прочности, увеличивается истираемость, изделие приходит к негодности.

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, чем на 1 м**. Особенно чувствительны к окислению материалы из сырой **резины**, так как повышенная **температура** способствует их самовулканизации.

5.2.7. Автомобильные шины

Камерные диагональные шины

Камерная шина (рис. 5.5) монтируется на плоский или глубокий обод и состоит из покрышки, камеры и ободной ленты в случае глубокого обода. Основными частями покрышки являются каркас, брекер, протектор, боковины и борта (рис. 5.6).

Камеры различаются **размерами**, конструкцией вентилях и их креплением, изготавливаются из мягкой резины, толщина стенки — 1,5—3 мм. Размеры **камер несколько** меньше внутренней полости покрышки. Это делается для того, чтобы в накаченном состоянии камера не имела **складок**.

Вентиль камеры представляет собой привулканизированный к стенке камеры обратный клапан, закрывающий выход воздуха из камеры. На отечественных камерах устанавливаются металлические и резинометаллические вентили с пружинными клапанами (рис. 5.7). Характер изгиба корпуса вентиля и его длина зависят от типа и размера обода колеса, а также от того, сдвоенное оно или одинарное.

Вентиль состоит из корпуса, золотника и колпачка-ключа, а у бескамерной шины, кроме того, имеются детали крепления вентиля к ободу.

Ободная лента размещается между камерой и ободом колеса и служит для защиты камеры от перетирания ободом колеса и защемления ее бортами покрышки.

Каркас служит основой покрышки и придает ей необходимую прочность, состоит из наложенных друг на друга и соединенных между собой нескольких слоев прорезиненного корда.

По расположению нитей корда в каркасе и брекере шины подразделяются на диагональные и радиальные.

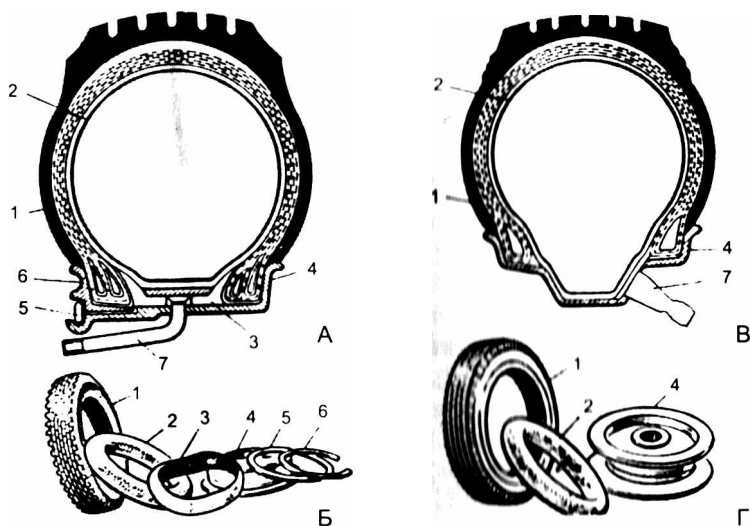


Рис. 5.5. Камерные шины: 1 — покрышка; 2 — камера, 3 — ободная лента; 4 — диск колеса; 5 — бортовое кольцо; 6 — замочное колит, 7 — пешиль; А, Б с плоским ободом; В, Г — с ГЛУБОКИМ ободом

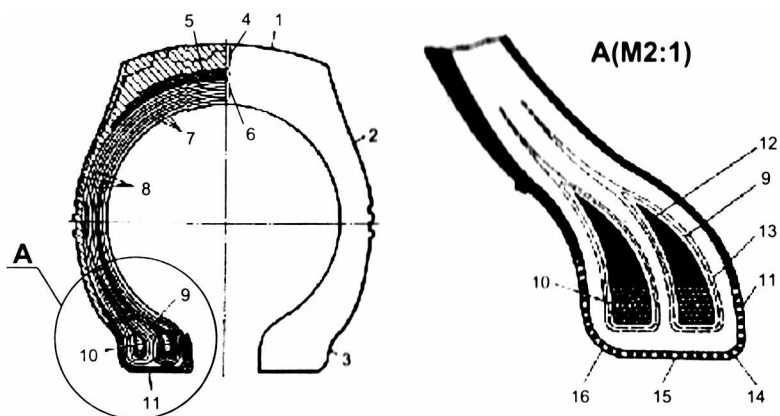


Рис. 5.6. Покрышка шины грузового автомобиля: 1 — беговая дорожка протектора; 2 — боковина; 3 — борт; 4 — **процессинг**; 5 — **брокер**; 6 — каркас; 7 — слой корда; 8 — резиновые прослойки; 9 — крыльевая лента; 10 — бортовое кольцо; 11 — бортовая лента; 12 — наполнительный шнур; 13 — оберточная лента; 14 — носок борта; 15 — основание борта; 16 — пятка борта

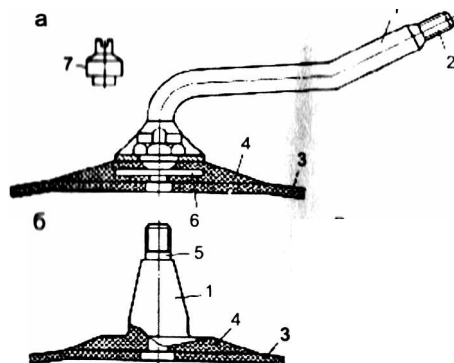


Рис. 5.7. Вентили: 1 — корпус; 2 — резьба под колпачок-ключ; 3 — стенка камеры; 4 — резиновая пятка; 5 — металлический корпус; 6 — металлическая пятка; 7 — колпачок-ключ; 8 — шпилька; 9 — резиновая манжета; 10 — чашечка с резиновым кольцом; II — пружина; а — металлический вентиль с обрезиненной пяткой; б — резинометаллический вентиль; в — вентиль бескамерных шин; г — золотник; д — чертеж югленка

В каркасе диагональных шин **НИТИ** соседних слоев корда перекрещиваются между собой **под углом** $95-115^\circ$, а угол наклона нитей корда к радиальной линии профиля покрывки по короне составляет $50-55^\circ$. В каркасе этих шин всегда четное число слоев корда. Общее число слоев **корда** зависит от нагрузки, давления воздуха в шине и материала **корда**.

У многослойных покрывок между некоторыми, главным образом последними, слоями корда имеются резиновые прослойки, которые обеспечивают упругую связь между слоями корда, допуская их относительное смещение при резкой деформации.

В диагональной шине в зоне контакта с дорогой происходит изменение угла наклона нитей корда, что вызывает сдвиг слоев, неравномерное распределение напряжений, повышенные деформации и нагрев. Все это снижает срок службы шины.

В конструкции каркасов шин всех видов является характерным уменьшение отношения высоты к ширине профиля. У шин с обычным профилем значение данного отношения больше 0,89, у низкопрофильных — 0,7—0,88, у сверхнизкопрофильных — не более 0,7.

Низкопрофильные шины благодаря небольшой высоте боковин обеспечивают лучшую устойчивость автомобиля, а из-за большой площади контакта с дорогой — лучшее сцепление. Эти шины имеют больший срок службы по сравнению с обычными.

Борта служат для крепления покрышки на ободе колеса. Борт состоит из крыла и завернутых слоен корда вокруг крыла, которое представляет собой проволочное бортовое кольцо 10 (рис. 5.6) с наполненным резиновым шнуром 12, обернутые прорезиненными тканевыми крыльевой 9 и оберточной 13 лентами, служащими для закрепления крыла в покрышке. Бортовое кольцо делает борт покрышки жестким, нерастягивающимся, а профильный шнур придаст ему монолитность и необходимую форму.

Для защиты от повреждений при **МОНТОЖС** покрышек и в процессе работы борта по наружной поверхность и покрывают одной или двумя прорезиненными бортовыми лентами 11 (рис. 5.6) из чефера.

Брекер диагональной покрышки **нродСТВЛИСТ** собой резино-тканевую или резиновую (у легковых автомобилей) прослойку толщиной 3—8 мм, проложенную **между** каркасом и протектором по всей окружности покрышки **ДЛИ** надежной, прочной и эластичной связи протектора с **каркасом**. Брекер смягчает удары, предотвращает возможные **отслоении** протектора от каркаса под действием тяговых, тормозных и боковых усилий. Брекер работает на сжатие, растяжение и **сдвиг**, его температура достигает 120 °С и более.

Протектор представляет собой голегую резиновую полосу, расположенную на боковой части покрышки с рисунком на наружной поверхности, состоящий из выступов и канавок.

Площадь выступов составляет **40 Ж** 'У. всей поверхности боковой дорожки протектора. Толщина протектора шин грузовых автомобилей 14—32 мм, а легковых 7 14 мм. Подканавочный слой составляет 20—40 % толщины протектора.

Более толстый протектор имеет увеличенный пробег и лучше защищает шину от повреждений, но утижслиет се, увеличивает сопротивление качению и нагрев.

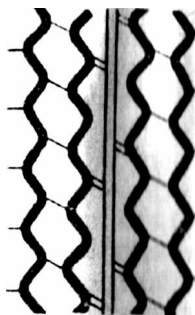
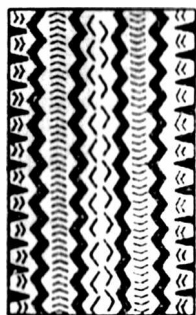
От формы рисунка протектора швисит сцепление шины с дорогой, эластичность, мягкость и бесшумность хода. Для различных дорожных условий исполуются протекторы с различным рисунком (рис. 5.8).

Боковины представляют собой элпстичный резиновый слой толщиной 1,5—3,5 мм, которым покрывают боковые стснки каркаса для предохранения их от механических повреждений, влаги и др. На боковины наносится маркировка шины.

Бескамврные шины

Бескамерные шины легкового автомобиля (рис. 5.9) не имеют камеры, а у грузового автомобиля нет камеры и ободной ленты. Герметичность шины обеспечивается воздухонепроницае-

Для дорог с твердым покрытием



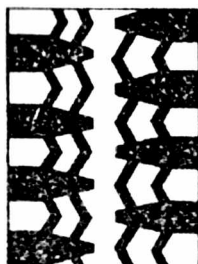
ЖИИ

ЖИИ

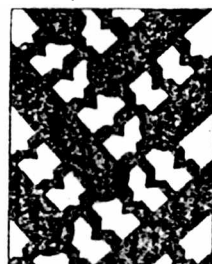
ЖИИ

Для бездорожья

Повышенной проходимости



Направленный



Универсальную

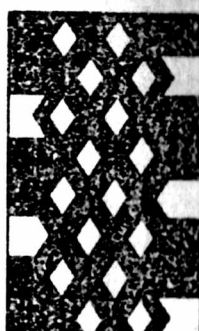


Рис. 5.8. Протекторы для различных дорожных условий

мым резиновым слоем на основе бутилкаучука толщиной 2—3 мм, привулканизированного к внутренней поверхности шин, а также плотным прилеганием бортов шины к полкам обода. Плотность прилегания достигается формой и устройством

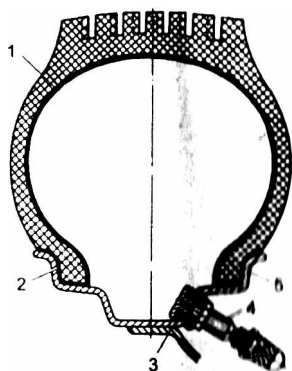


Рис. 5.9. Бескамерная шина: 1 — воздухопроницаемый резиновый слой; 2 — уплотнительный резиновый слой; 3 — ушко жгута; 4 — вентиль; 5 — обод

борта, а также более тугой посадкой ШИНЫ на обод. Борт бескамерной шины имеет снаружи резиновый **уплотнительный** слой.

Вентиль у бескамерных шин крепится непосредственно в ободе колеса. Герметичность **крепления** Обеспечивается резиновыми шайбами.

При эксплуатации **температуры** **бескамерной** **шины** ниже камерной примерно на 15 °С (лучший **относительный** **теплотеплопроводности** **открытой** **части** **обода**), что увеличивает **срок службы примерно на 10 %**.

К недостаткам бескамерных **шин** **относится** сложности при монтаже, ремонте серьезных **повреждений**, а также повышенные требования к техническому **состоянию** **обода**.

Радиальные шины

Радиальные шины — это **шины с меридиональным (радиальным)** расположением **нитей корда** (рис. 5.10). Они отличаются от диагональных шин **конструкцией** каркаса и брекера. Радиальные шины более **износостойки** и эластичны, чем диагональные. Каркас **неравномерной** структуры. При накачивании воздуха шина по **наружному** диаметру стремится увеличиться, а жесткий **брекер** **ее** сдерживает. У радиальных шин **брекер** многослойный (**2—4 слоев**), практически не растягивается, изготавливается чаще **всего** из металлического корда. Поэтому число слоев **корда в** каркасе радиальных шин меньше, чем диагональных (их число может быть нечетным).

Уменьшение слоев корда в каркасе снижает на 6—10 % массу покрышки, теплообразование и сопротивление качению.

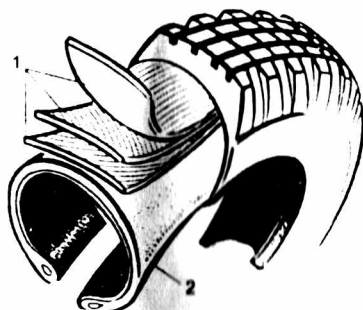


Рис. 5.10. Радиальная шина: 1 — слой брексерн; 2 — каркас с радиальным расположением НИ1СМ корда

Радиальное расположение **нитей** корда в каркасе и брекере создаст в покрывке нерастяжимую и несжимаемую систему, что резко снижает проскальзывание элементов протектора в зоне контакта его с дорогой и является основной причиной повышения износостойкости протектора.

У радиальных шин большая площадь контакта с дорогой и лучше сопротивление боковому **уводу**

Срок службы радиальных шин с текстильным бреккером на 20—30 % больше диагональных, а с металлобреккером — на 30—40 %. Радиальные шины обладают более высокими тягово-сцепными качествами, обеспечивают снижение потерь на сопротивление качению на 10—20 %, благодаря чему повышается на 3—4 % топливная экономичность и улучшаются динамические качества автомобиля.

Шины с регулируемым давлением воздуха

Шины с регулируемым давлением воздуха работают с резким кратковременным понижением давления воздуха при прохождении автомобилем мягких и топких грунтов (давление воздуха в шине 2—0,1 МПа), сыпучих песков (0,1—0,075 МПа), глубокого снега и сырых луговин (0,075—0,05 МПа). В этих случаях скорость движения снижается. Эти шины устанавливаются на автомобилях повышенной проходимости, которые имеют систему централизованной накачки шин. Шина состоит из тех же частей, что и обычная (рис. 5.11), но имеет увеличенную на 25—40 % ширину профиля и рисунок протектора повышенной проходимости. Общая площадь грунтозацепов протектора составляет 35—45 % всей опорной площади, которая при пониженном давлении в полтора-два раза превышает площадь опоры обычных шин.

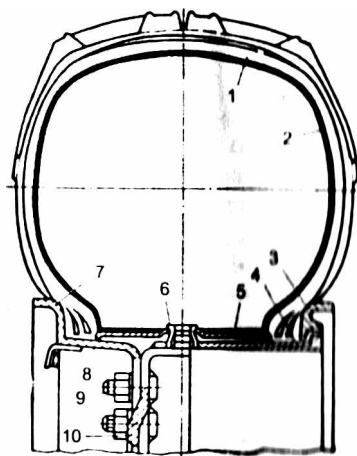


Рис. 5.11. Шипа с регулируемым давлением по'шучей ' I покрышка; 2 камера; 3 — бортовое кольцо; 4 — внутренняя часть оАола, S распорное кольцо; 6 — направляющая вентиля камеры; 7 — закраина оАола, К наружная часть обода; 9 — шпилька крепления обода; 10 ■ ДИСК колеса

Для увеличения эластичности, **особенно при** пониженном давлении, шины имеют каркас **с менним числом** слоен корда, между которыми расположены **мягкие рс шнониг** прослой ки.

Широкопрофильмы* шины

Широкопрофильные шины **устанавливаются** «место сдвоенных шин на задней оси **грузового автомобиля па** специальном ободу. По сравнению с обычными **шинами у них** примерно в два раза больше ширина беговой **дорожки**, специальный профиль (рис. 5.12), эластичный каркас **и уменьшенное** внутреннее давление воздуха, которое можно **снижать ДО 0,05 МПа** при движении по мягким грунтам. Масса **широкопрофильной** шины примерно на 15—20 % меньше массы двух **сдвоенных шин**

У широкопрофильной **шины удельное** давление на грунт примерно в три раза меньше, **чем у обычных.**

Широкопрофильные шины устанавливаются на некоторых автомобилях повышенной **проходимости** (Кра 3-260) на всех шести колесах.

Арочиы* шины

Арочные шины (рис. 5.13) относятся к бскамерным и предназначены для движения по **размякшим** грунтам, рыхлому снегу, пахоте и т. п. Отношение высоты профиля к ширине у этих шин составляет 0,39—0,5. Давление воздуха в них 0,16—0,25 МПа.

Грунтозацепы расположены редко. Алочные шины используют, как правило, на заднем мосту грузового автомобиля с одним ведущим мостом.

Срок службы алочных шин значительно ниже обычных. При эксплуатации их на твердых грунтах расход топлива возрастает до 15 %. Поэтому алочные шины применяются в таких случаях, как пахота в осенне-весенний период и эксплуатация автомобиля зимой по глубокому снегу.

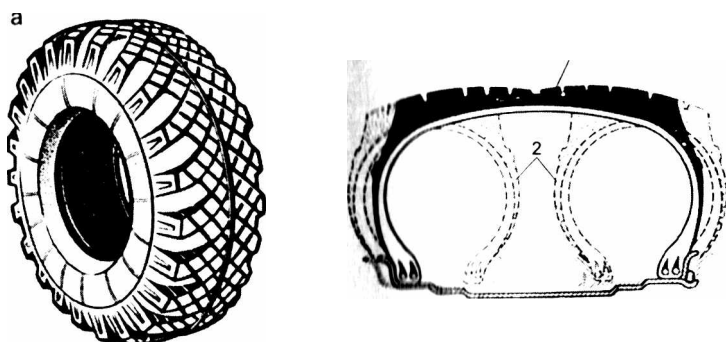


Рис. 5.12. Широкопрофильная шина: а — ОбшиП пил; б — поперечное сечение широкопрофильной шины (1) с наложением контура обычных сдвоенных шин (2)

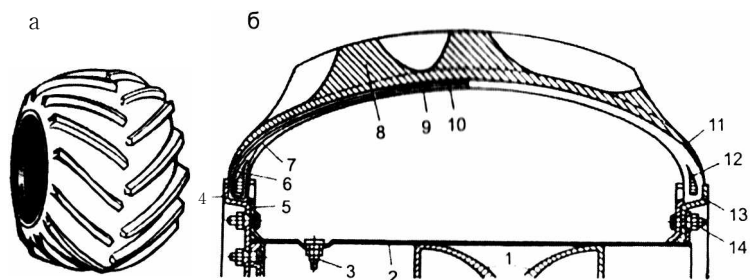


Рис. 5.13. Алочная шина: а — внешний вид; б — поперечное сечение; 1 — диск колеса; 2 — обод (барабан); 3 — вентиль; 4 — наружное бортовое кольцо; 5 — внутреннее бортовое кольцо; 6 — борт шины; 7 — каркас; 8 — протектор; 9 — герметизирующий слой; 10 — бокер; 11 — боковина; 12 — бортовое кольцо; 13 — полка наружного бортового кольца; 14 — стяжной болт

Контрольные вопросы

1. Что входит в состав резины?
2. Что такое вулканизация резины?
3. Назовите физико-механические свойства резины.
4. Что такое корд, чефер, доместик,
5. Расскажите об особенностях эксплуатации резиновых изделий.
6. Расскажите об устройстве диагональной шины.
7. Чем отличается радиальная шина от Диагональной?
8. Расскажите об особенностях устройства шин с упругим давлением, широкопрофильных и арочных шинах,

5.3. Обивочные, уплотнительные прокладочные, электроизоляционные материалы, клеи

5.3.1. Использование уплотнительных, обивочных и электроизоляционных материалов

Обивочные материалы применяются для изготовления подушек и спинок сидений автомобиля и внутренней обивки кабин и кузовов. От качества обивочного материала зависит вид автомобиля и его стоимость.

От прочности, эластичности и износоустойчивости обивочных материалов зависит срок их службы.

Требования, предъявляемые к обивочным материалам:

- механическая прочность;
- эластичность;
- износостойкость;
- невысокая стоимость;
- эстетичность;
- стойкость к воздействию пыли, грибов, нефтепродуктов.

В настоящее время для обивки автомобилей широко используются синтетические материалы широкого ассортимента.

Уплотнительные и прокладочные материалы применяют на автомобиле для уплотнения неподвижных и подвижных соединений, защите агрегатов от попадания в них пыли и грязи. От надежности уплотнительных материалов зависят потери масел и смазочных материалов, тормозных, амортизаторных и охлаждающих жидкостей, сроки службы и безотказность агрегатов.

Требования, предъявляемые к уплотнительным материалам:

- упругость;
- высокая прочность на сжатие;

- термостойкость;
- стойкость к воздействию нефтепродуктов и газов;
- прочность и мягкость;
- **износостойкость**;
- не повышать износ уплотняемой поверхности.

В качестве прокладочного **материала** используются: бумага, прокладочный картон, пергамент, фибра, пробка, асбест, войлок, **резина**, паронит.

Уплотнительными **материалами** являются: войлок, асбест, **джут**, пенка, ткань, **пропитанная** резиной, армированная **резина**.

Электроизоляционные материалы не проводят электрический ток и применяются при изготовлении приборов электрооборудования. Они должны обладать механической прочностью, тепло- и влагостойкостью.

Таковыми материалами являются: пластмассы, резины, электроизоляционные лаки, фибра, эбонит, лакоткани, текстильные ленты, изоляционная бумага, изолента, слюда и целый ряд синтетических материалов.

5.3.2. Синтетические клеи

Синтетические клеи используют для надежного соединения деталей между собой.

Клеевое соединение менее трудоемко, чем, например, заклепочное, обеспечивает гладкую поверхность, 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.

В состав синтетического клея входят;

- связующее,
- растворитель,
- наполнитель,
- отвердитель,
- ускоритель отверждения.

В качестве связующего используют термопластичные и терморезактивные полимеры (смолы). Клеи на базе термопластичных полимеров образуют обратимую **ПЛСНКу**, размягчающуюся при нагревании.

Для получения необходимой **вязкости и клеи** вводят такие растворители, как ацетон, спирт, **смесь бензола с лигнелом** и т. п.

Наполнители служат для **уменьшения усадки клея** при отверждении и предотвращения **появления трещин** клеевой пленки. Наполнителями являются **металлы, стекло, фарфор, цемент** и другие материалы.

Отвердители и ускорители **отверждения** добавляют к клеям, содержащим терморезактивные **полимеры**, для обеспечения и ускорения образования клеевой **пленки**.

Технологический процесс **склеивания** заключается в очистке и увеличении шероховатости **соединяемых** поверхностей, их обезжиривании, нанесении клея и его просушивании, прессовании деталей и термической **обработки** клееного 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 и, следовательно, 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.

Детали из терморезактивных пластмасс склеиваются смоляными клеями БФ-2, БФ-4, К-17.

Термопласты склеивают органическими растворителями или клеями, представляющими собой 2—4%-ный раствор пластмассы и растворителя.

Пластмассы с металлом и стеклом склеивают клеем БФ-2, обивку кузова с помощью клея БФ-6, резину с металлом, используя клеи № (SSH и № 61; сталь, стекло, керамика — клеем ВК-2.

В авторемонтных работах иен ол му юте я цианакриловые и акриловые клеи.

Цианакриловые клеи — **универсальные** клеи марок КМ-200С, ТК-300С/ГК-301 С, ТК-300Э. Благодаря быстрому отверждению **они** позволяют значительно **сократи** п. и упростит!, технологические операции. Цианакриловые **клеи** характеризуются:

- высокой адгезией к любым металлам;
- быстрым отверждением (**от** нескольких секунд до нескольких минут);
- сохранением необходимых Свой ств в широком диапазоне температур.

Клеи типа ТК обеспечивают прочное и теплостойкое соединение деталей. Клеи типа КМ **позволяют** получить эластичное соединение и применяются для склеивания деталей, испытывающих вибрационные нагрузки **и резкие** перепады температур.

Широкое использование цианВкриловых клеев сдерживается из-за проблемы их хранения. **Они** хранятся при отрицательных температурах в течение 6 месяцев.

Акриловые клеи — двухкомпонентные клеи, применяются для склеивания металлов (в т. ч. замасленных), стекла, керамики, пластмасс. Их компоненты наносят на поверхность отдельно. 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 клеи выпускаются марок Ан-105, Ан-110, Ан-109, Ан-106.

Широкое применение получили **клеи по основе эпоксидных смол**, к ним относятся клеи 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 ре-

монта с использованием эпоксидных композиций является 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 применяется в основном дибутилфталат (ДБФ) желтоватая маслянистая **жидкость** с небольшой **молекулярной** массой с достаточно высокой температурой **КПСНИМ**.

Как правило, пластификаторы **ВХОДИТ сразу** в состав эпоксидных смол, получая так **называемый КОМПВунд**, либо отвердители одновременно являются и **пластификаторами**

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. Состав **некоторых** наиболее часто применяемых эпоксидных композиций **приведен в табл. 5.2.**

Рекомендации по применению **некоторых** эпоксидных композиций приведены в табл. 5.3.

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 наполнитель и перемешивают в течение 8—10 **МИН**. Такой состав можно хранить длительное время.

Окончательное приготовление клеев осуществляется непосредственно на месте использования и незадолго до его применения. Это объясняется тем, что после введения отвердителя время отверждения композиции в зависимости от температуры и типа отвердителя может быть 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 приводят к заметным ухудшениям их свойств.

Таблица 5.2. Составы люксидных композиций

Номер состава	ЭПОКСИД1 ІІІN смола дмбугилфгалат		Пластификатор полиэтиленпо лиамин	Опи'рди- Тимь	Наполнитель
	ЗД 16	ЭД-20			
1	100		10-15	К)	
2	100	-	20	10	-
3	100	-	15	ІІ)	25 (алюминиевый порошок) ІІ
4	-	100	20-25	ІІ 12	7-10 (алюминиевая пудра)
5	100	-	15	К)	25 (алюминиевая пудра)
6	100	-	10-15	ІІ)	120 (цемент)
7	100	-	20	10 ІІ	50 (молотая слюда)
8	100		20	10 ІІ	40 (молотая слюда); 5 (алюминиевая пудра)
9	100	-	20	to- ІІ	30 (молотая слюда); 50 (чугунный порошок)
10	100	-	15	10- ІІ	50 (графит)
11	100	-	15	10-ІІ	150 (чугунный порошок); ; 20 (молотая слюда)
12	100	-	15	10-11	150 (оксид железа); 20 (молотая слюда)
13	-	100	25	10-12	150-200 (железный порошок); j 10 (алюминиевый порошок)
14	-	100	20-25	11-12	170 (железный порошок); 7 10 (алюминиевый порошок); 80 (молотая слюда)
15	-	100	20	11-12	60 (чугунный порошок); 30 (молотая слюда); 30 разовая сажа
16	-	100	20-25	11-12	100-120 (молотая слюда)
17	100	-	15	10-11	150 (железный порошок)
18	100	-	20	11	150 (железный порошок); 20 (графит)
19	-	100	20-25	11-12	10-100 (молотая слюда); 10 (алюминиевый порошок) [
20	100	-	60	10-11	35 (газовая сажа)
21	100	-	50	10-11	70-80 (молотая слюда)

Таблица 5.3. Рекомендации по применению некоторых эпоксидных композиций

Детали	Устраняемые Пояш*дония	Номера композиций по табл. 5.2
Блок цилиндров двигателя	Трещины различной длины, орпбоинм	9; 11; 12; 13; 14; 15; 17; 18
Головка цилиндров	Трещины, пробоины, юрромм но «он гуру отверстий рубашки ошадомим	11; 12; 13; 14; 17
Поддон картера двигателя	Трещины и пробоины	11; 13; 17
Картер сцепления, коробка передач	То же	9; 17; 14
Кузов	Вмятины, пробоины	20; 21
Масляный радиатор	Трещины и пробоины на с1ннмм Омом	9, 11, 19
Радиатор системы охлаждения	Тоже	16; 19
Топливный бак	Течь в местах сварки, тращинм и мри боины, сквозная корриии»	3; 4; 7
Посадочное место подшипника качения	Износ поверхности на амора, мм не более 0,1 более 0,1	1; 2; 4 II; 13; 18
Пластмассовые детали электрооборудования	Трещины, сколы	1; 2; 7; 19

Контрольные* вопросы

1. От чего зависит прочность клеевого соединения?
2. От чего зависят адгезия и когезия клеевой пленки?
3. Что входит в состав **клеев**?
4. Что представляют собой эпоксидные кпмгнмиции?
5. Как правильно приготовить **состав апоксидмой** композиции?

6. Техника безопасности и охрана окружающей среды при использовании автомобильных эксплуатационных материалов

6.1. Токсичность и огнестойкость автомобильных эксплуатационных материалов

На складах ТСМ и рабочих ЗОНИХ всегда существует вероятность того, что работник может подвергаться воздействию опасных и вредных производственных факторов, к которым 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 ТСМ и спецжидкостей на открытые участки тела.

ТСМ и специальные жидкости при попадании в организм человека через органы дыхания и желудочно-кишечный тракт могут вызывать токсичное, раздражающее, sensibilizing, канцерогенное и мутагенное действие, а также оказывать вредное влияние на репродуктивные функции.

Почти все ТСМ и спецжидкости пожаро- и взрывоопасны (табл. 6.1, 6.2).

При оценке пожаро- и взрывоопасности ТСМ, спецжидкостей и растворителей, применяемых на автотранспорте, используют следующие показатели: температуры вспышки и самовоспламенения, верхний и нижний концентрационные пределы, нижний и верхний пределы взрываемости, температурный предел воспламенения.

Таблица 6.1. Классификация ТСМ по степени пожарной опасности

Класс Температура вспышки, °C		Нефтепродукты
Легковоспламеняющиеся жидкости		
I	До 28	Бензин
II	28-45	Керосин, дизельное топливо ДА
Горючие жидкости		
III	45-120	Дизельное топливо (кроме ДА), мазут
IV	Выше 120	Масла, смазки

Таблица 6.2. Значение показателей пожаро- и взрывоопасности некоторых нефтепродуктов

Нефтепродукт	Температура самовоспламенения паров в воздухе, °C	Температура воспламенения паров в воздухе, °C		Предельная концентрация паров в воздухе, %	
		Верхний предел	Нижний предел	Верхний предел	Нижний предел
Бензины:	255-300 380-480	-7 -4	-9B -37	5,2 5,5	0,75 0,98
автомобильные					
авиационные	240	119	M	0,52 0,61	-
Дизельное топливо:					
Л	340	193	154	6,35	3,8
З					
Масла автомобильные	80	124	M2	2	9,5
Этиленгликоль					
Пары сжиженных газов			-		

Температура вспышки — наименьшая температура вещества, при которой над его поверхностью образуются пары или газы, способные воспламениться в воздухе от источника зажигания.

Температура самовоспламенения — наименьшая температура, при которой начинается горение вещества при соприкосновении его с воздухом при отсутствии источника зажигания.

Верхний и нижний концентрационные пределы воспламенения газов в воздухе — значения граничных концентраций области воспламенения. 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 (прываемости) — минимальная концентрация газа и пара в воздухе, при которой возможен взрыв.

Верхний предел трываемогти концентрация газа и пара в воздухе, выше которой взрыва не происходит.

Температурный предел воспламенения температуры вещества, при которых его насыщенные пары образуют концентрации, соответствующие концентрационным пределам воспламенения.

6.2. Техника безопасности при работе с автомобильными эксплуатационными материалами

6.2.1. Техника безопасности при работе с топливом и смазочными материалами

Все устройства и сооружения для хранения топлива и смазочных материалов должны располагаться с соблюдением противопожарных норм. Известно, что при трении нефтяного топлива о резину и металлы возникают заряды статического напряжения, что представляет большую опасность, так как является одной из причин возникновения пожаров. Наэлектризованные частицы топлива отдают свои заряды резервуару. Если он не заземлен, то на его поверхности может скопиться статическое электричество напряжением в несколько десятков тысяч вольт, а уже 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, так как в воздухе может накопиться их смертельно опасная концентрация. Поэтому такие помещения (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 разрешаются только после полного освобождения их от нефтепродуктов, тщательной очи-

стки (пропарки, промывки), отсоединения от резервуаров всех трубопроводов, открытия всех люком, отбора пробы воздуха и анализа ее для определения взрывоопасности и безвредности.

Время пребывания в резервуарах и цистернах не должно превышать 15 мин, при этом температура цистерны должна быть не более 35 °С.

Для выполнения работ внутри **Цистерны** работник должен иметь индивидуальные средства **ЗЯШИИ** и спасательный пояс с веревкой. У колпака цистерны **должен находиться** второй рабочий, который должен держать **ПОСТОЯННО сан и** с работающим внутри цистерны.

При разливе ТСМ на **территории МТО** фсДНриития их немедленно следует засыпать песком **или ОПИЛКИМИ**, ишем убрать.

Для переливания топлива из **емКОСТИ II** емкость необходимо пользоваться специальными **насоММИ**. **Запрещается** засасывать топливо через шланг ртом. **В случае ИОНОЛМОВ**ании этилированного бензина при попадании **ни КОЖУ** сю следует смыть водой с мылом, а при попадании **внутри** немедленно обратиться к врачу.

6.2.2. Техника безопасности при работе со специальными жидкостями и ЛКМ

При работе со специальными **жилКОСТМММ**, такими, как тормозная или низкотемпературная, содержащими этиленгликоль, который является ядом и при **попндйнин** ИНутрь может вызвать серьезные расстройства здоровья у человека пилон, до летального исхода, следует соблюдать особую осторожность. Поэтому при их попадании на кожу необходимо промыть пораженные участки водой с мылом.

При приготовлении электролита **ДЛП** аккумуляторных батарей используют концентрированную серную кислоту, которая при попадании на кожу может **НЫШИТЬ** ожоги. Кислота поставляется в стеклянных бутылках емкостью 20 л. Переносить такие бутылки следует только вдвоем, используя специальные носилки или тележку. При приготовлении электролита 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, где выполняется окраска, должны иметь правильно-вытяжную вентиляцию. Вентиляторы вытяжных систем должны быть взрывобезопасными. Помещение, где приготовля-

ются различные ЛКМ, должно быть изолированным и имел оконные проемы. В помещениях, где находятся ЛКМ, запрещается курить, производить сварочные работы и применять открытое пламя. Хранение ЛКМ в производственных помещениях не допускается.

Запрещается применять бензол и метанол в качестве растворителей из-за их токсичности.

Ветошь, пропитанная ЛКМ на основе масел, способна само воспламеняться, поэтому после использования ее следует свое, временно убирать.

6.3. Охрана окружающей среды

6.3.1. 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.

Автомобильный транспорт относится к основным источникам загрязнения окружающей среды. В крупных городах на долю автотранспорта приходится более половины объемов вредных выбросов.

В среднем при пробеге 15 тыс. км в год автомобиль сжигает 1,5—2 т топлива и 25—30 т кислорода.

По воздействию на организм человека компоненты отработавших газов делятся 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.

Примерный состав отработавших газов представлен в табл. 6.3.

Таблица 6.3. Процентное соотношение компонентов отработавших газов, %

Двигатель	N ₂	O ₂	H ₂ O (пар)	CO ₂	CO	N ₂ O _y	C _x H _y	Сажа
Бензиновый	74-77	0,3-0,8	3-5,5	5-12	5-10	До 0,8	0,2-3	До 0,4
Дизельный	76-78	2-18	0,5-4	1-10	0,02-5	До 0,5	До 0,5	До 1,1

Оксись углерода (CO) — 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 CO особенно опасно для людей с сердечно-сосудистыми заболеваниями. При содержании в воздухе 0,05 % CO 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^* . 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 — группа соединений $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ в результате реакции с окислами азота образуют **смог**,

Бенз(а)пирен — полициклический ароматический 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.

Соединения свинца появляются в отработавших газах при использовании этилированного бензина, поражают центральную нервную систему и кроветворные органы.

В табл. 6.4 представлено относительное содержание вредных веществ в отработавших газах автомобильных двигателей.

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 образуются отходы на автотранспортных предприятиях, 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.

Таблица 6.4. Относительное содержание вредных веществ в отработавших газах, % (по объему)

Вещество	400ш.	Бензиновый двигатель
Оксиды углерода	0,006-0,5	0,25-10
Оксиды NOx (в пересчете на азот)	0,004-0,05	0,01-0,8
Сернистый оксид	0,003-0,05	-
Углекислый газ (в пересчете на углерод)	0,01-0,5	0,27-0,3
Баланс	До 10 (мм/м³)	До 20 (мкг/м³)
Сам	До 1,1 (г/м³)	До 0,4 (г/м³)
Содержание свинца	-	Выбрасывается до 85 % соединений свинца от количества введенного в бензин тетраэтилсвинца
* Для (хлора)пирена и сажи относительное содержание приведено в % по массе.		

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 — 1100—200 тыс. т, отходы пластмасс — 60 тыс. т.

Эксплуатация автомобилей связана с широкой сетью автозаправочных станций (АЗС), которая в свою очередь является серьезным источником 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 — 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 испаряется зимой примерно 11, а летом 23 л бензина. При ежесуточном однократном 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.

6.3.2. Предельно допустимые выбросы и предельно допустимые концентрации

Количественными показателями допустимого воздействия вредных веществ на окружающую среду являются такие показате-

гели, как 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_{ср}), ПДК рабочей зоны (ПДК_{рз}) и др. Величины ПДК утверждаются Минздравом и их учет обязателен в производственной деятельности.

На основании величин ПДК рассчитывают предельно допустимые количества загрязняющих веществ и выделяемых конкретными источниками в окружающую среду. Для атмосферы — это предельно допустимые выбросы (ПДВ), для водоемов — предельно допустимые стоки (ПДС). Нормы ПДВ и ПДС ограничивают выбросы до такого уровня, чтобы на данной территории с учетом всех источников выбросов какого-либо загрязняющего вещества их значения не превышали бы допустимые.

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 г. Россия присоединилась к международному Соглашению по экологическим требованиям Протокола Г'Ж ООН, что создало правовую основу для контроля и их выполнению со стороны государства. В табл. 6.5 приведены нормы на содержание основных вредных веществ в отработавших газах.

Таблица 6.5. Нормы содержания вредных веществ в отработавших газах, г/(кВтч)

Правила ЕЭС	Год введения	NO _x	CO	СМ	Твердые частицы
ECR R 49.00	1982	18	14	3,1)	Не регламентировано
Евро-0	1988	14,4	11,2	2,5	То же
Евро-1	1993	8	4,5	1,1	0,36
Евро-2	1996	7	4	1,1	0,15
Евро-3	2000	5,0	2,0	0,6	0,1

В России также был принят ряд законов, направленных на усиление охраны окружающей среды и ужесточение контроля по их исполнению.

Закон Российской Федерации об охране окружающей среды принят и подписан и действует в декабре 1991 г. Закон состоит из 15 разделов и **94** статей .

Контрольные «опросы»

1. Ркгияжс о составе отработанных шов.
2. Кен подразделяются компоненты отработавших газов по воздействию **Нв Оргвинам** человека?
3. Кямип вы знаете количественны* показатели допустимого воздействия вредных веществ на окружающую среду?

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Введение

Контроль качества горючего, смазочных материалов (ГСМ) и специальных жидкостей является одним из условий, обеспечивающих надежную, долговечную и безаварийную работу транспортных и технических средств.

Лабораторные работы являются итоговыми занятиями по пройденным темам курса «Автомобильные эксплуатационные материалы». В данный лабораторный практикум включены краткие сведения по теории и описанию работ. Цель лабораторных работ:

1. Закрепление, углубление и конкретизация знаний, полученных студентами на занятиях и при самостоятельной работе над учебными пособиями, и в особенности знаний марок топлива, смазочных материалов, специальных жидкостей, использующихся при эксплуатации автомобилей.

2. Знакомство с оборудованием и приборами, используемыми при определении основных показателей качества ГСМ.

3. Приобретение практических навыков по определению условий правильного применения ГСМ для автомобилей, при работе с ними, а также по соблюдению необходимых мер предосторожности.

Общие указания по выполнению лабораторного практикума

К лабораторной работе учащийся должен готовиться заранее, а именно:

- изучить цель предстоящей лабораторной работы;
- ознакомиться с ее содержанием и порядком проведения;
- проработать теоретический материал, относящийся к данной работе, по конспекту лекции и учебнику.

Перед проведением лабораторной работы:

- ознакомиться с устройством оборудования и приборов;
- ознакомиться с правилами обращения с ними;
- собрать установку или прибор, на котором будет проводиться анализ, и проверить правильность сборки;
- произвести с помощью лаборанта или преподавателя подборку посуды, реактивов и нормативно-технической документации на нормы оцениваемых показателей;

— получить образец анализируемого продукта; внести в отчет исходные данные по выполняемой работе.

При проведении работы:

— определить показатели путем проведения анализов, по которым дается задание;

— провести обработку опытных данных и необходимые расчеты;

— по итогам лабораторной **работы СОСТОИМ** Гб отчет.

По окончании испытаний :

— разобрать собранные для **пропслени** работы установку или прибор;

— произвести уборку рабочего **мвСТН**.

При проведении анализов **записи показании** приборов производят сразу же после отсчета. **Не допускается** производить записи спустя некоторое время **после окончания** анализа.

В процессе выполнения **лабораторной работы и** после окончания ее студент должен показать **прополанателю** полученные им опытные результаты и вытекающие ИЗ НИХ вымолы После утверждения преподавателем указанных **результатом** и выводов каждый студент оформляет отчет по **риботс, который** представляется на проверку и подпись преподавателю **!» ТОТ же** день либо на следующем лабораторном занятии.

Отчет по результатам **работы должен содержать цель,** задание, нормы ГОСТа или ТУ **на испытуемый** продукт, результаты опытов и заключение о его **пригодности к** применению. Предлагаемые в практикуме формы **отчета преподаватель** может изменить по своему усмотрению.

Многие эксплуатационные материалы являются легковоспламеняющимися веществами, а некоторые из них, кроме того, и ядовитыми. В связи с этим при выполнении лабораторных работ следует строго соблюдать инструкцию по технике безопасности.

Все работы с горюче-смазочными материалами проводить в стороне от огня; в случае воспламенения тушить их не водой, а пенным огнетушителем, песком или куском плотной ткани. В связи с этим место для проведения лабораторных работ должно быть оборудовано средствами пожаротушения. В целях снижения пожароопасности допускается при проведении лабораторных работ замена газовой горелки на электрический нагреватель. При этом надо учитывать, что точность результатов опыта будет снижена.

Лабораторная работа № 1

Определение качества бензина

Я

1.1. Цель работы

1. Закрепление знаний по качеству бензинов.
2. Знакомство с нормативно-технической документацией по качеству бензинов (ГОСТами на показатели качества и методы их определения).
3. Знакомство с методами проведения контрольного анализа бензинов.
4. Приобретение навыков по контролю и оценке качества бензинов.

Время на проведение работы — 4 часа.

1.2. Задание

1. Оценить испытуемый образец по внешним признакам.
2. Провести анализ на содержание водорастворимых кислот и щелочей.
3. Измерить плотность бензина.
4. Определить фракционный состав бензина разгонкой.
5. Составить отчет о работе.
6. Ответить на контрольные вопросы.

1.3. Теоретическая часть

1.3.1. Оценка бензина по внешним признакам

Бензины не должны содержать механических примесей и воды. Определение их отсутствия или наличия проводится по внешним признакам или с помощью специальных приборов. Для оценки по внешним признакам достаточно осмотреть образец бензина в стеклянном цилиндре. При этом невооруженным глазом не должно быть обнаружено твердых частиц как во взвешенном состоянии, так и в осадке.

В небольших количествах (сотые доли процента) вода способна раствориться в бензине, и он при этом не теряет прозрачности. Избыточное же количество»¹ воды в бензине при перемешивании вызовет помутнение бензина, а при отстаивании вследствие большего удельного веса приведет к скоплению ее на дне емкости отдельным слоем. Поэтому при оценке бензина на наличие воды достаточно осмотреть **его** М стеклянном цилиндре и зафиксировать наличие или отсутствие мути либо отдельного слоя воды на дне.

1.3.2. Анализ на содержание водорастворимых кислот и щелочей

Нефтепродукты (топлива, **масла**) **ДОЛЖНЫ** обладать минимальным коррозионным воздействием **на металлы**. Коррозионность нефтепродуктов обуславливается **содержанием П** них водорастворимых кислот и щелочей, органических **КИСЛОТ и сернистых соединений**.

В процессе производства горюче-смазочных материалов подвергаются обработке серной кислотой (H_2SO_4), а затем для удаления этой кислоты — щелочью.

Если процесс нейтрализации кислоты, а затем промывка продукта водой для удаления щелочи произойдет недостаточно, то в горюче-смазочных материалах остаются минеральные кислоты или щелочи.

Поскольку минеральные кислоты и щелочи, находящиеся в горюче-смазочных материалах, являются одной из причин, вызывающих коррозию деталей двигателя, а также металлов и частей тары и емкостей, то горюче-смазочные материалы, содержащие их, непригодны к эксплуатации.

Органические кислоты, в основном нафтеновые, содержащиеся в нефти, а также в продуктах ее переработки, по коррозионной активности слабее минеральных. Кроме того, органические кислоты повышают смазывающую способность топлива и масел, чем обуславливается их полезность. Поэтому ГОСТ допускает наличие органических кислот в топливах и маслах (смазках) в определенных количествах.

При большем содержании органических кислот, чем указано в ГОСТе 6307—75, топлива и масла к эксплуатации непригодны.

Количество органических кислот в топливе (и в частности бензине) оценивается «кислотностью топлива».

Кислотностью топлива называется количество миллиграммов едкого калия, пошедшее на ней титрование органических кислот в 100 мл испытываемого топлива.

При определении содержания водорастворимых кислот в топливах простейшим (качественным) методом достаточно определенное количество топлива (в данном случае бензина) смешать с таким же количеством дистиллированной воды и после отстаивания водную вытяжку испытать индикаторами.

1.3.3. Измерение плотности бензина

Плотность принадлежит к числу обязательных показателей, включаемых в паспорт на топливо двигателей. Она в основном используется при пересчете объемных единиц нефтепродуктов в массовые и наоборот.

Плотность нефтепродуктов определяется с помощью ареометров (нефтеденсиметров), гидростатических весов и пикнометров. Ареометром и гидростатическими весами определяют плотность нефтепродуктов, вязкость которых не превышает 200 мм²/с при 50 °С. Пикнометром определяют плотность всех нефтепродуктов. Наиболее простым и удобным является определение плотности нефтепродуктов ареометром (ГОСТ 3900—85).

1.3.4. Определение фракционного состава бензина разгонкой

Испаряемость — это способность жидкого топлива переходить в парообразное состояние при данных условиях.

Испаряемость обуславливает эффективность смесеобразования и подачи топлива при пуске и эксплуатации двигателя в условиях низких и высоких температур или низкого давления. Пуск двигателя, время его прогрева и приемистость, расход топлива и износ цилиндропоршневой группы в значительной степени зависят от испаряемости топлива. Процесс испарения не только предшествует воспламенению и горению, но в значительной мере определяет скорость этих процессов, а следовательно, надежность и эффективность работы двигателя. Испаряемость топлива оценивают по совокупности двух главных показателей: теплоте испарения и фракционному составу.

Под фракционным составом топлива понимается содержание в нем различных фракций, выкипающих в определенных темпе-

ратурных пределах. Фракционный состав выражается в объемных % или массовых %. Фрикция топлива >то часть топлива, характеризующая определенными температурными пределами выкипания.

Как было сказано (1.22, с. 12), фракции бензина условно подразделяют на *пусковую*, содержащую самые легкоиспаряющиеся углеводороды, входящие в первые 10 % отгонки; *рабочую*, включающую последующие 80 % состава бензина, и *концевую*, в которую входят последние 10 % бензина. В соответствии с таким делением эксплуатационные свойства бензина оценивают по пяти характерным точкам кривой фракционного состава: температуре начала перегонки, температуре **перегонки 10 %**, 50 %, 90 % количества бензина и температуре конца перегонки (рис. 1.3, с. 12).

Температуры начала перегонки ($t_{\text{НП}}$) и перегонки W % ($f_{10\%}$) характеризуют пусковые качества бензина, т. е. способность обеспечивать запуск двигателя при **низких** температурах и склонность топлива к образованию паропошущимч пробок в топливной системе двигателя.

Чем ниже температура окружающего воздуха **при** пуске двигателя, тем больше должен иметь бензин **легких** фракции и тем ниже должна быть их температура кипения. Это качество бензина характеризуется температурами начала и конца перегонки 10 %.

Однако чрезмерно низкая **температура перегонки 10 %** приводит к образованию в **прогретом двигателе «паровых пробок»** в топливопроводах и каналах **карбюратора**. При этом горючая смесь значительно обедняется. **Практически это** приводит к тому, что двигатель теряет **мощность, начинает «чихать»** и из-за перебоев подачи топлива **может остановиться**.

Температура перегонки 50 % бензина ($f_{50\%}$) характеризует его способность обеспечивать быстрый прогрев и приемистость (быстрый переход двигателя на большие обороты) двигателей.

Чем ниже температура перегонки 50 % бензина, тем выше его испаряемость, лучше приемистость и устойчивость работы двигателя на этом бензине.

Температуры перегонки 90 % ($f_{90\%}$) и конца перегонки ($f_{\text{кн}}$) характеризуют наличие в бензине тяжелых фракций, которые испаряются в последнюю очередь. С повышением этих температур увеличивается расход бензина, так как тяжелые фракции не успевают сгорать. Больше бензина проникает в картер, смывая масло со стенок цилиндра и разжижая масло в картере, что ведет к износу деталей и повышенному расходу масла.

Определение фракционного состава бензина перегонкой осуществляется в соответствии с гос Том 2177—82. Для этого применяется аппарат (ГОСТ 1393—63) для разгонки нефтепродуктов (рис. 1.1).

Анализируемый образец бензина сначала с целью обезвоживания подвергается осушке. Осушку бензина производят взбалтыванием его в течение 10—15 минут с зерненным хлористым кальцием и фильтрацией после отстой через бумажный фильтр. Затем, отмерив 100 мл, сливают **это** количество в колбу, в которую вставляют термометр. Колба помещена в жестяной кожух, в нижней части которого укреплена асбестовая прокладка с отверстием для дна колбы. При перегонке бензина и других легких топлив диаметр отверстия должен быть 30 мм, а при перегонке керосина и дизельного топлива — 50 мм.

Отводной конец трубки пропускается через холодильник и опускается в мерный цилиндр. Внутренняя полость цилиндра заполняется смесью воды со снегом или кусочками льда либо подключается к проточной воде, температура которой на выходе из холодильника должна быть не выше 30 °С.

Горелку для нагрева колбы зажигают вдали от прибора, устанавливают высоту пламени 50—60 **мм и** помещают в специальный держатель так, чтобы верхушка **ПЯНМ**сн^и едва касалась колбы (рис. 1.1).

При появлении на конце отводной трубки первой капли конденсата фиксируют температуру начала разгонки. После падения первой капли топлива перегонку ведут с равномерной скоростью — 4—5 мл в минуту, что соответствует 20—25 каплям

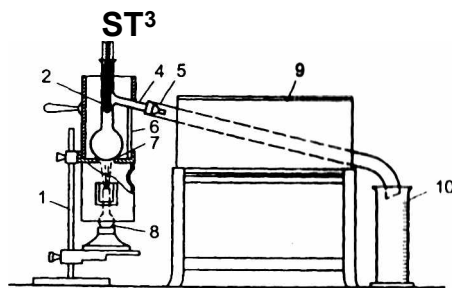


Рис. 1.1. Аппарат для определения фракционного состава нефтепродуктов: 1 — штатив; 2 — колба; 3 — термометр; 4 — отводная трубка; 5 — металлическая трубка; 6 — кожух; 7 — держатель; 8 — горелка; 9 — холодильник; 10 — стеклянный мерный цилиндр

за 10 с. Нарушение установленного режима перегонки ведет к искажению результата испытания. Так, при повышении скорости выше установленной четкость разделения топлива на фракции ухудшается и наряду с легкими фракциями перегоняются более тяжелые. В результате этого фракционный состав топлива будет казаться более легким. При малой скорости перегонки фракционный **состав** топлива будет **КЯ.шгсьи** более тяжелым.

После отгона 90 % топлива нагрев колбы усиливают до появления синих язычков пламени из **ОКОШСК** нижней части кожуха. При этом ртутный столбик термометри вначале начнет подниматься, а затем остановится и, продержавшись некоторое время на этом уровне, начнет опускаться.

1.4. Экспериментальная часть

1.4.1. Определение наличия механических примесей и воды (качественно)

Оборудование:

- стеклянный цилиндр диаметром 40—55 мм;
- образец испытуемого бензин».

Порядок выполнения работы

1. Анализируемый бензин налить в стеклянный цилиндр.
2. Определить визуальным осмотром наличие или отсутствие взвешенных или осевших на дно твердых частиц
3. Определить наличие **или отсутствие** водного слоя на дне цилиндра и характерной **мути**.
4. Результаты оценки записать в отчет.

1.4.2. Определение содержания водорастворимых кислот и щелочей

Оборудование:

- воронка делительная;
- пробирки;
- штатив;
- цилиндр мерный на 10 мл;
- дистиллированная вода;

- стакан химический ;
- фенолфталеин (1%-ный спиртовой раствор);
- метиловый оранжевый (0,02%-ный водный раствор);
- образец топлива.

Д

Порядок выполнения работы

1. Пробу топлива, подготовленную для испытания, хорошо перемешать трехминутным встряхиванием в склянке.

2. Из перемешанной пробы отмерить мерным цилиндром 10 мл топлива и слить в делительную воронку.

3. Отмерить 10 мл дистиллированной воды и также слить в **воронку**.

4. Воронку делительную закрыть пробкой, снять со штатива и содержимое перемешать взбалтыванием (но не слишком энергично) в течение 30—40 с.

5. После взбалтывания воронку ополоснуть, укрепить на штативе.

6. После отстаивания водную **вытяжку** слить в стакан.

7. Водную вытяжку из стакана **налип**, в две пробирки.

8. В одну из пробирок с водной **вытяжкой** испытуемого топлива прибавить две капли раствора метиловых, а в другую — три капли спиртового раствора фенолфталеина и содержимое в обеих пробирках хорошо взболтать. Сопоставляя получившиеся цвета индикаторов с данными табл. 1.1, сделать заключение о наличии или отсутствии в испытуемом образце водорастворимых кислот или щелочей.

Таблица 1.1. Окраска индикаторов в различных средах

Среда	Метиловый	Фенолфталеин
Щелочная	Желтая	Милкиш
Нейтральная	Оранжевая	Бесцветная
Кислая	Красная	Бесцветная

9. Топливо считается выдержавшим испытание, если водная вытяжка остается нейтральной. В противном случае опыт надо повторить, предварительно тщательно вымыть посуду и ополоснуть ее дистиллированной водой. Если в результате второго испытания водная вытяжка получается кислой или щелочной, то топливо бракуется.

10. Результат испытания записать в отчет.

1.4.3. Измерение плотности бензина

Оборудование:

- стеклянные мерные цилиндры на 250 мл;
- набор ареометров (нефтеденсигометров);
- термометр ртутный стеклянный (в том случае, если ареометр без термометра) до $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ с ценой деления в $1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Порядок выполнения работы

1. Установить цилиндр на **ровном месте и** осторожно налить в него испытуемый нефтепродукт **до уроним**, отстоящего от верхнего обреза цилиндра на **5—6 см.**

2. Выдержать нефтепродукт **2—3 минуты** для того, чтобы он принял окружающую температуру.

3. Чистый **и сухой** ареометр **медленно и** осторожно опустить в цилиндр с нефтепродуктом, **держи его за верхний** конец.

4. После того как ареометр успокоится и прекратятся его колебания, произвести отсчет **по верхнему краю** мениска с точностью до третьего знака. **При этом 171°C** должен находиться на

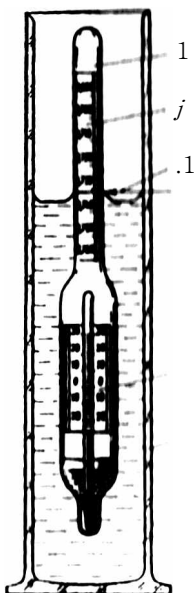


Рис. 1.2. Прибор для определения плотности нефтепродукта: 1 — ареометр; 2 — шкала плотности; 3 — линия отсчета плотности; 4 — шкала термометра; 5 — стеклянный цилиндр

уровне, отмеченном на рис. 1.2 линией 3. Спустя не менее 1 мин после погружения ареометра записать температуру топлива, отсчитывая ее с точностью до градуса по термометру. На этой операции испытанию заканчивается.

5. Ареометр вынуть из цилиндра, протереть, вложить в футляр, а нефтепродукт вылить в ту же склянку, из которой наполнялся цилиндр.

6. В стандартах и других документах плотность нефтепродукта указывается при температуре 20 °С (ρ_{20}). В связи с этим данные измерений при иной температуре (ρ_t) необходимо привести к температуре 20 °С по формуле

$$\rho_{20} = \rho_t + T(\rho_t - \rho_{20}) / (t - 20), \quad (11)$$

где T — зависящая от величины плотности температурная поправка, которая берется из табл. 1.2; t температура нефтепродукта при отсчете плотности, °С.

Приведенную плотность следует округлить до третьего знака после запятой.

Таблица 1.2. Значения температурных поправок для определения плотности нефтепродуктов

Плотность, ρ , кг/м ³	Температурная поправка, γ , кг/(м ³ · °С)	Плотность при 20 °С, ρ_{20} , кг/м ³	Температурная поправка, γ , кг/(м ³ · °С)
690-699	0,910	850-859	0,699
700-709	0,897	860-869	0,686
710-719	0,884	870-879	0,673
720-729	0,870	880-889	0,660
730-739	0,857	890-899	0,647
740-749	0,844	900-909	0,633
750-759	0,831	910-919	0,620
760-769	0,818	920-929	0,607
770-779	0,805	930-939	0,594
780-789	0,792	940-949	0,581
790-799	0,778	950-959	0,567
800-809	0,765	960-969	0,554

Продолжение таблицы 1.2

Плотность, ρ, кг/м³	Температурная поправка, у, кг/(м³ · °C)	Плотность, ρ, кг/м³	Температурная поправка, у, кг/(м³ · °C)
810-819	0,752	11/0 979	0,541
820-829	0,738	ОНО 989	0,528
830-839	0,725	090 1000	0,515
840-849	0,712		

1.4.4. Определение фракционного состава бензина рмгоимой

Оборудование:

- колба на 100 мл;
- холодильник;
- мерный цилиндр на 100 мл;
- мерный цилиндр на 10 мл воронка;
- штатив;
- колбонагреватель;
- термометр;
- образец топлива.

Порядок выполнения работы

1. Чистым сухим **цилиндром** **ОТМСТИТЬ** 100 мл испытуемого топлива и залить его в **колбу**.

2. Установить в колбу **термометр**. (Термометр устанавливается при помощи пробки **так, чтобы верхний** край шарика термометра был на уровне **нижнего край** отной трубки.)

3. Установить колбу в колбонагреватель и соединить с холодильником.

4. Установить мерный **цилиндр** под нижний конец трубки холодильника. Цилиндр **устанавл** и кается так, чтобы трубка холодильника входила в **него не менее** чем на 25 мм, но не ниже отметки 100 мл **и не касалась его** стенок. Цилиндр на время перегонки закрыть ватой для уменьшения потерь на испарение. При перегонке бензина цилиндр поставить в стеклянный сосуд с водой, температуру которой поддерживают в пределах 20 ± 3 °C.

5. Включить колбонагреватель. Нагрев вести так, чтобы первая капля топлива упала с конца трубки холодильника не ранее

5 и не позже 10 минут от начала нагрева. В противном случае вести регулирование высоты пламени горелки.

6. Отметин, температуру, **при** которой упала первая капля **топлива, как** температуру **начала** перегонки.

7. После паления первой капли топлива перегонку вести с равномерной скоростью 4—5 мл в минуту, что соответствует 20—25 каплям за 10 с.

8. Отметин, температуру после отгона каждых 10 мл топлива. Для Облегчения замеров необходимо, чтобы перегоняемое топливо с нижнего конца трубки холодильника стекало по стенке приемного цилиндра. Для этого после падения первой капли мерный цилиндр сдвинуть так, **чтобы** конец трубки холодильника коснулся внутренней стенки цилиндра. Для проверки скорости перегонки по отсчету капель цилиндр на короткое время отставляют от конца трубки холодильника с тем, чтобы капли топлива падали по центру цилиндра. По мере повышения температуры усиливать подогрев колбы, чтобы скорость перегонки была постоянной .

9. После отгона 90 мл топлива Нй фсм колбы усилить до появления синих язычков пламени **из ОКОШек** нижней части кожуха так, чтобы до конца перегонки прошло m 3 до 5 минут.

10. Не уменьшая размера пламени, следить за термометром и при снижении температуры на 5—10 *С ОТ максимального значения горелку погасить и дать стечь конденсату в течение 5 мин.

11. Максимальную температуру, достигнутую при разгонке, отметить как температуру конца разгонки.

12. После прекращения разгонки верхнюю часть кожуха снять и охладить прибор в течение 5 мин.

13. Горячий остаток из колбы слить в мерный цилиндр емкостью 10 мл, охладить его до комнатной температуры и определить оставшееся количество. Затем вычислить потери, которые составляют разность между 100 % бензина, залитого в колбу, и суммой процентов собранного конденсата и остатка.

14. Результаты разгонки занести в отчет.

15. Построить график фракционного состава топлива. Для этого по горизонтальной оси откладывают значения температур перегонки, а по вертикальной — соответствующие им значения объемов испарившегося топлива. На пересечении перпендикуляров, восстановленных из отложенных на осях значений, получают точки кривой графика разгонки бензина или графика его фракционного состава.

1.4.5. Составление отчета

I. По результатам анализов заполнить таблицу по форме:

Отчет о лабораторной работе по оценке качества

(указать наименование и маркировку продукта)

Цель работы

Задание

	Основные показатели		Нормы (X _н и X _г)
	Наименование показателей	Единицы измерения	
Результаты оценки	Цвет		
	Механические примеси, воша		
	Водорастворимые кислоты щелочи		
	Плотность, кг/м³ при 20 °С		
	Фракционный состав, °С:		
	А ₉₀		
	10%		
	20%		
	30%		
	40%		
	50%		
	60%		
	70%		
	80%		
	90%		

Заключение о пригодности образца к применению

2. Построить график разгонки Петина согласно пункту 15 порядка выполнения работы.

3. С помощью номограммы (рис. 1.3) сделать эксплуатационную оценку по фракционному составу бензина.

На горизонтальной оси номограммы отложены температуры характерных точек разгонки бензина, а на вертикальной — температура наружного воздуха.

Для оценки пусковых свойств найти два значения температуры наружного воздуха, являющиеся нижними границами легкого

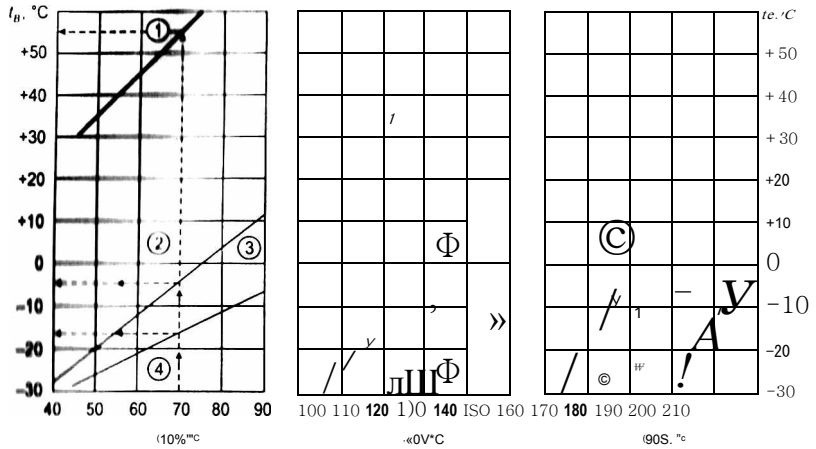


Рис. 1.3. Номограмма для эксплуатационной ОУСМКii бензинов по данным их разгонки. Области: 1 — возможного образования паровых пробок; 2 — легкого пуска двигателя; 3 — затрудненного пуска двигателя; 4 — практически невозможного пуска холодного двигателя; 5 — быстрого прогрева и хорошей приемистости; 6 — медленного прогрева и плохой приемистости; 7 — незначительного разжижения масла в картере; 8 — заметного разжижения масла в картере; 9 — интенсивного разжижения масла в картере

и затрудненного пуска двигателя, **для** чего на горизонтальной оси отметить точку, соответствующую Из нее восстановить перпендикуляр до пересечения с наклонными и сплошными линиями. Из точек пересечения провести горизонтальные линии на вертикальную ось номограммы, где **прочитан**, ответ.

Подобным образом оценить бензин по остальным показателям и сделать заключение по форме:

Эксплуатационная оценка бензина по данным разгонки

1 Самая низкая температура наружного воздуха, °C, при которой возможно:	Температура 1
Образование паровых пробок	
Обеспечение легкого пуска двигателя	
Обеспечение затрудненного пуска двигателя	
Обеспечение быстрого прогрева и хорошей приемистости	
Незначительное разжижение масла в картере	
Заметное разжижение масла в картере	

Контрольные вопросы

1. Что такое плотность вещества, как ее определяют?
2. Как зависит плотность от температуры?
3. В каких пределах находится плотность бензинов?
4. Каким показателем оценивается наличие орг. жических кислот в топливе?
5. Что такое фракционный состав топлива и как он определяется?
6. Какое свойство топлива характеризует фракционный состав?
7. Какие свойства топлива характеризует вязкость 10%, 50% и 90% отгона?
8. Каковы технические требования **ГОСТа** к фракционному составу бензина?
9. Перечислите марки бензинов.

Лабораторная работа № 2

Определение качества дизельного топлива

2.1. Цель работы

1. Закрепление знаний основных марок дизельных топлив.
2. Знакомство с нормативно-технической документацией по качеству дизельных топлив (ГОСТ на показатели качества и методы их определения).
3. Знакомство с методами определения плотности, вязкости и температуры застывания топлива.
4. Приобретение навыков по оценке качества дизельного топлива.

Время на проведение работы — 2 час и

2.2. Задачи*

1. Определить наличие механических примесей и воды (качественно).
2. Определить плотность дизельного топлива при 20 °С.
3. Определить кинематическую вязкость при 20 °С.
4. Определить температуру помутнения и застывания.
5. Сделать заключение о пригодности данного образца топлива для автомобильных двигателей.
6. Ответить на контрольные вопросы.

2.3. Теоретическая часть

2.3.1. Определение наличия механических примесей и воды

Соответствует материалу, который изложен в работе № 1 практикума (см. 1.3).

2.3.2. Измерение плотности дизельного топлива.

Соответствует материалу, который изложен в работе № 1 практикума (см. 1.3).

2.3.3. Определение кинематической вязкости при 20 °С

Вязкостью называется свойство жидкости оказывать сопротивление при сдвиге или скольжении ее слоев (1.2.2). Препятствие перемещению слоев жидкости создано силой межмолекулярного притяжения. Внешне вязкость проявляется в степени подвижности: чем меньше вязкость, тем жидкость подвижнее, и наоборот. Величину вязкости выражают в единицах динамической или кинематической вязкости.

На рис. 2.1 показана схема, которая иллюстрирует понятие динамической вязкости. Из рисунка видно, что слои жидкости площадью 1 м^2 находятся на расстоянии 1 м и перемещаются относительно друг друга со скоростью 1 м/с и при этом оказывают сопротивление силой 1 Н . Такое сопротивление соответствует динамической вязкости 1 Па·с или 1 Пас/с/м^2 ,

В практике, как правило, пользуются кинематической вязкостью, которая характеризует эксплуатационные свойства топлив и масел в зависимости от температуры и позволяет решать вопрос о пригодности нефтепродуктов для данного двигателя и о надежности его работы на всех возможных режимах эксплуатации. Кинематическую вязкость определяют по ГОСТ 33 2000 в капиллярном вискозиметре (рис. 2.2) по времени перетекания определенного объема жидкости (от метки А до метки В) под действием силы тяжести при заданной температуре. Чем больше время перетекания жидкости через капилляр, тем выше ее вязкость. Кинематическую вязкость ν , $\text{мм}^2/\text{с}$, рассчитывают по формуле:

$$\nu = \frac{c}{t}, \quad (2.1)$$

где c — калибровочная постоянная вискозиметра, $\text{мм}^2/\text{с}^2$; t — время протекания жидкости, с.

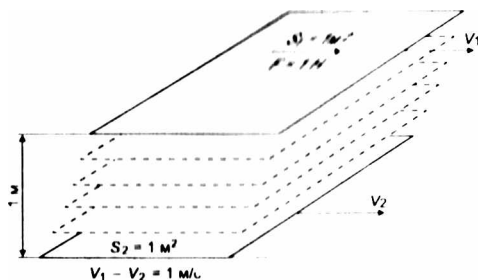


Рис. 2.1. Схема взаимного смешения слоев жидкости при определении вязкости

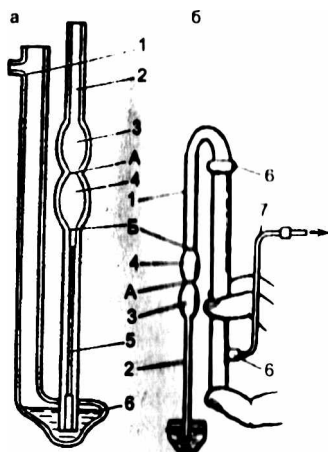


Рис. 2.2. Заполнение жидкостью вискозиметров К шпа ВПЖ-2; б — типа Пинкевича; 1 — широкое колено; 2 — узкое КОЛОКО, <1, 6 — расширительные емкости; 5 — резиновая рубка; 7 — полой отпорок; Л нсрхняя метка; Б — нижняя метка»

Зависимость между кинематической вязкостью и динамической выражается формулой

$$\eta = \rho \nu \quad (2.2)$$

где η — динамическая вязкость жидкости, МПа·с; ρ — плотность жидкости при той же температуре, при которой определялась кинематическая вязкость, кг/м³.

Для определения вязкости нефтепродуктов используются вискозиметры типа ВПЖ-2, ВПЖТ-2 или типа Пинкевича (ВПЖ-4, ВПЖТ-4). При этом вискозиметры типа ВПЖ-2, ВПЖТ-2 используются для определения кинематической вязкости прозрачных нефтепродуктов с вязкостью от 0,6 до 30 000 мм²/с, а вискозиметры типа ВПЖ-4, ВПЖТ-4 — для жидкостей с пределами вязкости 0,6—10 000 мм²/с. Каждый диапазон кинематической вязкости требует ряда вискозиметров.

Капиллярный вискозиметр представляет собой U-образную трубку с тремя расширениями, в узкое колено которой впаян капилляр. Вискозиметры выпускают с разными диаметрами капилляра (0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; до 4,0 мм).

Над капилляром помещены два расширения, между которыми и над капилляром имеются кольцевые метки.

Нижнее расширение служит резервуаром, куда перетекает жидкость при определении вязкости. Оно расширено с той целью, чтобы высота столба жидкости, под действием которого происходит истечение, оставалась примерно постоянной.

В верхней части высокого колена имеется патрубок, который служит для присоединения резиновой фуши. На верхних расширениях нанесены номер вискозиметра и номинальный диаметр капилляра. На каждый экземпляр вискозиметра должен иметься паспорт, в котором указывается постоянная вискозиметра «С» в $\text{мм}^2/\text{с}^2$.

Для заполнения вискозиметра топливом на боковой отвод его надевают резиновую трубку С грушей, переворачивают на 180° и погружают узкое колено в стаканчик с испытуемым топливом. Закрыв пальцем отверстие широкою колена, топливо с помощью груши засасывают в узкое колено вискозиметра до метки между капилляром и расширением.

После этого вискозиметр перенорачивают в нормальное положение и тщательно обтирают узкое колено от топлива.

Используемые в работе вискозиметры представляют собой очень хрупкие и дорогие приборы, 1) СВЯЗИ с ним при работе с ними надо проявлять максимум осторожности и, в частности, держать и закреплять их следует только ш одно колено. Наиболее часто поломка вискозиметром происходит при надевании и снятии резиновой трубки, поэтому при этой операции нужно держать их именно за то колено, на которое надевается или снимается резиновая трубка.

Следует учитывать, что при попадании во внутреннюю полость вискозиметра воды или даже ее паров он становится неработоспособен.

Затем вискозиметр погружают в термостат (баню) так, чтобы шарик вискозиметра оказался полностью в термостатной жидкости (рис. 2.3). Выдерживают вискозиметр в гермостате не менее 15 мин при температуре 20°C . При заполнении и выдерживании вискозиметра в нем не должно образовываться разрывов и пузырьков воздуха. Затем, не вынимая вискозиметр из термостата, при помощи резиновой груши создают разрежение в трубке 7 (см. рис. 2.2), медленно набирая в шарик 3 несколько выше метки А топливо (из расширения 6).

Подняв топливо выше метки А, отключают резиновую грушу и наблюдают за перетеканием топлива через капилляр 5 и расширение 6. В момент достижения уровня топлива метки А

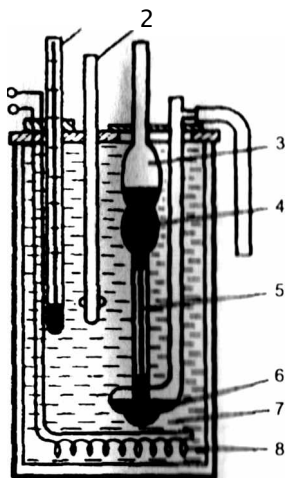


Рис 2.3. Прибор для определения вязкости нефтепродуктов. 1 — термометр; 2 — Мешалка; 3, 4, 6 — расширения вискозиметра, 5 — капилляр вискозиметра; 7 — термостат (баня); 8 — электрод

пускают секундомер, а в момент прохождения уровня метки Б, его останавливают. Замер времени можно делать с точностью до 0,1 с.

С той же порцией топлива испытание проводят несколько раз. Необходимо получить пять результатов времени истечения топлива, максимальная разность между которыми не превышала бы 1 % от абсолютного значения одного из них.

Для заполнения термостата применяют следующие жидкости: при температуре 100 °С — нефтяное прозрачное масло или глицерин, при 50 °С — воду, при 0 °С — смесь воды со льдом, при более низких температурах — этиловый спирт с твердой углекислотой.

2.3.4. Определение температуры застывания

Основные нарушения в системе подачи топлива при низких температурах связаны с температурой помутнения и застывания топлива. В отличие от бензинов в дизельных топливах может находиться довольно много углеводородов с высокой температурой плавления, в первую очередь парафиновых (алкановых) углеводородов.

При понижении температуры наиболее высокоплавкие углеводороды выпадают из топлива в виде кристаллов различной формы, топливо мутнеет.

Для обеспечения бесперебойной подачи топлива необходимо, чтобы температура помутнения топлива была ниже температуры воздуха, при которой эксплуатируется машина.

При дальнейшем охлаждении топлива кристаллы высокоплавких углеводородов начинают соединяться, образуя пространственную решетку, в ячейках которой остаются жидкие углеводороды. Затем образующаяся структура настолько упрочняется, что топливо теряет текучесть — гелеобразуется.

Температурой застывания считается температура, при которой налитое в пробирку дизельное топливо при охлаждении в определенных условиях не изменяет положения мениска в течение 1 мин при наклоне пробирки под углом 45° от вертикали (ГОСТ 20287–91).

Температура застывания дизельного топлива величина условная и служит лишь ориентиром для определения условий применения топлива.

2.4. Экспериментальная часть

2.4.1. Определение наличия механических примесей и воды (качественно)

Оборудование:

- стеклянный цилиндр диаметром 40 мм;
- образец испытуемого дизельного топлива.

Порядок выполнения работы

Проводится теми же методами, которые рассмотрены в работе № 1 практикума (см. 1.4.1).

2.4.2. Определение плотности дизельного топлива при 20 °С

Оборудование:

- стеклянные мерные цилиндры на 250 мл;
- набор ареометров (исфденситометров);
- термометр ртутный стеклянный (в том случае, если ареометр без термометра) до 50 °С с ценой деления в 1 °С.

Порядок выполнения работы

Проводится теми же методами, которые рассмотрены в работе № 1 практикума (см. 1.4.3).

2.4.3. Определение кинематической вязкости при 20 °С

Оборудование:

- прибор для определения Кинематической вязкости;
- набор вискозиметров;
- рой новая трубка с грушей;
- секундомер;
- дистиллированная вода.

Порядок ВЫПОЛНЕНИЯ работы

1. Выбрать вискозиметр с требуемым диаметром капилляра. При выборе исходить из того, чтобы время истечения топлива находилось в пределах не менее 200 секунд (ГОСТ 33–2000). При меньшем времени истечения уменьшается точность замера времени секундомером, а при большем — удлиняется время анализа. В зависимости от температуры испытания и вязкости топлива рекомендуются капилляры со следующими диаметрами в мм:

Температура $+50^{\circ} +20^{\circ} 0^{\circ}$
Диаметр капилляра 0,4—0,6 0,8—1,0 1,0—1,2

2. Заполнить вискозиметр топливом, для чего:

- на его боковой отвод надеть резиновую трубку с грушей;
- перевернуть на 180° и погрузить узкое колено в испытываемое топливо;
- закрыв пальцем отверстие широкого колена, засосать топливо с помощью груши в узкое колено;
- по достижении топливом метки Б (см. рис. 2.2) прекратить отсос воздуха грушей и перевернуть вискозиметр открытыми концами колен вверх;
- протереть узкое колено 2 (рис. 2.2) от топлива.

3. Установить вискозиметр в термостат в строго вертикальное положение (при этом верхняя метка должна быть ниже уровня воды) и выдержать его в бане не менее 15 мин при температуре 20 °С. Температуру термостата во время работы поддерживать постоянной. Допускается отклонение не более 0,1 °С.

4. Сжатием груши перегнать топливо несколько выше кольцевой метки между расширениями. При этом вискозиметр находится в термостате, а широкое колено его закрывается пальцем.

Во время проведения работы следить, чтобы не образовались пузырьки воздуха, разрывы и пленки.

5. Определить при помощи секундомера время истечения топлива, для чего:

- отнять палец от широкого колена и вести наблюдение за перетеканием топлива;
- когда уровень топлива достигнет верхней метки А (см. рис. 2.2), включить секундомер и выключить его, когда уровень топлива минует нижнюю метку Б.

6. Повторить испытание три—ПЯТЬ раз.

7. Подсчитать кинематическую вязкость по формуле (2.1).

2.4.4. Определение температуры помутнения и застывания

Оборудование:

- прибор для определения температуры помутнения топлива (рис. 2.4);
- штатив лабораторный;
- реактивы для охлаждающих смесей (соль лед для температуры до минус 10 °С; спирт и углекислот — сухой лед — для температуры ниже минус 20 °С);
- пробирка;
- образец топлива;
- серная кислота.

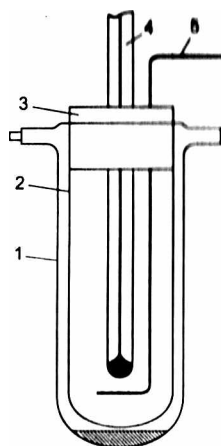


Рис. 2.4. Прибор для определения температуры помутнения и застывания топлива: 1 — пробирка наружная; 2 — пробирка внутренняя; 3 — пробка; 4 — термометр; 5 — мешалка

Сущность определения температуры помутнения топлива заключается и в глубоком его охлаждении и визуальном наблюдении за изменением его состояния.

Сущность определения температуры застывания заключается в глубоком охлаждении топлива до состояния потери подвижности.

Порядок выполнения работы

1. Испытуемое топливо тщательно перемешать и налить во внутреннюю пробирку до метки (40 мм от дна нанесена метка). Пробирку закрыть корковой пробкой с термометром. Термометр вставить так, чтобы его ртутный широк находился в пробирке на расстоянии 15 мм от дна и равном расстоянии от стенок.

2. Налить испытуемое топливо в другую пробирку, которую использовать в качестве эталона Прозрачности.

3. Заполнить сосуд прибора охлаждающей смесью, уровень которой поддерживать на 30—40 мм выше уровня топлива в пробирке. Температура охлаждающей смеси при испытании все время должна быть на 15 ± 2 °C ниже температуры испытуемого топлива.

4. Укрепить внутреннюю пробирку с топливом и термометром во внешней пробирке. Во избежание запотевания внутренних стенок между пробирками залипают серную кислоту в количестве 0,5—1,0 мл.

5. Поместить собранный прибор в охлаждающую смесь. Топливо во время охлаждения все время перемешивать.

6. За 5 °C до ожидаемой температуры помутнения пробирку вынуть из охлаждающей смеси, быстро вытереть ватой, смоченной спиртом, и сравнить с эталоном. Продолжительность определения сравнения не более 12 с.

7. Если топливо по сравнению с прозрачным эталоном не изменилось, то пробирку снова опускают в сосуд прибора и дальнейшее наблюдение производят через каждый градус, понижая температуру топлива. Эти сравнительные наблюдения с прозрачным эталоном производят до тех пор, пока топливо не станет отличаться от эталона, т. е. когда в нем появится муть. При определении температуры помутнения неизвестного образца топлива сначала устанавливают значения этих температур приблизительно путем наблюдения за состоянием топлива через каждые 5 °C.

8. Для определения температуры застывания топлива в соответствии с пунктами 1 и 2 подготовить прибор с испытуемым обезвоженным (с помощью свежeproкаленного хлористого кальция)

топлива. Подготовленный прибор поместить в сосуд с охлаждающей жидкостью. Температура охлаждающей смеси должна быть на 5 °С ниже предполагаемой температуры застывания топлива.

9. Не вынимая из охлаждающей смеси, наклонить прибор под углом 45° и держать в таком положении в течение одной минуты, до тех пор, пока испытуемое топливо в пробирке примет температуру, соответствующую температуре застывания.

10. Вынуть пробирку из охлаждающей смеси, протереть стенки ватой, смоченной в спирте, и наблюдать, не сместился ли мениск топлива. Если мениск не сместился, то топливо остается застывшим, и наоборот. Если температура топлива неизвестна даже приблизительно, испытание по смещению мениска проводят через каждые 5 °С понижения температуры топлива. Температуру смеси в этом случае поддерживают на 4–5° ниже температуры топлива. После проведения испытания прибор и рабочее место привести в первоначальное положение.

2.4.5. Составление отчета*

1. По результатам анализов заполнить Таблицу по форме:

Отчет о лабораторной работе по оценке качества

(указать наименование и марку продукта)

Цель работы			
Задание			
Результаты оценки	Основные показатели качества оцениваемого образца		
	Наименование показателя	По ГОСТу	Полученные на основании проведенных анализов
	Цвет		
	Механические примеси вода		
	Плотность, кг/м³ при 20 °С		
	Вязкость кинематическая при 20 °С, мм²/с		
	Температура застывания, °С, не выше		
	Температура помутнения, °С, не выше		
Заключение о пригодности образца к применению			

2. На основании данных анализа топлива определить возможные области его применения (сезонные, климатические).

Контрольные вопросы

1. Что такое динамическая и кинематическая вязкость?
2. Как влияет вязкость на эксплуатационные свойства дизельных топлив?
3. Дайте определение температуры помутнения и застывания топлива.
4. В чем заключается физическая сущность помутнения и застывания топлива?
5. В чем заключается эксплуатационная оценка дизельного топлива по температуре помутнения и застывания?
6. При какой температуре наружного воздуха может применяться данный образец топлива?
7. Перечислите марки дизельных топлив.

Лабораторная работа № 3

Определение качества моторного масла

3.1. Цель работы

1. Закрепление знаний по качеству основных марок моторных масел.
2. Знакомство с нормативно-технической документацией по качеству моторных масел (ГОСТ и др.) и показатели качества и методы их определения).
3. Приобретение навыков по оценке КИЧССПШ моторного масла.

Время на проведение работы — 4 часа

3.2. Задание

1. Определить наличие механических примесей и воды (качественно).
2. Определить кинематическую вязкость при 50 °C и 100 °C.
3. Определить индекс вязкости.
4. Сделать заключение о пригодности образца масла для автомобильных двигателей.
5. Ответить на контрольные вопросы

3.3. Теоретическая часть

3.3.1. Определение НАЛИЧИЯ механических примесей и воды

Присутствие в масле механических примесей и воды безусловно снизит смазочные свойства масел, увеличивает абразивный износ деталей.

Механические примеси можно выявить тремя способами.

Первый и самый простой заключается в просмотре на свету тонкого слоя масла, нанесенного на стекло. Муть, потеки и крупинки укажут на присутствие в масле механических примесей. При их отсутствии слой масла будет выглядеть совершенно прозрачным.

При втором способе масло взбалтывают и подогревают до 40—50 °С. Затем 25—50 мл масла смешивают с двух-, четырехкратным количеством профильтрованного бензина. Раствор фильтруют через бумажный фильтр, после чего просматривают фильтр через увеличительное стекло. Темные точки и крупинки на фильтре указывают на присутствие в масле механических примесей.

При третьем способе масло в количестве 50—100 мл разбавляют в химическом стакане двух-, трехкратным количеством бензина. Смесь перемешивают и дают отстояться в течение 5—10 мин. Затем смеси придают вращательное движение. При наличии примесей они соберутся в центре на дне стакана. Для обнаружения примесей стакан просматривают на свету, проходящем снизу вверх.

Наличие воды в масле определяют по ГОСТу 1547—84. Смысл определения заключается в нагреве масла, помещенного в пробирку, до температуры 130 °С. При наличии воды масло начнет пениться, будет слышен треск, и слой масла на стенках пробирки помутнеет.

3.3.2. Определение кинематической вязкости при 50 °С, 100 °С

Проводится по ГОСТу 33—2000. Данный ГОСТ распространяется на все жидкости, полученные МП основе переработки нефти, поэтому вязкость определяется аналогично определению вязкости дизельного топлива, что было рассмотрено в лабораторной работе № 2. При этом надо иметь в виду, что при определении вязкости масел выбирают вискозиметр с таким диаметром капилляра, чтобы время перетекания масла при заданной температуре было не менее 200 с.

Рекомендуемые диаметры капилляров при определении вязкости различных масел приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1. Данные для выбора вискозиметра

Наименование масел	Диаметр капилляра в мм при температуре испытаний		
	100 °С	50 °С	0 °С
Масло класса вязкости 8 и 10 мм ² /с	0,8	1,2–1,5	3,0
Масло класса вязкости 16 мм ² /с	1,0–1,2	1,5–2,0	–

Если время истечения масла из вискозиметра составляет от 200 до 300 с, проводят пять измерений, если оно составляет 300—600 с, то достаточно четырех измерений.

Результаты измерения времени течений масла не должны отличаться друг от друга больше, чем на 1,5 %.

3.3.3. Определение **индекса** вязкости

Одним из важных свойств масел, характеризующих их эксплуатационные свойства, является степень изменения вязкости масел в зависимости от температуры, которая обычно определяется или отношением вязкости при двух крайних температурах v_{111M}/v_{41akC} , или по индексу вязкости.

Расчет индекса вязкости производится на основе ГОСТа 25371—97 и согласно его определению индекс вязкости (VI) — это расчетная величина, которая характеризует и индекс вязкости нефтепродуктов в зависимости от температуры.

На рис. 3.1 показано изменение вязкости двух моторных масел в зависимости от температуры.

Отношение вязкости при 50 °С к вязкости при 100 °С для автомобильных масел равно 4.....9. Чем меньше отношение, тем лучше вязкостно-температурная характеристика, тем лучше вязкостно-температурные свойства масла.

Оценка по индексу вязкости основана на сравнении вязкостно-температурных свойств испытуемого и двух эталонных масел. Одно эталонное масло имеет пологую вязкостно-температурную кривую, и его индекс вязкости принят за 100 единиц; другое —

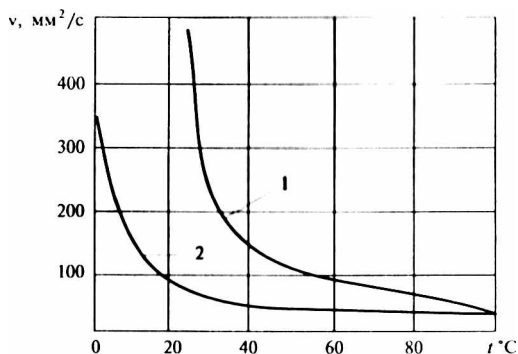


Рис. 3.1. Влияние температуры на вязкость масла: 1 — крутая вязкостно-температурная характеристика; 2 — пологая вязкостно-температурная характеристика

обладает круто!! пизкостно–темпсратурной кривой, и его индекс вязкости считают равным 0.

Вязкостно–температурная кривая испытуемого масла будет располагаться между кривыми эталонных масел и по ее положению судит об индексе вязкости. Практически индекс вязкости согласно ГОСТу 25371—97 определяют расчетным путем. Если ожидаемый индекс вязкости находится в пределах от 0 до 100, то его рассчитывают как отношение иичкостей, определяемых при 40 °С и 100 °С по формулам:

$$VI = \frac{L - H}{L} \cdot 100; \quad (3.1)$$

$$VI = \frac{L}{D} \cdot 100, \quad (3.2)$$

где U — кинематическая вязкость МИСла при 40 °С; значения L , H и D находят по таблице ГОСТа, опираясь на величину кинематической вязкости масла при 100 °С.

Если индекс вязкости будет величиной более 100, то его находят по формулам с использованием логарифмов и таблицы ГОСТа.

Более простой способ определения индекса вязкости масла (но менее точный) заключается в использовании номограммы (рис. 3.2) на основе значений кинематической вязкости масла при 100 °С и 50 °С. Для этого по вертикали и горизонтали проводят линии от точек соответствующих кипениям вязкости масла при 100 °С и 50 °С и в месте их пересечений находят значение индекса вязкости.

Значение индекса вязкости порядка 90–100 и выше характеризуют хорошие, а ниже 50–60 — плохие низкостно–температурные свойства масла.

3.4. Экспериментальная часть

3.4.1. Определение наличия механических примесей и воды (качественно)

Оборудование:

- стеклянный цилиндр диаметром 40—55 мм;
- образец испытуемого масла;

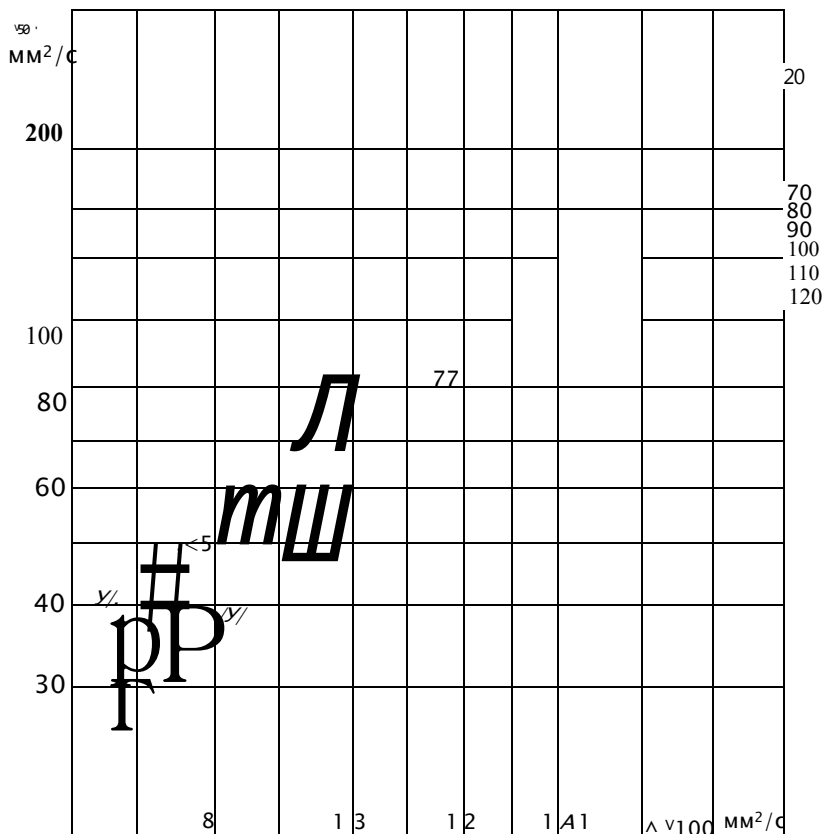


Рис. 3.2. Номограмма опрелслсним нмт'м и шпкош масла

- два отрезка чистого сухого стекла размером 100x150 мм;
- профильтрованный нсэтилироишый бентин;
- стеклянный цилиндр с притертой пробкой емк. 250 мл;
- бумажный фильтр;
- лупа 2-, 3- кратного увеличения;
- химический стакан на 250—300 мл;
- искусственный источник света;
- электроплитка;
- термометр до 200 'C;
- глицерин;

- химический стакан из термостойкого стекла высотой 100 мм;
- пробирка;
- вытяжной шкаф. *

Порядок выполнения работы

/ вариант

1. Па отрезок стекла нанести несколько капель испытуемого масла.
2. Вторым отрезком стекла провести по первому до образования гонкой масляной пленки.
3. Оба отрезка стекла просмотреть на свет.
4. Результат наблюдения записать и отчет.

// вариант

1. Подогреть масло до 40—50 °С.
2. Отмерить в химический стакан 25—50 мл подогретого масла и смешать с двух-, четырехкратным количеством профильтрованного бензина.
3. Профильтровать раствор через бумажный фильтр.
4. Осмотреть фильтр с помощью лупы.
5. Результат наблюдения записать и отчет.

III вариант

1. Масло в количестве 50—100 мл разбавить, в химическом стакане двух-, трехкратным количеством бензина.
2. Смесь перемешать и дать отстояться в течение 5—10 мин.
3. Придать смеси вращательное движение.
4. Для обнаружения примесей осмотреть стакан на свету, проходящем снизу вверх.
5. Результат записать в отчет.

IV вариант — определение наличия воды в масле

1. В стакане из термостойкого стекла нагреть глицерин до температуры 175 ± 5 °С.
2. В чистую и сухую пробирку налить испытуемое масло до высоты 85 ± 3 мм.
3. В пробирку вставить термометр с таким расчетом, чтобы шарик термометра был на равных расстояниях от стенок пробирки, а также на расстоянии 25 ± 5 мм от дна пробирки.

4. Пробирку с маслом и термометром поместить в стакан с нагретым глицерином и наблюдать за маслом до момента достижения температуры в пробирке 130 °С.

5. Результат наблюдения записать в отчет.

3.4.2. Определение кинематической вязкости при 50 °С и 100 °С

Оборудование:

- прибор для определения кинематической вязкости;
- секундомер;
- набор вискозиметров;
- химические стаканы;
- дистиллированная вода, глицерин;
- колба;
- термометр;
- водяная баня.

Порядок **выполнения** работы

Проводится теми же методами, которые рассмотрены в работе № 2. Однако в связи с тем, что масла имеют большую вязкость, чем топлива, их следует предварительно подогревать до температуры 40—50 °С, опуская КВВЮ с маслом и водяную баню.

3.4.3. Определение **индекса** вязкости

Оборудование:

- номограмма для определения индекса вязкости.

Порядок **выполнения** работы

1. По полученному значению кинематической вязкости при 100 °С на номограмме (рис. 3.2) провести вертикальную линию от горизонтальной оси.

2. По полученному значению кинематической вязкости при 50 °С на номограмме провести горизонтальную линию от вертикальной оси.

3. По точке пересечения линий найти индекс вязкости масла.

4. Результат записать в отчет.

3.4.5. Составление отчета

По результатам анализов заполнит!, таблицу по форме

Ой'it* г о лабораторной работе по опенке качества

(указать наименование и мирку продукта)

Цель раОо'ы			
Задании			
Результаты оценки	Основные пошатали качества оцениваемого образца		
	Наименование пошаталай	ПоГОСТу	Полученные на основании прове- денных анализов
	Наличие механических примасоай		
	Наличие воды		
	Кинематическая вязкость при 60 'C		
	Кинематическая вязкость при 100 'C		
	Индекс вязкости		

Заклучение о пригод-
ности образца к при-
менению

Контрольные вопросы

1. Что такое динамическая и кинематическая пылькость?
2. Что такое вязкостно–температурные саойстии масел и какими показателями они оцениваются?
3. Как влияет вязкость на эксплуатационные свойства масел?
4. С какими вязкостями применяются масла нл автомобилях зимой и летом?
5. Перечислите марки моторных и трансмиссионных масел и их применение.
6. Что такое индекс вязкости?

Лабораторная работа № 4

Определение качества пластичной смазки

4.1. Цель работы

1. Закрепление знаний марок пластичных смазок «ж».
2. Знакомство с нормативно-технической документацией по качеству пластичных смазок (ГОСТ и методы их определения).
3. Знакомство с методами определения Контрольного анализа пластичных смазок.
4. Приобретение навыков по контролю и оценке качества пластичных смазок.

Время на проведение работы – 2 часа,

4.2. Задания

1. Оценить испытуемый образец ПО на признаки.
2. Определить растворимость СМ 1 ЭКИ и ВДС в бензине.
3. Определить температуру каплепадения предложенных образцов смазок.
4. Составить отчет по работе.
5. Ответить на контрольные вопросы.

4.3. Теоретическая часть

Пластичные смазки применяются для таких трущихся деталей механизмов, где по конструктивным особенностям не могут удерживаться или регулярно поливаться жидкие масла, т. е. когда использование минеральных масел невозможно или нецелесообразно.

В качестве примера таких узлов, используемых на автомобилях, можно назвать подшипники колес, шарниры различного рода приводов и т. д.

Эксплуатационные требования к качеству смазок следующие:

- смазки должны быть однородными,
- обладать определенными механическими свойствами,

- оказывать минимальное коррозионное воздействие на металлы,
- не должны содержать воды и механических примесей.

4.3.1. Оценка пластичной смазки по внешним признакам

При оценке смазки по внешним признакам обращается внимание на ее цвет, состояние ее поверхностного слоя и ее однородности.

Unit зависит от состава смазки и технологии ее приготовления

Смазки, в которых не содержится специальные добавки, имеют цвет от светло-желтого до темно коричневого. Наиболее ярко выраженный цвет имеют СМВЭКИ фафитная и № 158. Пермля имеет черный цвет, вторая — синий

Однородность — одно из важнейших требований, предъявляемых к пластичным смазкам. При внешнем осмотре определяется, прежде всего, отсутствие выделения из смазки жидкой фазы (масла). Затем однородность проверяется с помощью стеклянной пластинки, на которую наносится слой смазки толщиной 1—2 мм. При рассмотрении этого СЛОН невооруженным глазом в проходящем свете не должны обнаруживаться капли масла, комки загустителя, твердые включения.

4.3.2. Определение растворимости смазки в воде и бензине

Испытание пластичной смазки на растворимость в воде и бензине позволяет определить загуститель данной смазки, так как известно, что натриевые смазки обладают слабой водоустойчивостью, а кальциевые и литиевые не растворимы в воде и бензине, хотя с бензином они образуют тягучие, но непрозрачные системы. Поэтому отличить их друг от друга можно только по температурам каплепадения.

Полное же растворение пластичной смазки возможно в нагретой до кипения воде. При этом будет образован мутный (мыльный) раствор с плавающим на его поверхности слоем жидкого масла, что говорит о принадлежности данного образца к натриевым смазкам. Однако если после охлаждения вода станет прозрачной или слегка мутной, а на ее поверхности будет находиться слой смазки, то данная смазка считается нерастворимой в воде.

Чтобы проверить смазку на растворимость в бензине, надо смешать ее с ним в соотношении 1:4 при температуре 60 °С. Если при этом образуется совершенно прозрачный растонор, имеющий при просвечивании цвет испытуемого образца, то смазка считается растворимой в бен'шине. И бензине растворяются смазки с углеводородными загустителями.

4.3.3. Определение температуры каплепадения смазки

Одной из причин перехода пластичной смазки в жидкое состояние является чрезмерное ее нагревание.

Для определения температуры капленалении смазки пользуются специальным прибором (ГОСТ 674.1—74), схема которого показана на рис. 4.1.

К нижней части термометра прикрепляется металлическая гильза 2, в которой за счет трения держиТСМ стеклянная чашечка 1 с калиброванным донным отверстием. Зшюлнешшн смазкой чашечка вставляется в гильзу, а собранный прибор (чашечка, гильза и термометр) вставляются в стеклянную муфту так, чтобы расстояние от ее дна до низа чашечки СОСТННЛЯЛО 2^ мм. Муфта погружается в стакан с водой или глицерином и скрепляется в штативе. При этом глубина погружения должна составлять 150 мм. Затем ведется нагрев жидкости в два этапа. На первом этапе скорость нагрева не нормируется и он ведется до температур: 30 °С — для низкоплавких смазок, 60 °С — для среднетплавких, 110 °С — для натриевых и 150 °С — для литиевых. На втором этапе темп нагрева должен составлять 1 °С в минуту. На обоих этапах жидкость в стакане следует периодически помешивать.

Температура, при которой н процессе нагревания падает т чашечки первая капля испытуемой смазки, считается температура каплепадения. Если смазка не об-разует капли, а вытягивается из

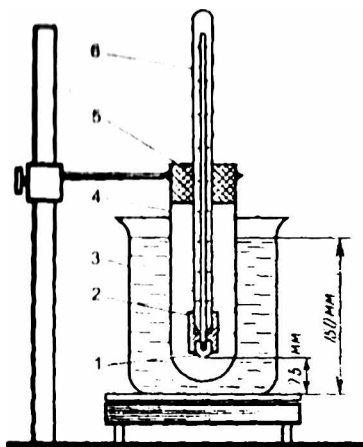


Рис. 4.1. Прибор для определения температуры каплепадения смазок: 1 — чашечка; 2 — гильза; 3 — стакан с жидкостью; 4 — стеклянная муфта; 5 — пробка; 6 — термометр

чашечки в виде цилиндра, то за температуру каплепадения принимают ту, при которой выходящий столбик смазки коснется дна муфты.

4.4. Экспериментальная часть

4.4.1. Оценка пластичной СММКИ по внешним признакам

Оборудование:

- стеклянная пластинка;
- шпатель;
- образец испытуемой смазки.

Порядок выполнения работы

1. Смазку при помощи шпателя нанести на стеклянную пластинку слоем 1—2 мм. При этом допускается образование пузырьков воздуха.

2. Осмотреть слой смазки в проходящем свете и определить наличие или отсутствие в ней капель масла, комков загустителя, посторонние твердые включения.

3. Результаты оценки записать в отчет.

4.4.2. Определение растворимости СМВЖИ в воде и бензине

Оборудование:

- пробирки;
- стеклянная палочка;
- дистиллированная вода;
- бензин неэтилированный;
- газовая горелка;
- водяная баня.

Порядок выполнения работы

1. Образец смазки в количестве примерно по 1 грамму при помощи стеклянной палочки поместить на самый низ двух пробирок.

2. В одну из пробирок добавить четырехкратное количество дистиллированной воды.

3. Во вторую пробирку добавить четырехкратное количество бензина.

4. Соблюдая осторожность, на газовой горелке довести до кипения воду в первой пробирке. При этом нагрев вести постепенно, внося пробирку в пламя горелки многократно на 2—3 секунды с одновременным вращением вокруг своей оси.

5. Определить растворимость смазки и масла и результат записать в отчет.

*

6. Подогреть вторую пробирку до температуры 60 °С (нагрев определить на ощупь).

7. Определить растворимость СМАЗКИ И Остие и результат записать в отчет.

4.4.3. Определение температуры каплепадения смазки

Оборудование:

— прибор для определения температуры каплепадения смазок;

- шпатель;
- секундомер;
- стеклянный термостойкий стержень;
- глицерин или вода;
- кольцевая металлическая мешалка,

Порядок выполнения работы

1. Вынуть чашечку 1 (см. рис. 4.1) из прибора и заполнить ее с помощью шпателя смазкой, которая подлежит испытанию, не допуская образования пузырьков воздуха и смазки.

2. Вставить чашечку обратно в металлическую гильзу 2 до упора и снять шпателем выдавленную термометром 6 смазку за подлицо с нижним обрезом чашечки.

3. Собранный прибор укрепить с помощью пробки 5 в стеклянной муфте 4 так, чтобы расстояние от ее дна до низа чашечки составляло 25 мм.

4. Муфту вместе с прибором погрузить в стакан 4 с водой или глицерином и закрепить на штативе так, чтобы глубина погружения составляла 150 мм.

5. Помешивая с помощью мешалки жидкость, на газовой горелке нагревать стакан до температур:

- 30 °С для низкоплавких смазок;
- 60 °С для среднеплавких;
- 110 °С для натриевых;
- 150 °С для литиевых.

6. После прохождения указанных температур скорость дальнейшего нагрева поддерживать в пределах 1° в минуту.

7. Зафиксировать температуру, при которой из чашечки упадет первая капля смазки или ее выползающий столбик коснется дна муфты. *Л*

8. Результат округлить до целых единиц и записать в отчет.

4.4.5. Составление* отчета

По результатам анализов заполнить таблицу по форме:

Отчет о лабораторной **работе*** по оценке качества

(указать наименование и марку продукта)

Цель работы			
Задание			
	Основные показатели качества оцениваемого образца		
Результаты оценки	Наименование показателей	По ГОСТу	Полученные на основании проведенных анализов
	Цвет		
	Наличие капель масла, комков загустителя и посторонних твердых включений		
	Растворимость в воде		
	Растворимость в бензине		
	Температура каплепадения, $^\circ\text{C}$		
! Заключение о пригодности образца к применению			

Контрольные вопросы

1. Что такое пластичная смазка?
2. Дайте краткую характеристику важнейшим эксплуатационным показателям качества консистентной смазки.
3. Перечислите эксплуатационные требования к качеству пластичных смазок.
4. Перечислите марки смазок.
5. Чем определяется переход смазки из пластичного состояния в жидкое?

Лабораторная работа № 5

Определение качества антифриза

5.1. Цель работы

1. Закрепление знаний марок ПО КПЧССТИу марок низкотемпературных жидкостей.
2. Знакомство с нормативно-технической документацией по качеству низкотемпературных жидкостей (ГОСТами на показатели качества и методы их определения).
3. Знакомство с методами определения контроля качества низкотемпературных жидкостей.
4. Приобретение навыков по контролю и оценке качества низкотемпературных жидкостей,

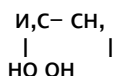
Время на проведение работы — 2 часа,

5.2. Задания

1. Оценить испытуемый образец по внешним признакам.
2. Определить состав и температуру замерзания антифриза.
3. Произвести расчет по определению качества антифриза.
4. Составить отчет о работе.
5. Ответить на контрольные вопросы.

5.3. Теоретическая часть

В качестве охлаждающей жидкости для двигателей применяется вода и специальные низкотемпературные жидкости — антифризы. В качестве антифризов могут быть использованы водные растворы солей, спиртов и других соединений. Наибольшее распространение получили соответствующей концентрации смеси воды с двухатомным спиртом — этиленгликолем.



Этиленгликоль — бесцветная или желтоватого цвета жидкость с плотностью при 20 °С 1,11 г/см³, температурой кипения 197,5 °С и температурой замерзания минус 12 °С. Температура

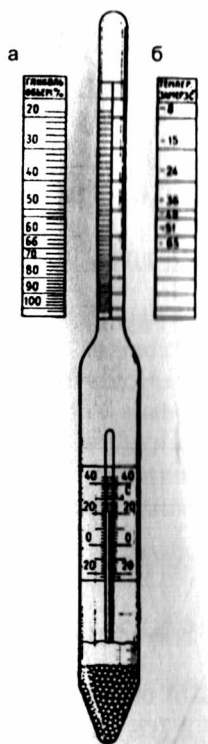


Рис. 5.1. Гидрометр для определения температуры мсшвания и содержания этиленгликоля в антифризах: а — шкала «Глицерин и оАсьмммх процентах»; б — шкала «Температура замершими, '»

замерзания водных растворов этилен гликоля меняется в зависимости от концентрации, что видно из графика (рис. 5.2).

Наиболее низкую температуру замерзания $-75\text{ }^{\circ}\text{C}$ имеет жидкость, состоящая из 66,7 % этиленгликоля и 33,3 % воды.

Этиленгликолевые антифризы выпускают двух марок: «65» с температурой замерзания не выше $-65\text{ }^{\circ}\text{C}$ и «40» — не выше $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

В системах охлаждения современных автомобилей всесезонно применяют антифризы Тосол А-40 и Тосол А-65 с температурами замерзания не выше $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ у первого и не выше $-65\text{ }^{\circ}\text{C}$ у второго. Они представляют собой водные растворы тосола А, приготовляемого из этиленгликоля и комплексом различных присадок. Имеются и другие марки антифризов на этиленгликолевой основе с такими же температурами замерзания.

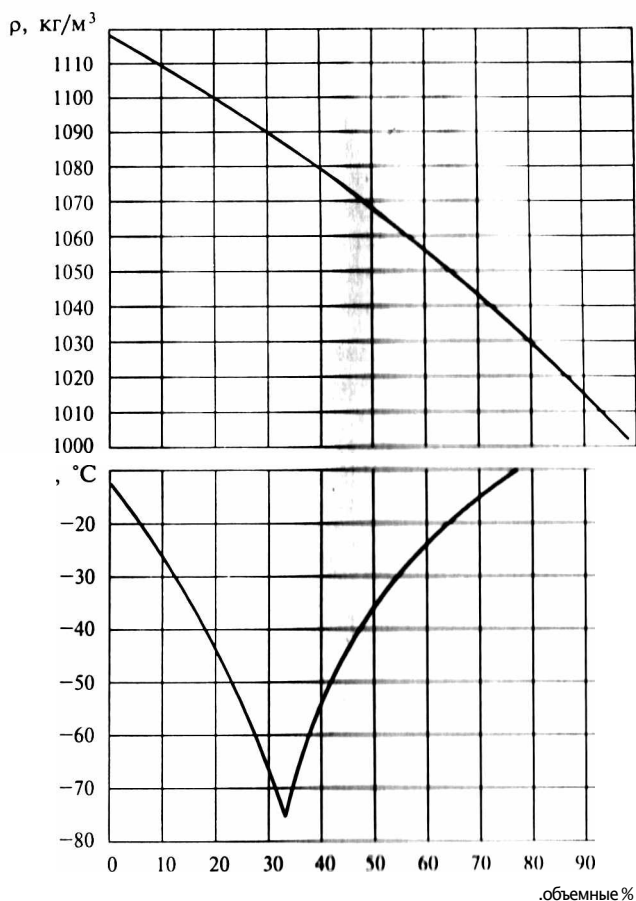


Рис. 5.2. Зависимость плотности ρ и температуры замерзания t водоглицеролевой жидкости от содержания в ней волю %

Этиленгликоль и его полные растворы очень ядовиты. Однако отравляющее действие их проявляется только при попадании в желудочно-кишечный тракт, поэтому специальных мер для защиты неповрежденной кожи и дыхательных путей при использовании антифризов не требуется.

Основным показателем для оценки эксплуатационных свойств этиленгликолевой охлаждающей жидкости является температура замерзания. Температура замерзания этиленгликолевой охлаждающей жидкости определяется при помощи гидрометра и рефрактометра.

5.3.1. Оценка антифриза по внешним признакам

При оценке антифриза по внешним признакам обращается внимание на его цвет и наличие механических примесей.

Цвет зависит от специального красителя, добавляемого в антифризы, и может быть желтоватым, желтым, красным и голубым. В любом случае цвет следует сравнивать с указанным на данный антифриз в соответствующем ГОСТе или Технических условиях. Механические примеси в антифризах не допускаются.

5.3.2. Определение состава и температуры застывания антифриза

Кроме гидрометра и рефрактометра определить температуру замерзания и состав антифриза можно, измерив его плотность и воспользовавшись табл. 5.1, а также при помощи диаграммы (рис. 5.2).

Наиболее точно температуру застывания антифриза можно определить с помощью рефрактометра, но более просто это можно сделать с помощью гидрометра или ареометра. Гидрометр внешне похож на ареометр, но он имеет две шкалы, из которых одна используется для определения концентрации этиленгликоля в объемных %, а другая — для определения соответствующей температуры замерзания. Внутри нижней части гидрометра имеется термометр, который позволяет определить температуру, при которой производится измерение.

Так как шкалы гидрометра градуированы на температуру 20 °С, то для определения истинного содержания этиленгликоля необходимо внести температурную поправку и произвести расчет по формуле

$$C_{11\text{ст}} = C_{\text{ист}} [1 + 0,008(t - 20)], \quad (5.1)$$

где $C_{\text{ист}}$ — истинная концентрация этиленгликоля; C — концентрация этиленгликоля, полученная замером при данной температуре; t — температура, при которой проводился замер, °С.

5.3.3. Проведение расчета по исправлению качества антифриза

Температура кипения этиленгликоля и воды соответственно равны 197,5 °С и 100 °С, поэтому при эксплуатации автомобилей

из антифриза в первую очередь будет испаряться вода, а следовательно, исправление качества охлаждающей жидкости будет сводиться к добавлению системы охлаждения недостающего количества воды. Если же имеет место утечка антифриза из системы, то убыль восполняется не водой, а соответствующей маркой этиленгликолевой жидкости.

При необходимости долива устанавливаю и показатели качества и принимают решение о его восстановавлении путем долива этиленгликоля или воды.

Количество добавляемого этиленгликоли рассчитывается по формуле

$$X = \frac{a - b}{b - k} V, \quad (5.2)$$

где X — количество добавляемого этиленгликоли, мл; V — объем анализируемого образца, мл; a — объемный процент воды в анализируемом образце; b — объемный процент воды и исправленном образце; k — объемный процент ПОДЫ и добавляемом этиленгликоле.

Количество добавляемой воды рассчитывается по формуле

$$U = \frac{c - d}{a} V, \quad (5.3)$$

где U — количество добавляемой воды, мл; V — объем анализируемого образца, мл; c — объемный процент этиленгликоля в анализируемом образце; d — объемный процент этиленгликоля в исправленном образце.

5.4. Экспериментальная часть

5.4.1. Оценка антифриза по внешним признакам

Оборудования:

- стеклянный цилиндр диаметром 40—55 мм;
- химический стакан емкостью 250 мл;
- образец испытуемого антифриза.

Порядок выполнения работы

1. Заполнить стеклянный цилиндр образцом испытуемого антифриза.

2. Не давая ему отстояться, осмотреть образец невооруженным глазом, определив наличие или отсутствие механических примесей.

3. Результаты оценки записать в отчет.

5.4.2. Определение состава и температуры замерзания антифриза

Оборудование:

- стеклянный цилиндр диаметром 40—55 мм;
- химический стакан емкостью 250 мл;
- Идросметр;
набор ареометров;
образец испытуемого антифриза.

Порядок **выполнения** работы

/ вариант

1.С помощью химического стакана заполнить стеклянный цилиндр образцом испытуемого антифриза.

2. Осторожно опустить гидросметр и цилиндр, и, дождавшись прекращения его колебаний, произвести отсчет по верхнему краю мениска. При отсчете глаз должен находиться на уровне мениска.

3. При необходимости произвести перерасчет содержания этиленгликоля с учетом температурной поправки по формуле (5.1).

4. Произвести расчет по исправлению качества антифриза по формулам (5.2) и (5.3).

5. Результат испытания записать в отчет.

II вариант

1. С помощью химического стакана заполнить стеклянный цилиндр образцом испытуемого антифриза.

2. Используя подходящий по пределу измерения ареометр, произвести замер плотности антифриза согласно методике, изложенной в пункте 1.3 практикума.

3. Используя табл. 5.1, определить концентрацию этиленгликоля и температуру замерзания антифриза.

4. Произвести расчет по исправлению качества антифриза по формулам (5.2) и (5.3).

5. Результат определения записать в отчет.

Таблица 5.1. Плотность и температура замерзания смесей технического этиленгликоля и воды

Концентрация этиленгликоля, %	Плотность, кг/м³	Температура замерзания, °C	Концентрация этиленгликоля, %	Плотность, кг/м³	Температура э> мерзания, °C
26,4	1034,0	-10	65,3	1085,5	-65
27,2	1037,6	-12	65,6	1086,0	-66
29,6	1041,0	-14	66,0	10116,3	-67 _
32,0	1044,3	-16	66,3	1086,6	-68 I
34,2	1048,0	-18	68,5	1088,8	-66
36,4	1050,6	-20	69,6	1090,0	-64
38,4	1053,3	-22	70,8	1091,0	-62
40,4	1056,0	-24	72,1	1092,3	60
42,2	1058,6	-26	73,3	1093,7	58
44,0	1060,6	-28	74,6	1094,7	- 56
45,6	1062,7	-30	75,8	1096,0	54
47,0	1064,3	-32	77,0	1097,3	-52
48,2	1066,3	-34	78,4	1098,3	50
49,6	1068,0	-36	79,6	1099,7	48
51,0	1069,6	-38	81,7	1100,7	-46
52,6	1071,3	-40	82,5	1102,3	-44
53,6	1072,6	-42	83,9	1103,3	-42
54,6	1074,0	-44	85,4	1104,3	-40
55,6	1075,3	-46	86,9	1105,4	-38
56,8	1076,6	-48	88,4	1106,6	-36
58,0	1078,0	-50	90,0	1107,7	-30
59,1	1079,0	-52	91,5	1108,7	-36
60,2	1080,3	-54	93,0	1109,6	-34
61,2	1081,3	-56	94,4	1110,3	-32
62,2	1082,3	-58	95,0	1110,5	-28
63,1	1083,3	-60	95,5	1110,7	-27

Продолжение таблицы 5.1

Концентрация этиленгликоля, %	Площадь, к/м ²	Температура замерзания, °С	Концентрация этиленгликоля, %	Плотность, кг/м ³	Температура за- мерзания, °С
64,0	1084,3	-62	96,4	1111,0	-24
64,8	1085,0	-64	97,0	1111,6	-22
			97,0	1112,0	-20

III вариант

1. Повторив действия 1 и 2 вариант II, определить плотность испытуемого образца антифриз
2. Используя диаграмму, показанную на рис. 5.2, определить состав антифриза и температуру его замерзания.
3. Произвести расчет по исправлению качества антифриза по формулам (5.2) и (5.3).
4. Результат определения записать И отчет

5.4.3. Составление отчета

1. По результатам анализов заполнить таблицу по форме:

Отчет о лабораторной работе по оценке качества

(указать наименование и марку продукта)

Цель работы

Задание

Основные показатели качества оцениваемого образца

	Наименование показателей	По ГОСТу	Полученные на основании прове- денных анализов
Результаты оценки	Цвет		
	Механические примеси		
	Плотность, кг/м ³ при 20 °С		
	Концентрация этиленгликоля, %		
	Температура замерзания, °С		
Заключение о пригодности образца к применению			

2. По результатам расчета по исправлению качества антифриза заполнить таблицу по форме:

Температура	Показания гидрометра				Температура замерза- ния по графику или таблице, °C
	При испытании	(виденные к 2(1 °C			
ниопреде- ления,°C	Концентра- ция этилен- гликоля, %	Температура замерзания, •C	Концентрн ция ЭТИЛОМ гликоля, %	Tt> Mimp.пура замршим, ■C:	
Заключение по качеству исправленно- го антифриза					1

Контрольные вопросы

1. Что такое антифриз?
2. Какой состав имеет антифриз, иелоль«у*мыи для охлаждения автомо-
бильных двигателей?
3. Какие особенности этиленглиКОЛММ» витифриюя нужно учитывать
при их эксплуатации?
4. Перечислите марки этиленгликоЛмы» внтмфрию»,

Лабораторная работа № 6

Определение качества лакокрасочных материалов

6.1. Цель работы

1. Закрепление знаний основных лакокрасочных материалов.
2. Знакомство с методами определения контроля качества лакокрасочных материалов и покрытий.
3. Приобретение навыков по подготовке поверхности к окраске и нанесению на нее ЛКМ.
4. Приобретение навыков по контролю и оценке качества лакокрасочных материалов и покрытий.

Время на проведение работы — 4 чти

6.2. Заданна

1. Подготовить металлическую поверхность к окраске и нанести слой грунта.
2. Произвести шпатлевание.
3. Оценить малярные свойства краски.
4. Произвести окраску и оценить адгезию лакокрасочного покрытия и его эластичность.
5. Оценить твердость лакокрасочного покрытия и его прочность при ударе.
6. Составить отчет о работе.
7. Ответить на контрольные вопросы.

6.3. Теоретическая часть

6.3.1. Подготовка металлической поверхности к окраске и нанесение слоя грунта

Лакокрасочные материалы (ЛКМ) наносятся только на предварительно подготовленную поверхность, с которой удаляются

пыль, грязь, следы нефтепродуктов, ржанчина, окалина, остатки негодного старого покрытия.

Сцепление первого слоя покрытия с плохо подготовленной поверхностью получается очень слабое. При плохой адгезии коррозия развивается невидимо под слоем ЛКМ. Наиболее опасной в этом отношении является окалина, которую следует особенно тщательно удалять. *Окалина — это продукт окисления поверхности металла при взаимодействии с внешней средой.*

Металлические детали, очищенные ОТ загрязнения, как правило, подвергаются пассивированию. *Под пассивированием, или пассивацией, понимают повышение коррозионной устойчивости поверхности металла с помощью создания на ней защитной пленки.*

Если пассиватор вводится в состав мерного слоя ЛКМ (грунтовки), то процесс пассивирования не совмещается с ней. Таким пассиватором обычно бывают соли хромовой кислоты (PbCrO_4 , ZnCrO_4^*).

Ответственные изделия, работающие в условиях повышенного коррозионного воздействия, полимерно-фосфатные предварительной пассивации (фосфатированию). Для этого используется ортофосфорная кислота или препараты на ее основе. Создаваемая при этом на поверхности металла фосфатная пленка кроме защитных свойств обладает пористым строением, что значительно улучшает адгезию и препятствует распространению коррозии при местном разрушении.

На подготовленную поверхность наносится первый слой покрытия — грунт.

Он служит для обеспечения высокой адгезии между металлом и последующими слоями покрытия. Грунтовка — материал, из которого образуется грунт, наносится кистью, распылением или окунанием. Важно, чтобы разрыв во времени между окончанием подготовки поверхности под покраску и нанесением грунтовки был как можно меньше.

6.3.2. Шпатлевание

Высушенный грунт имеет толщину слоя порядка 15—20 мкм, поэтому видимые дефекты на поверхности металла сохраняются. Чтобы их устранить прибегают к местному и общему шпатлеванию. Местное шпатлевание выравнивает крупные дефекты. Общее позволяет получить гладкое покрытие по всей поверхности окрашиваемой площади.

При местном шпатлевании шпателем или куском листовой резины наносится слой шпатлевки на дефектные участки, при этом его толщина не должна превышать 0,5 мм, в противном случае слой получится недостаточно эластичный, будет растрескиваться и крошиться. Каждый слой просушивается и шлифуется грубой абразивной шкуркой № 80—120, затем очищается от пыли и зерен абразива. Общее число слоев шпатлевки должно быть не более двух. При необходимости окончательное выравнивание достигается нанесением на всю поверхность шпатлевочного слоя толщиной 50—100 мкм. После этого проводится сушка и шлифование мелкозернистыми шкурками № 150—220. При этом шпатель разбавляется растворителем до необходимой вязкости и наносится обычно при помощи краскораспылителя.

6.3.3. Оценка малярных свойств краски

Готовая к применению краска должна обладать оптимальной вязкостью. При повышенной вязкости возрастает толщина пленки одного слоя и снижается ее прочность, при пониженной — уменьшается толщина слоя и увеличивается расход растворителя.

Вязкость ЛКМ измеряется в секундах, потребных для вытекания 100 мл его из вискозиметра ВЗ-4 (рис. 6.1) через отверстие в дне диаметром 4 мм при температуре 18—20 °С. Это время должно находиться в пределах от 15 до 45 секунд. Если же окраска будет производиться при помощи кисти, то ее вязкость должна составлять от 30 до 60 секунд.

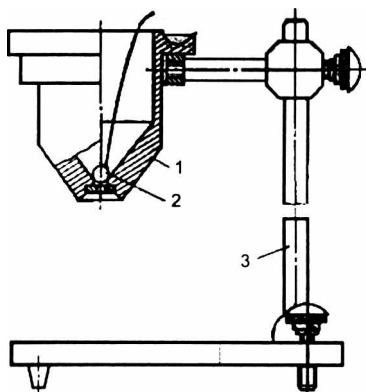


Рис. 6.1. Вискозиметр ВЗ-4: 1 — стакан; 2 — шарик; 3 — штатив

Для этого вискозиметр заполняется испытуемой краской и количестве 100 мл (стандартный вискозиметр ВЗ-4 имсп РМ кость при заполнении до краев 100 мл), а затем по секундомеру определяется время его опорожнения. Секундомер пускаем и тот момент, когда проволочка вместе с припаянным к ней широм быстрым движением вынимается из емкости. Для точности определения вязкости замеры повторяют три-четыре раза и штем выводят среднее арифметическое.

Кроме того, при приготовлении краски необходимо определить тип растворителя, с которым она совместима. Это испытание связано с тем, что краски на основе, например, нитроцеллюлозы с бензином не совместимы и при смешивании с ним свертываются и выпадают в осадок, в то время как другие являются совместимыми с бензином. Краски же на основе нитроцеллюлозы хорошо совмещаются с растворителем № 646, который наиболее распространен и применяется в автомобильном производстве.

Одним из показателей красок является их укрывистость. *Укрывистость — это способность краски полностью скрывать цвет окрашиваемой поверхности.*

Укрывистость измеряется количеством ЛКМ в г/м², потребным для закрашивания пластинки из бесцветного стекла таким количеством слоев, при котором не просматриваются черные и белые квадраты у подложенной под пластинку шахматной доски.

От укрывистости зависят расход ЛКМ и число слоев краски в покрытии. Укрывистость автоэмалей находится в пределах от 30 до 70 г сухой пленки на 1 м² окрашиваемой поверхности.

6.3.4. Окраска

Обработанный шпатлевочный слой, а при его отсутствии грунтовочный покрывается несколькими слоями краски. Краски наносят теми же способами, что и грунты. Самый распространенный способ — пневмораспыление.

Краску разводят до вязкости 17—30 с по ВЗ-4 и распыляют под давлением сжатого воздуха 200—600 кПа. Предварительный подогрев ЛКМ снижает их вязкость, что позволяет выполнять работу при пониженном давлении, используя меньшее количество растворителя. При этом расход растворителя уменьшается на 30—40 %, а толщина слоя покрытия увеличивается в 1,5—2 раза и сокращаются потери на туманообразование.

Ручные краскораспылители обеспечивают производительность 100—200 м²/ч. Сжатый воздух перед распылением рекомендуется очищать от влаги и масла, принципиальная схема установки для пневмораспыления приведена на рис. 6.2. Для уменьшения колебаний давления сжатого воздуха устанавливают дополнительную емкость большого объема — ресивер. На рис. 6.3 показана схема пневматического краскораспылителя. При воздействии на спусковой крючок 7 оттягивается со своего седла запорная игла 8, при этом поступающий через канал в рукоятке сжатый воздух будет вырываться с большой скоростью из сопел распылительной головки 1, образуя разрежение в зоне центрального отверстия, освобожденного иглой 8. Краска, подаваемая из бачка 2, будет вытекать из этого отверстия, подхватываться, дробиться и увлекаться воздушным потоком.

Сжатый воздух для краскораспылителей обеспечивает любой компрессор, создающий давление 300—(>00 кПа.

Каждый слой краски проходит этап сушки, а наружные слои могут подвергаться шлифованию, полированию и покрытию лаком.

В процессе сушки определяют время высыхания от пыли. Это время от начала высыхания до появления матового пятна от «дыхания». Спустя некоторое время после окраски на покрытии образуется тончайшая полутвердая пленка, на которой при выдыхании на нее на расстоянии 10 см от рта немедленно начнут конденсироваться выдыхаемые вместе с воздухом пары воды. Начало их конденсации, которое обнаруживается по возникновении на поверхности матового пятна, принимается за момент завершения высыхания от пыли.

Повышение температуры воздуха, при которой происходит сушка, сокращает время, отводимое на нее. Некоторые виды эмалей предполагают только горячую сушку. Сушку покрытий в естественных условиях используют при окрашивании быстровысыхающими ЛКМ (такие, как акриловые, виниловые, нитроцеллюлозные, перхлорвиниловые и др.).

Продолжительность сушки можно сократить, используя технологию нанесения слоев покрытия «сырой по сырому». В этом случае на грунтовку или первый слой эмали, высушенные до исчезновения отлипа (сушат примерно 10—15 мин) наносят последующий слой ЛКМ. Этот слой сушат требуемое время (от 24 до 48 часов), при этом хорошо просыхают и недосушенные первые слои.

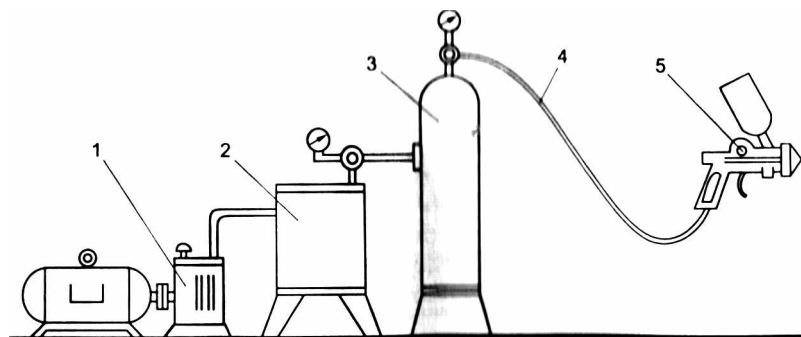


Рис. 6.2. Схема установки для пневматического распыления лакокрасочных материалов: 1 — компрессор; 2 — маслоотделитель; 3 — ресивер; 4 — гибкий шланг; 5 — краскораспылитель

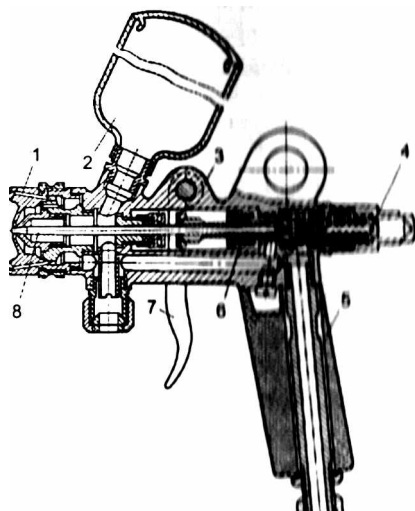


Рис. 6.3. Пневматический распылитель лакокрасочных материалов: 1 — распылительная головка; 2 — бачок для краски; 3 — корпус распылителя; 4 — сопло; 5 — ручка; 6 — прокладка; 7 — спусковой крючок; 8 — наконечник иглы

Высушенные ЛКМ должны обладать определенными показателями качества, к которым относятся укрывистость, адгезия, прочность при ударе, прочность при изгибе и при растяжении, а также твердость.

6.3.5. Твердость и прочность при ударе

В автомобильном производстве эти показатели качества лакокрасочного покрытия наряду с адгезией являются наиболее важными.

Твердость покрытий определяется на маятниковом приборе М-3 (рис. 5.2, с. 103). Этот прибор состоит из основания 2, плиты 6, маятника 4 и шкалы 3. Маятник выполнен в виде буквы П, и через два стальных шарика опирается на испытуемое покрытие, которое нанесено на стеклянную пластинку 8. С помощью специальной рамки маятник устанавливается в нулевое положение, а затем пусковым приспособлением 1 отводится на угол 5°. При этом шариковые опоры не должны смещаться с того места, которое соответствовало нулевому положению. Затем маятник освобождается и замеряется время его колебания, пока амплитуда не достигнет 2°. По формуле (6.1) определяется твердость покрытия.

$$H = t_j t_2, \quad (6.1)$$

где — время до затухания колебаний маятника (от 5 до 2°), точки опоры которого лежат на стеклянной пластинке, покрытой ЛКП, с; t_2 — стеклянное число прибора, т. е. время затухания колебаний маятника (от 5 до 2°), точки опоры которого лежат на совершенно чистой стеклянной пластинке, с.

ЛКП автомобилей должны иметь твердость не менее 0,2.

Прочность покрытия при ударе оценивается с помощью специального прибора У-1 (рис. 5.1, с. 103). Он состоит из станины 1, наковальни 7, бойка 2, направляющей трубы со шкалой 3, груза 5 массой 1 кг и пусковой кнопки. При испытании на наковальню устанавливается стальная пластинка размером 100x100 мм покрытием в сторону бойка. Место, которое будет подвергаться удару, должно отстоять не менее чем на 20 мм от краев пластинки или от центров участков, по которым ранее наносился удар. Результатом испытания является определение той максимальной высоты (в см) падения груза, при которой не обнаруживаются трещины, смятия и отслаивания покрытия.

ЛКП автомобилей должны иметь прочность при ударе не менее 30 см.

В табл. 6.1 показаны причины возможных дефектов при окраске поверхностей пневмораспылением,

Таблица 6. /. Возможные дефекты покрытий при окраске пневмораспылением

Дефекты	Причины возникновения
Поверхность покрыта пылью или мелкими крупинками	Пыльное помещение
	Под действием* рихиорипм рмуруются внутренняя поверхность ШМИГО1
1 Неравномерная толщина покрытия, волнистость поверхности	Краскораспыли)М№ импдинм мишнм Олиако от окра- ■ шиваемой помцмшги, и ммйшмх Отыу* раздувает пленку ЛКМ
Поверхность покрытия имеет шагрень	Плохой режим ЛКМ иям ПММИИИОИ амиоши
Мелкая шероховатость покрытия, отсутствие блеска	Большое расстояние) m mo1mпи1ам ми охришимпой поверхности
i Матовость и побеление покрытия	Большое КОЛИЧЕСТВ к ЛКМ мfwwfумN рш ишрииншй
	Низкая твм1 M M1y M ИШfMMмшихь «ломицмми
Пузырьки воды и мелкие пятна на поверхности покрытия	ПодавапммиИ И щмиицшшншт. ЮЯДух itj)inp*ni итиу

Лакокрасочные покрытия по пневмгму мило модра здглиюнн на 4 класса (табл. 5.1. с. 102).

6.4. Экспериментальная часть

6.4.1. Подготовка металлической поверхности к окраске и нанесение слоя грунта

Оборудования:

- металлические пластинки размером 100– МИМ),8 мм;
- бензин или ацетон;
- шлифовальная шкурка;
- грунтовка ГФ–020, ГФ–037 или N"IX;

- вытяжной шкаф;
- сушильный шкаф.

Порядок выполнения работы

1. Зачистить стальную пластинку с обеих сторон шлифовальной шкуркой.
2. Удалить с ее поверхности пыль и ржавчины промывкой в бензине или ацетоне, затем просушить.
3. Подготовленную пластинку погрузить в грунтовку так, чтобы загрунтованной с обеих сторон оказалась только половина пластинки.
4. Вынуть пластинку и дать стечь излишкам грунтовки в течение 5 мин.
5. Просушить нанесенный слой грунта в течение 20—25 мин при температуре 100—110 °С.
6. Охладить пластинку в течение 5 мин.
7. Произвести пробу на полное высыхание, для чего
 - на пластинку с покрытием нанести груз массой 0,2 кг и с опорной поверхностью 100 мм²;
 - по истечении 30 с груз снять и произвести контроль на предмет прилипания волокон ваты к грунту и остаточных следов.
8. Результат записать в отчет.

6.4.2. Шпатлевание

Оборудование:

- шпатель;
- шлифовальная шкурка № 180;
- нитрошпатлевка;
- сушильный шкаф.

Порядок выполнения работы

1. С помощью шпателя нанести на одну из сторон пластинки слой шпатлевки по возможности ровным и тонким слоем.
2. Произвести сушку шпатлевки в течение 15—20 мин при температуре 60—70 °С.
3. Охладить пластинку в течение 5 мин и произвести пробу на полное высыхание.

4. С помощью шкурки отшлифовать слой шпатлевки до появления совершенно гладкой и беспористой поверхности.
5. Результат испытания записать и отчет.

6.4.3. Оценка малярных свойств краски

Оборудование:

- образцы стандартных красок, применяемых и автомалярном производстве;
- растворитель № 646;
- бензин;
- две пробирки с пробками;
- вискозиметр ВЗ-4;
- стеклянная пластинка размером 90х120 мм;
- весы лабораторные;
- кисть;
- шахматная доска или белая Оумши. на которую нанесены черные полосы.

Порядок выполнения работы

1. Выбрать образец краски из имеющихся и коллекции и определить ее тип, для чего:
 - налить ее в две пробирки примерно до уровня 10 мм от дна каждой;
 - добавить примерно такое же количество и одну порцию бензина, в другую растворитель № 646;
 - заткнуть пробками и энергично перемешать;
 - осмотреть полученный раствор и определить, совместимости краски с растворителями ее тип;
 - результат записать в отчет.
2. Измерить вязкость краски, для чего:
 - заполнить вискозиметр испытуемой краской в количестве 100 мл;
 - одновременно с вытягиванием шпорного шарика включить секундомер и выключить его по окончании вытекания краски.
 - замер повторить четыре раза и вывести среднее значение;
 - сделать вывод по вязкости краски и результат записать в отчет.

3. Вымыть вискозиметр ВЗ–4 при помощи соответствующего растворителя.

4. Определить укрывистость J1 КМ, для чего:

- взвесить стеклянную пластинку с точностью до 0,1 г;
- наложить ее на шахматную доску;
- при помощи кисти наносить слои краски с интервалом в 5 мин до тех пор, пока не будет достигнута полная укрывистость;
- просушить пластинку при 60 °С не менее 10 мин;
- вновь взвесить окрашенную пластинку и рассчитать укрывистость краски;
- результат записать в отчет.

6.4.4. Окраска и определение адгезии и эластичности покрытия

Оборудование:

- образцы стандартных эмалей (красок), применяемых в автомобильном производстве;
- растворитель № 646 или ацетон;
- краскораспылитель;
- стальные пластинки размером 100х100х0,8 мм;
- стальные пластинки размером 150х20х0,3 мм;
- сушильный шкаф;
- вытяжной шкаф;
- набор стальных стержней диаметром 20, 15, 10, 3 и 1 мм;
- лезвия безопасной бритвы.

Порядок выполнения работы

1. Подготовить стальные пластинки согласно п. 6.4.1.
2. Нанести слой краски при помощи краскораспылителя.
3. Определить время высыхания от пыли.
4. Просушить окрашенную пластинку в течение 10—15 мин при температуре 50—60 °С.
5. Промыть краскораспылитель в растворителе № 646.
6. Определить адгезию лакокрасочного покрытия, для чего:
 - на окрашенной пластинке размером 100х100х0,8 мм в двух взаимно перпендикулярных направлениях на всю глубину покрытия лезвием безопасной бритвы нанести надрезы на расстоянии 2 мм;

- слегка надавить на образовавшиеся квадраты и помыть сдвинуть их с места;
- сделать вывод о состоянии адгезии и результат записан, в отчет.

7. Определить эластичность лакокрасочного покрытия, для чего:

- окрашенную стальную пластинку размером 150x20x0,3 мм плавно изгибать. мм ИКО" поочередно вокруг стержней, начиная с большего диаметра и переходя к меньшему (при этом испытываемая пленка должна быть обращена наружу, т. е. работать на растяжение);
- зафиксировать значение эластичности МЛОНКИ и результат записать в отчет.

6.4.5. Оценка твердости ЛКП и его ПРОЧНОСТИ при ударе

Оборудование:

- прибор М-3;
- прибор У-1;
- окрашенная металлическая пластинка размером 100x100x2 мм (Ю» ЦК) мм,
- окрашенная стеклянная пластинка
- секундомер.

Порядок выполнения работы

1. Для определения твердости ЛКП

- установить окрашенную стеклянную пластинку на опору прибора М-3 под шариком (или обратном) маятника;
- установить маятник в нулевое положение;
- отвести маятник на 5°;
- освободить маятник и по формуле (6.1) рассчитать твердость покрытия (стеклянное число прибора получить и отделить от периода колебаний),
- результат записать в отчет,

2. Для определения прочности ЛКП при ударе:

- установить окрашенную стальную пластину на наковальню прибора У-1;
- начиная с минимальной высоты падения груза и постепенно ее увеличивая, определим, прочность покрытия;
- результат записан, в отчет.

6.4.6. Составление отчета

По результатам анализов заполнить таблицу по форме:

Отчет о лабораторной работе по оценке качества

(указать наименование и марку продукта)

Цель работы			
Задание			
Результаты оценки	Показатель	Единицы измерения	Результат измерения, испытания
	Проба на полное высыхание грунта	мин	
	Проба на полное высыхание шпатлевки	мин	
	Проба на высыхание эмали от пыли	мин	
	Тип эмали (краски)	–	Указать, с каким растворителем совместима
	Вязкость	с	
	Укрывистость	л / м ²	
	Адгезия	иыдорживает, не Мдерживает	
	Прочность при изгибе	мм	
Заключение о пригодности ЛКМ			

Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляются к ЛКМ?
2. Как готовится поверхность деталей к окраске?
3. Как классифицируются лакокрасочные покрытия?
4. Какими показателями оцениваются малярные свойства красок?
5. Как обозначаются лакокрасочные материалы?
6. Чем достигается высокая адгезия лакокрасочных покрытий?

Список литературы

1. Башкирцев В. И. Ремонт автомобилей полимерными минеральными маслами. М., 2000.
2. Ваванов В. В., Вайншток В. В., Гуреев Л. Л. Автомобильные пластичные смазки. М., 1986.
3. Васильева Л. С. Автомобильные эксплуатационные материалы. М., 1987.
4. Гнатченко И. И., Бородин В. Л., Решшной В. Р. Автомобильные масла, смазки, присадки. Справочник автомобилиста. СПб.-М., 2000.
5. Козлов В. С., Меньшова В. П., Спишин И. Л. Экологическая безопасность автомобильного транспорта. М., 2001.
6. Колесник П. А. Материаловедение и инженерия в автомобильном транспорте. М., 1997.
7. Концова Л. В. Горючесмазочные материалы автомобильной техники. Воронеж, 1993.
8. Крутяков В. С. Охрана труда и безопасность в автомобильном транспорте и на автомобильных дорогах. М., 1993.
9. Манусаджанц О. И., Смоль И. И. «И». Динамика развития эксплуатационные материалы. М., 1989.
10. Мурзин Л. Г., Гончаров И. М. Гонлино, материалы, материалы М 1981.
11. Павлова Е. И. Экологии груди М, ЛИН
12. Шангин Ю. А. Восстановление лакокрасочного покрытия легкового автомобиля. М., 1988.
13. Журнал «За рулем», № 6. 1999 г., № 12, г.

Оглавление

Введение	3
1. Автомобильные топлива.....	5
1.1. Нефть.....	5
1.1.1. Химический состав нефти.....	5
1.1.2. Способы переработки нефти.....	6
1.2. Автомобильные бензины.....	9
1.2.1. Требования к качеству бензинов.....	9
1.2.2. Свойства и показатели бензинов, влияющие на смесеобразование.....	10
1.2.3. Свойства и показатели бензинов, влияющие на подачу топлива.....	13
1.2.4. Свойства и показатели бензинов, влияющие на процесс сгорания.....	13
1.2.5. Свойства и показатели бензинов, влияющие на образование отложений.....	20
1.2.6. Коррозионные свойства бензинов.....	21
1.2.7. Марки бензинов и их применение.....	23
1.3. Автомобильные дизельные топлива.....	26
1.3.1. Требования к дизельному топливу.....	26
1.3.2. Свойства и показатели ДТ, влияющие на подачу . .	26
1.3.3. Свойства и показатели ДТ, влияющие на смесеобразование.....	28
1.3.4. Свойства и показатели ДТ, влияющие на самовоспламенение и процесс сгорания.....	29
1.3.5. Свойства и показатели ДТ, влияющие на образование отложений.....	31
1.3.6. Марки дизельных топлив.....	33
1.4. Альтернативные топлива.....	35
1.4.1. Классификация альтернативных топлив.....	35
1.4.2. Сжиженные нефтяные газы.....	35
1.4.3. Сжатые газы.....	37
1.4.4. Газоконденсатные топлива, спирты и водород ...	38

2. Смазочные материалы.....	И*
2.1. Общие сведения.....	
2.1.1. Трение.....	< № •
2.1.2. Эксплуатационные требования к смазочным материалам.....	'II
2.1.3. Получение смазочных материалов.....	I)
2.1.4. Классификация масел.....	I >
2.2. Моторные масла.....	47
2.2.1. Условия работы и причины старения.....	47
2.2.2. Эксплуатационные свойства.....	4)
2.2.3. Классификация моторных масел и их обозначение	53
2.2.4. Синтетические масла для двигателей	58
2.3. Трансмиссионные и гидравлические масла	59
2.3.1. Условия работы трансмиссионных масел.....	59
2.3.2. Классификация трансмиссионных масел и их обозначение.....	60
2.3.3. Условия работы и требования к гидравлическим маслам.....	64
2.3.4. Классификация гидравлических масел и их обозначение.....	65
2.4. Автомобильные пластичные смазки.....	66
2.4.1. Назначение, состав и получение пластичных смазок.....	66
2.4.2. Эксплуатационные свойства пластичных смазок . .	67
2.4.3. Классификация, применение и обозначение пластичных смазок	69
3. Атомобильные специальные жидкости.....	76
3.1. Жидкости для системы охлаждения.....	76
3.1.1. Назначение и требования к охлаждающим жидкостям.....	76
3.1.2. Низкозамерзающие жидкости.....	76
3.2. Жидкости для гидравлических систем.....	80
3.2.1. Тормозные жидкости.....	80
3.2.2. Амортизаторные жидкости.....	81
3.3. Пусковые жидкости.....	82
3.4. Стеклоомывающие жидкости.....	83
3.5. Моющие средства.....	83

4. Рациональное применение топливно–смазочных материалов на автомобильном транспорте.....	85
4.1. Управление расходом ТСМ.....	85
4.1.1. Основные составляющие расхода ТСМ.....	85
4.1.2. Планирование и нормирование расхода ТСМ ...	86
4.2. Экономия топлива и смазочных материалов.....	89
4.2.1. Экономия ТСМ при эксплуатации автомобильной техники.....	89
4.2.2. Экономия моторных масел.....	93
4.3. Качество топлива и смазочных материалов.....	94
4.3.1. Влияние качества топлив и масел на их расход ...	94
4.3.2. Организация контроля качества ТСМ.....	95
4.3.3. Повторное использование отработавших масел . .	97
5. Конструкционные и ремонтные материалы.....	98
5.1. Лакокрасочные и защитные материалы.....	98
5.1.1. Назначение и требования к ЛКМ.....	98
5.1.2. Состав ЛКМ.....	99
5.1.3. Способы нанесения ЛКМ.....	101
5.1.4. Классификация лакокрасочных покрытий . . .	102
5.1.5. Основные показатели качества ЛКМ и их покрытий.....	102
5.1.6. Маркировка ЛКМ.....	104
5.1.7. Вспомогательные ЛКМ.....	106
5.1.8. Защитные материалы	106
5.2. Резиновые материалы.....	107
5.2.1. Состав.....	107
5.2.2. Вулканизация резины.....	109
5.2.3. Физико–механические свойства резины.....	110
5.2.4. Армирование резиновых изделий.....	111
5.2.5. Резиновые клеи.....	112
5.2.6. Особенности эксплуатации резиновых изделий . .	112
5.2.7. Автомобильные шины.....	114
5.3. Обивочные, уплотнительные, прокладочные, электроизоляционные материалы, клеи.....	123
5.3.1. Использование уплотнительных, обивочных и электроизоляционных материалов.....	123
5.3.2. Синтетические клеи.....	124

6. Техника безопасности и охрана окружающей среды при использовании автомобильных эксплуатационных материалов.....	МИ
6.1. Токсичность и огнестойкость автомобильных эксплуатационных материалов.....	МП
6.2. Техника безопасности при работе с автомобильными эксплуатационными материалами I U	
6.2.1. Техника безопасности при работе с топливом и смазочными материалами	132
6.2.2. Техника безопасности при работе со специальными жидкостями и Л КМ.....	133
6.3. Охрана окружающей среды .	134
6.3.1. Влияние автомобильного транспорта на окружающую среду .	134
6.3.2. Предельно допустимые выбросы и предельно допустимые концентрации.....	136
Лабораторные работы	
Введение.....	140
Лаборатория работа № I .	142
Лаборатория работа № 2 . . .	156
Лаборатория работа № 3 . .	167
Лаборатория работа № 4 . .	175
Лаборатория работ N"5.....	1X1
Лаборатория рабоча № 6.....	190
Список литературы	203