

Н. Б. Кириченко

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

8-е издание

ТРАНСПОРТ

ACADEMA



Н. Б. КИРИЧЕНКО

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

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

8-е издание, стереотипное



Москва
Издательский центр «Академия»
2012

Рецензенты:

зам. директора по УПР Государственного образовательного учреждения
«Мытищинский машиностроительный техникум-предприятие» *В. А. Базлов*;
зав. кафедрой «Эксплуатация автомобильного транспорта» Махачкалинского
филиала МАДИ, канд. техн. наук *М. А. Масуев*

Кириченко Н. Б.

Автомобильные эксплуатационные материалы : учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / Н. Б. Кириченко. — 8-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2012. — 208 с.

Рассмотрены основные свойства, показатели качества и организация рационального применения автомобильных эксплуатационных материалов: бензинов; дизельных и газовых топлив; моторных, трансмиссионных и некоторых других масел; специальных жидкостей (охлаждающих, для амортизаторов и гидравлических приводов различных агрегатов), а также резиновых, лакокрасочных и других неметаллических материалов, необходимых для эксплуатации и ремонта автомобилей.

Для студентов средних профессиональных учебных заведений.

ВВЕДЕНИЕ

Нефть и газ являются основным сырьем при производстве автомобильных эксплуатационных материалов.

Нефть — это минеральное жидкое маслянистое горючее вещество, на образование которого в природе требуется сотни миллионов лет.

В развитии отечественной нефтяной промышленности исключительно велика роль Дмитрия Ивановича Менделеева, придававшего особое значение науке о нефти как важному средству неуклонного движения научно-технического прогресса. «Без светоча науки, — писал Д. И. Менделеев, — и с нефтью будут потемки».

Ученые нашей страны, продолжая дело своего великого предшественника, внесли огромный вклад в решение основных вопросов по добыче, переработке и использованию нефти и нефтепродуктов.

Особое значение для развития производства и применения смазочных масел имела созданная Н. П. Петровым гидродинамическая теория смазки, которая нашла свое продолжение в трудах Н. Е. Жуковского, С. А. Чаплыгина, Л. С. Лейбензона и многих других ученых. Эта теория и в настоящее время служит основой многих научных исследований и проектно-конструкторских работ.

Фундаментальные исследования академиков Н. Д. Зелинского, С. С. Наметкина, Н. Н. Семенова и их учеников позволили раскрыть особенности строения и указать колоссальные возможности использования углеводородов нефти и нефтепродуктов. «Не просто взять из нефти то, что в ней содержится, но преобразовать в нужном нам направлении природу углеводородов нефти», — таково характерное направление работ Н. Д. Зелинского, оказавших огромное влияние на развитие науки о нефти и методах ее переработки.

Эффективное использование нефтепродуктов невозможно без ясного представления о процессах изменения и окисления их углеводородов, без арсенала методов и приборов для проведения обширного комплекса исследований. В этом направлении важное значение имеют работы Н. И. Черножукова, С. Э. Крейна, Б. В. Лосикова, Г. В. Виноградова, К. К. Папок, К. С. Рамайя и др.

Хотя надежных способов определения запасов ископаемых видов топлива (нефти, газа и угля) в мире до сих пор нет, по оценкам некоторых ученых постоянный рост их потребления исчерпает разведанные ресурсы в первые десятилетия текущего столетия.

В 60-х годах XX века в Западной Сибири (на севере Тюменской области) и на севере европейской части России были открыты большие залежи нефти и природного газа.

Мировая добыча нефти в 1990 г. составила 3100 млн т, а добыча нефти в России — около 300 млн т (при запасах 20 млрд т).

В 2000 г. суточный прирост добычи нефти в России составил 30 тыс. баррелей, и в первую очередь за счет объединения «Сургутнефтегаз». Второе и третье место по приросту добычи нефти занимали в это время соответственно «Тюменская нефтяная компания» и «Славнефть».

В настоящее время в бурении новых скважин лидерами являются компании «Сургутнефтегаз», «Лукойл», «Сиданко», «Тюменская нефтяная компания», «Роснефть» и «Онако». Например, по итогам работы за 2000 г. объем добычи нефти компании «Онако» составил 6,8 млн т, а компании «Архангельскгеодобыча» — 172 тыс. т. Была также начата разработка 36 новых месторождений.

Добыча газа в России в настоящее время производится в объеме 530 млрд м³ в год. Например, компания «Севергазпром» в 2001 г. произвела 215 тыс. т газоконденсата и 120 тыс. т сжиженного газа.

За последние 30 лет за рубежом создана и успешно функционирует целая индустрия производства сжиженного природного газа (СПГ), обеспечивающая получение до 100 млрд м³ продукта в год.

Производство СПГ определяется ростом значения использования природного газа (ПГ) в мировой энергетике, обусловленного его низкой ценой и экологическими показателями. В настоящее время в России практически отсутствует промышленное производство СПГ, хотя работы в данном направлении ведутся более 30 лет.

Автомобильный транспорт является основным потребителем (свыше 65 %) наиболее дефицитных и ценных светлых нефтепродуктов, получаемых на нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ), а двигатели внутреннего сгорания (ДВС) — бензиновые карбюраторные и дизельные остаются наиболее массовыми силовыми установками автомобилей.

В нашей стране автомобили с дизельными двигателями составляют всего 15 % от общей численности парка, а, например, во Франции дизельные двигатели имеют 30 % автомобилей грузоподъемностью 4...12 т и 98 % автомобилей с грузоподъемностью свыше 12 т.

Экономное расходование энергетических ресурсов — одна из важнейших задач народного хозяйства.

Проблема экономии горючесмазочных материалов (ГСМ) на автомобильном транспорте, потребляющем значительную часть производимого в стране жидкого топлива, является наиболее острой. Поэтому, наряду с увеличением выпуска дизельных автомобилей, проведением работ по совершенствованию технического уровня выпускаемых бензиновых двигателей и созданию новых более

экономичных двигателей, важнейшими задачами становятся замена дефицитных видов топлива на более дешевые, перевод автомобилей на газовое топливо, повышение качества ГСМ и их экономия за счет рационального применения в процессе эксплуатации автомобилей.

Потребность в научной обоснованности применения ГСМ привела к появлению новой прикладной отрасли науки, получившей название «химмотология», впервые предложенное в 1964 г. К. К. Папок.

Химмотология — это направление науки и техники, занимающееся изучением эксплуатационных свойств и качеств топлив, масел, смазок и специальных жидкостей, а также теорией и практикой их рационального применения в технике.

Одним из ведущих ученых, развивающих эту молодую науку в настоящее время, является профессор А. А. Гуреев.

Химмотологию сегодня рассматривают как составную часть единой взаимосвязанной четырехзвенной системы: *конструирование и изготовление техники — разработка и производство ГСМ — эксплуатация техники — химмотология*. С учетом условий применения ГСМ на автомобильном транспорте эта система имеет вид: *двигатель — топливо — смазочные материалы — эксплуатация* (рис. В.1).

Важнейшими задачами на современном этапе развития химмотологии являются следующие: обоснование оптимальных требований к качеству ГСМ; усовершенствование технических характери-

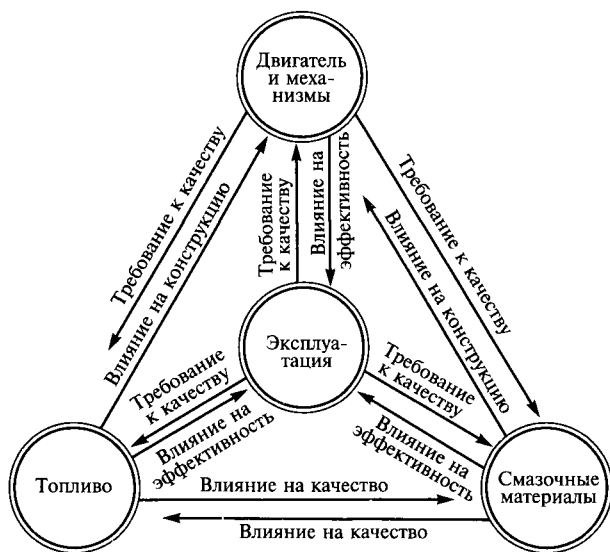


Рис. В.1. Схема единой четырехзвенной системы *двигатель — топливо — смазочные материалы — эксплуатация*

стик двигателей и машин, повышающих надежность, долговечность и экономичность их работы при условии использования ГСМ, удовлетворяющих установленным оптимальным требованиям; создание новых сортов ГСМ и разработка основ их унификации; выявление оптимальных условий, обеспечивающих снижение потерь и сохранение качества ГСМ при хранении, транспортировании, заправке и применении.

Эффективность и надежность эксплуатации различных автомобилей зависит не только от их конструктивных и технологических особенностей, но и в значительной степени от того, насколько удачно подобраны к ним топливо, смазочные материалы и технические жидкости.

ЧАСТЬ I

ТОПЛИВОСМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ГЛАВА I

НЕФТЬ КАК СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТОПЛИВА И МАСЕЛ

1.1. Химический состав нефти

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

Нефть и нефтепродукты в основном состоят из углерода — 83...87 %, водорода — 12...14 % и серы — 3...4 %, остальное — азот и кислород, т.е. основу сложной по химическому составу и структуре жидкости составляют углеводороды: парафиновые, нафтеновые и ароматические.

В обычных условиях углеводороды, содержащие от одного до четырех атомов углерода, являются газами.

В состав бензина и дизельного топлива входят жидкие углеводороды, имеющие от 5 до 15 атомов углерода.

Парафиновые углеводороды (алканы) имеют общую эмпирическую формулу C_nH_{2n+2} . Если они содержат от одного до четырех атомов углерода — это газы (метан, этан, пропан, бутан, изобутан), обладающие высокой детонационной стойкостью, т.е. их октановое число (ОЧ), определенное по моторному методу, составляет 100 и выше. При наличии в парафиновых углеводородах от 5 до 15 атомов углерода — это жидкие вещества, а при содержании свыше 15 атомов углерода (C_{16} — гексадекан) — твердые.

Топлива и смазочные материалы, содержащие большое количество алкановых углеводородов, отличаются высокой стабильностью. В высококачественных автомобильных бензинах желательно присутствие изопарафинов, которые устойчивы к действию кислорода при высоких температурах. Наличие же нормальных парафинов, легко окисляющихся при повышенных температурах, снижает детонационную стойкость бензинов, но в то же время, уменьшая время с момента подачи топлива в двигатель до его воспламенения, способствует более плавному нарастанию давления и, сле-

довательно, улучшению работы двигателя. Поэтому содержание нормальных парафинов предпочтительно в более тяжелых дизельных топливах, хотя в зимних сортах их количество тоже ограничивают.

Смазочные материалы, содержащие парафиновые углеводороды, имеют высокие температуры застывания, поэтому их применение в холодное время также затруднено.

Нафтеновые углеводороды (цикланы) — циклические насыщенные углеводороды с общей формулой C_nH_{2n} в нефти содержатся в виде циклопентана C_5H_{10} и циклогексана C_6H_{12} .

Циклическое строение предопределяет высокую химическую прочность углеводородов этого ряда. Нафтеновые углеводороды выделяют меньше теплоты при сгорании по сравнению с парафиновыми углеводородами и имеют высокую детонационную стойкость, т.е. являются желательными компонентами в топливах для карбюраторных двигателей и зимних сортах дизельных топлив.

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

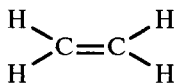
Ароматические углеводороды (арены) с общей формулой C_nH_{2n-6} содержатся в нефти в виде бензола C_6H_6 и его гомологов. Вследствие своей высокой термической устойчивости ароматические углеводороды являются желательными составляющими в топливах для карбюраторных двигателей, которые должны иметь самые высокие октановые числа.

Из-за высокой нагарообразующей способности допустимое содержание аренов в бензинах составляет 40...45%. В дизельных топливах вследствие термической стабильности аренов их присутствие является нежелательным.

Непредельные углеводороды (олефины) не содержатся в нефти, они образуются в процессе ее переработки. Непредельные соединения являются важнейшим сырьем при получении топлива методом нефтехимического и основного органического синтеза.

Общая формула олефиновых углеводородов C_nH_{2n} .

Например, этилен C_2H_4 имеет следующую структуру:



В условиях эксплуатации низкая химическая стойкость олефинов, содержащихся в нефтепродуктах, играет отрицательную роль, понижая их стабильность. Так, бензины термического крекинга из-за окисления их олефиновой части осмоляются при хранении, загрязняют жиклеры карбюраторов и впускной трубопровод, т.е. наличие олефинов нежелательно в любых нефтепродуктах.

Сернистые соединения. Нефть многих месторождений является сернистой или высокосернистой. Переработка такой нефти требует дополнительных затрат, так как при увеличении содержания серы в бензине с 0,033 до 0,15 % мощность двигателя снижается на 10,5 %, расход топлива увеличивается на 12 %, а число капитальных ремонтов возрастает в два раза. Кроме того, использование сернистых топлив наносит большой вред окружающей среде. Сернистые соединения подразделяются на активные и неактивные. К активным относятся соединения, способные вызвать коррозию металлов при нормальных условиях. Это сероводород H_2S , меркаптаны $R-SH$ (где R — углеводородный радикал) и элементарная сера S . Находясь в растворенном или взвешенном состоянии, эти соединения способны вызвать сильную коррозию металлов при любых температурных условиях.

В соответствии со стандартами присутствие активных сернистых соединений в нефтепродуктах не допускается.

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

В малосернистой нефти содержание сернистых соединений колеблется от 0,1 до 0,5 %, а в сернистой достигает 4 %.

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

Простейшие кислородные соединения — это органические кислоты с общей формулой $R-COON$, где R — углеводородный радикал. В незначительном количестве они присутствуют в топливах и маслах в виде высококипящих (с температурой кипения выше $200^\circ C$) маслянистых жидкостей, вызывающих сильную коррозию некоторых цветных металлов (свинца, цинка и др.), поэтому их количество в топливах и маслах строго ограничено ГОСТами.

Смолисто-асфальтовые соединения — это сложные смеси высокомолекулярных соединений, состоящие из азота, серы, кислорода и некоторых металлов. Содержание этих веществ в нефти может составлять от десятых долей до десятков процентов.

Например, нейтральные смолы, содержащиеся в нефти и имеющие цвет от коричневого до черного, обладают интенсивной красящей способностью, чем и обусловлена соответственно окраска получаемых товарных топлив и масел. Это очень неустойчивые, легко изменяющиеся и плохо испаряющиеся вещества, которые отрицательно влияют на свойства топлив и масел.

Азотистые соединения имеются в нефти в крайне малых количествах и поэтому не оказывают заметного влияния на свойства топлив и смазочных материалов.

1.2. Методы переработки нефти

Основным способом переработки нефти является ее прямая перегонка.

Перегонка — дистилляция (стекание каплями) — разделение нефти на отличающиеся по составу фракции, основанное на различии в температурах кипения ее компонентов.

Фракция — химическая составная часть нефти с одинаковыми химическими или физическими свойствами (температурой кипения, плотностью, размерами), выделяемая при перегонке.

Прямая перегонка — это физический способ переработки нефти с помощью атмосферно-вакуумной установки (рис. 1.1), принцип работы которой заключается в следующем.

В результате нагрева нефти в специальной трубчатой печи 1 до 330... 350 °С образуется смесь паров нефти и неиспарившегося жидкого остатка, поступающая в ректификационную колонну 3 с теплообменниками 2.

В ректификационной колонне (рис. 1.2) происходит разделение нефтяных паров на фракции, составляющие различные нефтепродукты. При этом температура кипения смежных групп получаемых фракций может отличаться всего лишь на 5... 8 °С.

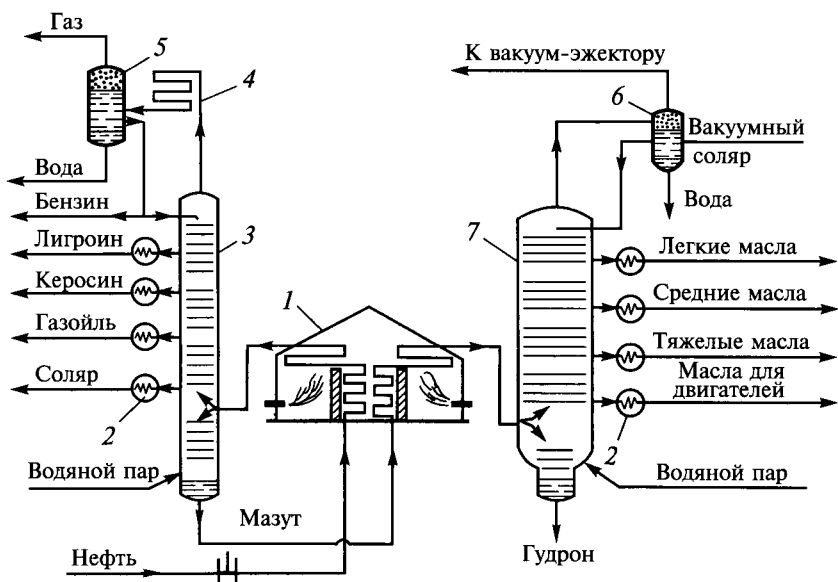


Рис. 1.1. Принципиальная схема атмосферно-вакуумной установки для прямой перегонки нефти:

1 — трубчатая печь; 2 — теплообменники; 3 — ректификационная колонна; 4 — конденсатор; 5 — сепаратор; 6 — сборник соляра; 7 — вакуумная колонна

Тяжелые фракции нефти, поступая в колонну в жидкой фазе, уже в нижней ее части отделяются от паров и отводятся из нее в виде мазута.

В зависимости от химического состава нефти используют две схемы получения топлива (рис. 1.3). В первом случае в интервале температур кипения от 40 до 150 °С отбирают авиационные бензины и в интервале от 150 до 300 °С — керосин, из которого изготавливают реактивные топлива. Во втором случае в интервале температур кипения от 40 до 200 °С отбирают автомобильные бензины и в интервале от 200 до 350 °С — дизельные топлива.

Мазут, остающийся после отгона топливных фракций (60...80 % от исходной массы нефти), используют для получения масел и крекинг-бензинов.

Углеводороды с температурой кипения ниже 40 °С (попутные газы) используют в качестве добавок к некоторым бензинам и в качестве сырья для получения ряда синтетических продуктов, а также как топливо для газобалонных автомобилей.

Продуктами прямой перегонки нефти (см. рис. 1.1) являются следующие дистилляты: бензин (40...200 °С); лигроин (110...230 °С); керосин (140...300 °С); газойль (230...330 °С) и соляр (280...350 °С).

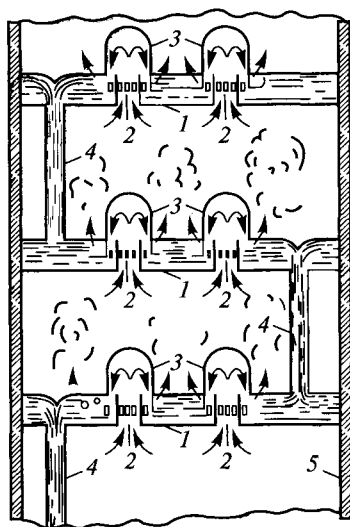


Рис. 1.2. Схема колпачковой ректификационной колонны:

1 — металлические тарелки; 2 — отверстия для прохождения паров; 3 — колпачки; 4 — сливные трубки; 5 — цилиндрический корпус

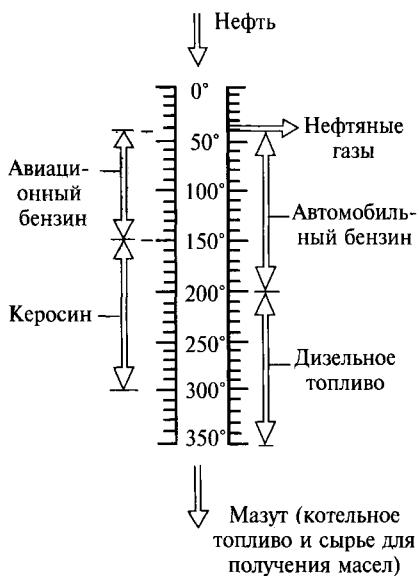


Рис. 1.3. Принципиальные схемы получения важнейших видов топлива для двигателей при перегонке нефти

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

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

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

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

Использование для переработки нефти крекинг-процессов позволяет увеличить выход бензиновых фракций.

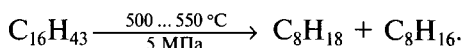
Крекинг — процесс переработки нефти и ее фракций, основанный на разложении (расщеплении) молекул сложных углеводородов в условиях высоких температур и давлений.

Впервые крекинг был предложен русским ученым А. А. Летним в 1875 г., а разработан — В. Г. Шуховым в 1891 г., но первая промышленная установка была построена в США.

Существуют следующие виды крекинга: термический, каталитический, а также гидрокрекинг и каталитический риформинг.

Термический крекинг используют для получения бензина из мазута, керосина и дизельного топлива.

Например, при нагревании до 500... 550 °С под давлением 5 МПа углеводород цетан, входящий в состав керосина и дизельного топлива, разлагается соответственно на нормальный октан и нормальный октен, которые являются составляющими бензина:



Бензин, получаемый посредством термического крекинга, имеет недостаточно высокое октановое число (66... 74) и большое содержание непредельных углеводородов (30... 40 %), т. е. он обладает плохой химической стабильностью, и его используют в основном только в качестве компонента при получении товарных бензинов.

Новые установки для термического крекинга в настоящее время уже не строят, так как получаемые с их помощью бензины при хранении окисляются с образованием смол и в них необходимо вводить специальные присадки (ингибиторы), резко снижающие темп осмоления.

Каталитический крекинг — это процесс получения бензина, основанный на расщеплении углеводородов и изменении их структуры под действием высокой температуры и катализатора.

Каталитический крекинг на заводской установке был впервые осуществлен в России в 1919 г. Н. Д. Зелинским.

В качестве сырья при каталитическом крекинге (рис. 1.4) используют газойлеву и соляровую фракции, получаемые при прямой перегонке нефти, которые нагревают до температуры $450...525^{\circ}\text{C}$ под давлением $0,15\text{ МПа}$ в присутствии алюмосиликатного катализатора, который ускоряет процесс расщепления молекул сырья и полимеризует продукты распада, превращая их в изопарафиновые и ароматические углеводороды. При этом количество олефинов снижается до $9...10\%$, а октановые числа получаемых бензинов, измеренные по моторному методу, равны $78...85$.

Продукты каталитического крекинга являются обязательными компонентами при производстве бензинов марок А-72 и А-76.

Гидрокрекинг — процесс переработки нефтепродуктов, сочетающий в себе крекирование и гидрирование сырья (газойлей, нефтяных остатков и др.). Такой процесс проводится под давлением водорода $15...20\text{ МПа}$ при температуре $370...450^{\circ}\text{C}$ в присутствии алюмокобальтмолибденового или алюмоникельмолибденового катализаторов.

Октановые числа бензиновых фракций, получаемых в результате гидрокрекинга, — $85...88$ (по исследовательскому методу измерения). Гидрокрекинг повышает также выход светлых нефтепродуктов — бензина, дизельного и реактивного топлива.

В качестве сырья для *каталитического риформинга* обычно используют бензиновые фракции первичной перегонки нефти, выкипающие уже при $85...180^{\circ}\text{C}$.

Риформинг проводят в среде водородосодержащего газа ($70...90\%$ водорода) при температуре $480...540^{\circ}\text{C}$ и давлении $2...4\text{ МПа}$ в присутствии молибденового или платинового катализатора.

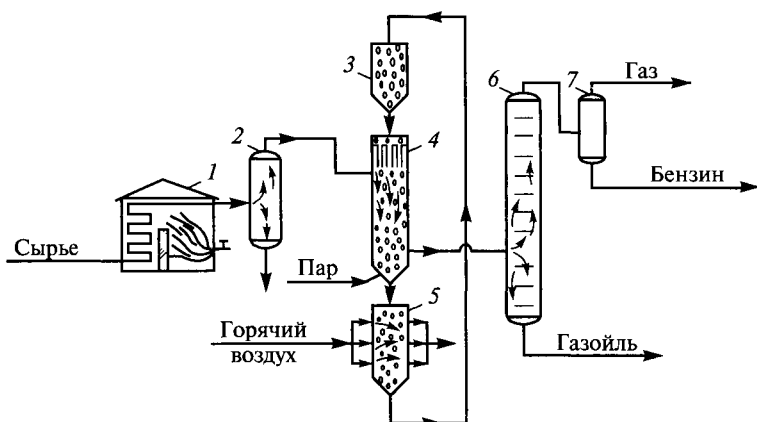


Рис. 1.4. Принципиальная схема каталитического крекинга:

1 — печь для нагрева сырья; 2 — испаритель; 3 — бункер с катализатором; 4 — реактор; 5 — регенератор; 6 — ректификационная колонна; 7 — газосепаратор

Риформинг при использовании молибденового катализатора называется *гидроформинг*, а при использовании платинового катализатора — *платформинг*. Последний, являющийся более простым и безопасным процессом, в настоящее время применяется значительно чаще.

Каталитический риформинг используют для получения высокооктанового компонента автомобильных бензинов (85 по моторному методу измерения и 95 — по исследовательскому).

Получение смазочных масел. Под влиянием идей Д. И. Менделеева нефтепромышленник В. И. Рогозин в 1876 г. построил около Нижнего Новгорода первый в мире завод по производству масел из мазута.

По способу производства различают дистиллятные и остаточные масла.

При получении *дистиллятных масел* мазут нагревают до 420...430 °С (см. рис. 1.1), создавая в вакуумной колонне разрежение в 50 мм рт.ст.

Выход дистиллятных масел из мазута составляет около 50 %, остальное — гудрон.

Остаточные масла — это очищенные гудроны. Для их получения мазут или полугудрон смешивают с сжиженным пропаном (6...8 частей пропана на одну часть мазута) при температуре 40...60 °С. Таким образом получают авиационные масла МК-22, МС-20 и трансмиссионное масло МТ-16. МК-22 рекомендовано и для смазки агрегатов некоторых автомобилей, например грузовых автомобилей Минского автозавода.

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

1.3. Очистка топлив и масел

Методы очистки топлив

1. Для снижения концентрации кислых продуктов (органических кислот, сероводорода) дистиллят обрабатывают раствором щелочи, а затем промывают чистой водой.

2. Для удаления смол дистиллят очищают серной кислотой, а затем последовательно промывают щелочными растворами и чистой водой.

3. Дистиллят с большим содержанием сернистых соединений подвергают гидрогенизации в присутствии катализатора (гидроочистке), в результате чего содержание серы в топливе снижается в 10...20 раз.

4. При изготовлении зимних сортов дизельных топлив из них удаляют парафиновые углеводороды, имеющие высокие температуры плавления. Процесс депарафинизации заключается в смешивании топлива с карбамидом, образующим кристаллические комплексы с парафинами нормального строения, и последующей его фильтрации. Очищенное таким образом топливо сохраняет текучесть до -60°C .

Методы очистки масел

1. С 70-х годов XIX века для очистки масел применяют концентрированную серную кислоту, которая растворяет смолы и некоторые сернистые соединения, и щелочь.

2. Очень широко для очистки масел используют отбеливающие глины, на поверхности которых адсорбируются смолы, серная и органические кислоты и другие вещества. Зачастую контактная очистка с помощью глины заменяет обработку кислого масла щелочью.

3. Селективным методом очистки с помощью фенола и фурфурола получают масло с высокой химической стабильностью, т.е. масло-рафинат, и экстракт-смолку, которую используют как присадку к трансмиссионным маслам.

Контрольные вопросы

1. Наличие каких групп углеводородов, составляющих основу нефти, желательны в автомобильных бензинах и дизельных топливах?

2. Каковы достоинства и недостатки прямой перегонки нефти?

3. Применение каких крекинг-процессов наиболее эффективно для получения высокооктановых автомобильных бензинов?

4. Какие методы очистки применяются для снижения содержания в топливах и маслах кислородных, сернистых соединений и асфальто-смолистых веществ?

ГЛАВА 2

АВТОМОБИЛЬНЫЕ БЕНЗИНЫ

2.1. Требования к качеству автомобильных бензинов

Автомобильные бензины (ГОСТ 2084—77) — топлива для карбюраторных двигателей должны отвечать следующим требованиям: бесперебойно поступать в систему питания двигателя;

обеспечивать образование топливовоздушной смеси требуемого состава;

обеспечивать нормальное и полное сгорание образуемой топливовоздушной смеси в двигателе (без возникновения детонации);
не вызывать коррозии и коррозионных износов деталей двигателя;

образовывать минимальное количество отложений во впускном трубопроводе, камерах сгорания и других частях двигателя;

сохранять свои свойства при хранении, перекачке и транспортировке.

Основными показателями качества бензинов являются детонационная стойкость, фракционный состав, давление насыщенных паров и химическая стабильность.

Рассмотрим систему питания карбюраторного двигателя, обеспечивающую образование топливовоздушной смеси определенного состава, схема которой представлена на рис. 2.1.

Топливо заливают в бак 1 через горловину с сетчатым фильтром. Диафрагменный насос 3 подает топливо в фильтр-отстойник 2, где оно очищается от механических примесей и воды, а затем в поплавковую камеру карбюратора 4.

Карбюратор предназначен для приготовления горючей смеси определенного состава, соответствующего режиму работы двигателя. В такте всасывания топлива в смесительной камере 7 карбюратора создается разрежение и туда поступает воздух, предварительно прошедший очистку в воздухоочистителе 6. Поток поступившего воздуха и захваченное им из жиклера 5 топливо перемешиваются во впускном трубопроводе 8, образуя горючую смесь, которая через открывшийся в определенный момент впускной клапан 9 поступает в камеру сгорания 11. Здесь горючая смесь смешивается с небольшими остатками продуктов сгорания, в результате чего образуется рабочая смесь.

В такте сжатия давление и температура рабочей смеси в камере сгорания возрастают, и после воспламенения ее искрой свечи зажигания 10 начинается такт рабочего хода поршня цилиндра, т.е. происходит преобразование тепловой энергии в механическую.

В последнем такте работы двигателя отработавшие газы из камеры сгорания выбрасываются в атмосферу через открывшийся выпускной клапан 12, выпускной трубопровод 14 и выхлопную трубу с глушителем и искрогасителем 15.

В карбюраторных двигателях процесс дозирования топлива, производимый калиброванными отверстиями жиклеров, и его уровень в поплавковой камере зависят от плотности и вязкости бензина.

Плотность бензина определяется его химическим составом, молекулярной массой и температурой, и хотя она для автомобильных бензинов не нормируется, ее необходимо точно знать при расчете дозирующих систем приборов питания и пересчете объем-

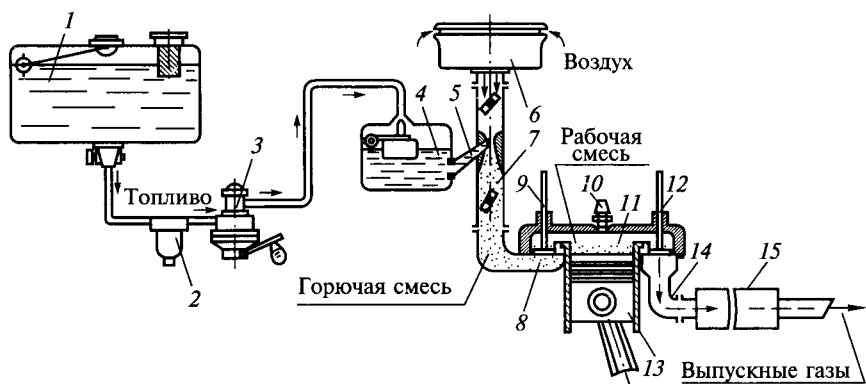


Рис. 2.1. Схема питания карбюраторного двигателя:

1 — топливный бак; 2 — фильтр-отстойник; 3 — диафрагменный насос; 4 — плавковая камера карбюратора; 5 — жиклер; 6 — воздухоочиститель; 7 — смешительная камера карбюратора; 8 — впускной трубопровод; 9 — впускной клапан; 10 — свеча зажигания; 11 — камера сгорания; 12 — выпускной клапан; 13 — рабочий цилиндр; 14 — выпускной трубопровод; 15 — выхлопная труба с глушителем и искрогасителем

ных единиц в массовые, и наоборот, для определения расхода топлива.

Плотность — это отношение массы вещества к его объему.

В СИ единицей плотности является $\text{кг}/\text{м}^3$, однако на практике до сих пор применяют и другие единицы — $\text{г}/\text{см}^3$, $\text{кг}/\text{л}$.

Плотность топлива определяется с помощью ареометра, гидростатических весов и пикнометра. Из-за своей простоты способ определения плотности ареометром применяется значительно чаще, несмотря на то, что он менее точный по сравнению с другими. Сущность этого метода заключается в снятии показания со шкалы ареометра, погруженного в топливо, и пересчете полученного результата на плотность продукта при стандартной температуре 20°C по формуле

$$\rho_{20} = \rho_t + \gamma(t - 20),$$

где ρ_t — плотность испытуемого продукта при температуре испытания, $\text{кг}/\text{м}^3$; t — температура испытания, $^\circ\text{C}$; γ — температурная поправка плотности, определяемая по справочной таблице.

С повышением температуры плотность топлива снижается.

Вязкость (внутреннее трение) — свойство жидкостей и газов оказывать сопротивление перемещению одной их части относительно другой.

Различают динамическую и кинематическую вязкость. В СИ за единицу динамической вязкости η принята вязкость такой жидкости, которая оказывает сопротивление силой в 1 Н взаимному сдвигу

двух слоев жидкости площадью 1 м^2 , находящихся на расстоянии 1 м один от другого и перемещающихся с относительной скоростью 1 м/с .

Динамическая вязкость определяется с помощью капиллярного или ротационного вискозиметров и выражается в $\text{Па} \cdot \text{с}$.

При использовании капиллярного вискозиметра измеряют время истечения жидкости через его капилляр под действием определенного давления (не ниже $13,3 \text{ кПа}$) и рассчитывают динамическую вязкость по формуле $\eta_t = C\tau p$, где C — постоянная вискозиметра; τ — длительность истечения топлива через капилляр, с; p — среднее арифметическое значение давления, определяемое по манометру, Па.

Кинематическая вязкость — это отношение динамической вязкости к плотности жидкости, определенной при той же температуре, при которой определялась вязкость, т.е. $\gamma_t = \eta_t/\rho_t$.

За единицу кинематической вязкости в СИ принят квадратный метр в секунду ($\text{м}^2/\text{с}$).

Плотность автомобильных бензинов при температуре 20°C составляет от $0,700$ до $0,755 \text{ г/см}^3$, и с понижением температуры на каждые 10°C она возрастает только на 1% .

Вязкость автомобильных бензинов при 20°C колеблется в пределах от $0,5$ до $0,7 \text{ мм}^2/\text{с}$, а с понижением температуры она повышается примерно в 10 раз быстрее, чем плотность.

При подаче бензина в зону диффузора происходит его распыливание, и чем мельче будут образованные при этом капли, тем быстрее и полнее будет испаряться поступающее из распылителя топливо. На процесс распыливания кроме вязкости топлива оказывает большое влияние его *поверхностное натяжение*, которое определяется работой, необходимой для образования 1 м^2 поверхности жидкости (т.е. для перемещения молекул жидкости из ее объема в поверхностный слой площадью в 1 м^2), и выражается в Н/м . Поверхностное натяжение всех автомобильных бензинов одинаково и при 20°C составляет $20 \dots 24 \text{ мН/м}$, что в $3,5$ раза меньше, чем у воды.

2.2. Теплота сгорания топлив

Теплота сгорания является одной из важнейших характеристик топлива, служащих для оценки его энергетических возможностей и экономической эффективности.

Теплота сгорания — это физическая величина, показывающая, какое количество теплоты выделяется при полном сгорании 1 кг топлива в кислороде. Она определяет энергию, которую сообщает топливо двигателю, и выражается в джоулях или калориях ($1 \text{ ккал} = 4,1868 \text{ кДж}$).

Различают высшую теплоту сгорания Q_v — с учетом теплоты конденсации паров воды — и низшую теплоту сгорания Q_n — без учета теплоты конденсации паров воды.

В автомобильных двигателях продукты сгорания отводят из цилиндров при температурах, значительно более высоких, чем температура конденсации паров воды. Поэтому рабочей теплотой сгорания бензинов и других жидких топлив считают Q_n .

Количество теплоты, выделяемое при сгорании топлива, зависит от химического состава, а следовательно, от содержания в нем углерода и водорода.

Наибольшая массовая теплота сгорания водорода составляет 121 100 кДж/кг, а углерода — 34 100 кДж/кг, поэтому парафиновые углеводороды с большим содержанием водорода имеют большую массовую теплоту сгорания по сравнению с ароматическими, содержащими меньше водорода.

Объемная же теплота сгорания меньше у парафиновых углеводородов и больше у нафтеновых и ароматических, так как у них выше плотность.

Теплоту сгорания нефтепродуктов, кДж/кг, с достаточной степенью точности можно определить по формуле

$$Q_n = 4,187(K - 2015\rho_4^{20}),$$

где K — коэффициент, зависящий от плотности нефтепродукта при 20 °С и определяемый по справочной таблице; ρ_4^{20} — относительная плотность нефтепродукта при 20 °С.

Теплота сгорания автомобильных бензинов различных марок, вырабатываемых из нефти, практически одинаковая, т.е. составляет 43,5...44,5 МДж/кг.

2.3. Испаряемость автомобильных бензинов и их фракционный состав

Важнейшие эксплуатационные свойства топлив связаны с их фракционным составом. Так, от фракционного состава бензина зависит запуск двигателя и время, затрачиваемое на его прогрев; перебои в работе двигателя, вызываемые образованием паровых пробок или обледенением карбюратора; приемистость двигателя; расход топлива и масла; мощность двигателя; образование углеродистых отложений, а также в определенной степени износ трущихся деталей.

Фракционный состав оказывает большое влияние и на полноту сгорания бензина: с увеличением в нем высококипящих фракций полнота сгорания заметно снижается.

При пуске холодного двигателя испаряемость бензина ухудшается из-за низкой температуры и плохого распыливания его при

малых скоростях воздуха в диффузоре, поэтому в цилиндры при температуре 0°C попадает в испарившемся виде лишь около 10 % бензина; при более высокой температуре его количество несколько возрастает, а при минусовой температуре — резко падает.

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

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

Для характеристики фракционного состава в стандарте указываются температуры, при которых перегоняется 10, 50 и 90 % бензина, а также температуры начала и конца его перегонки. Кроме того, ограничивается количество бензина, которое не перегоняется (остаток в колбе), и количество бензина, которое улетучивается в процессе перегонки.

Связь между фракционным составом бензина и работой двигателя можно определить с помощью номограммы, приведенной на рис. 2.2.

По температуре перегонки 10 % бензина ($t_{10\%}$) судят о наличии в нем головных (пусковых) фракций, от которых зависит легкость пуска холодного двигателя. Чем ниже эта температура, тем легче и быстрее можно пустить холодный двигатель, так как большое количество бензина будет попадать в цилиндры в паровой фазе.

После пуска двигателя интенсивность его прогрева, устойчивость работы на малой частоте вращения коленчатого вала и приемистость (интенсивность разгона автомобиля при полностью открытом дросселе) зависят главным образом от температуры перегонки 50 % бензина ($t_{50\%}$). Чем ниже эта температура, тем легче испаряются средние фракции бензина, обеспечивая поступление в непрогретый еще двигатель горючей смеси необходимого состава, устойчивую работу на малой частоте вращения коленчатого вала двигателя и хорошую приемистость.

По температуре перегонки 90 % ($t_{90\%}$) и температуре конца перегонки (кипения) судят о наличии в бензине тяжелых трудноиспаряемых фракций, интенсивности и полноте сгорания рабочей смеси и мощности, развиваемой двигателем. Для обеспечения испарения

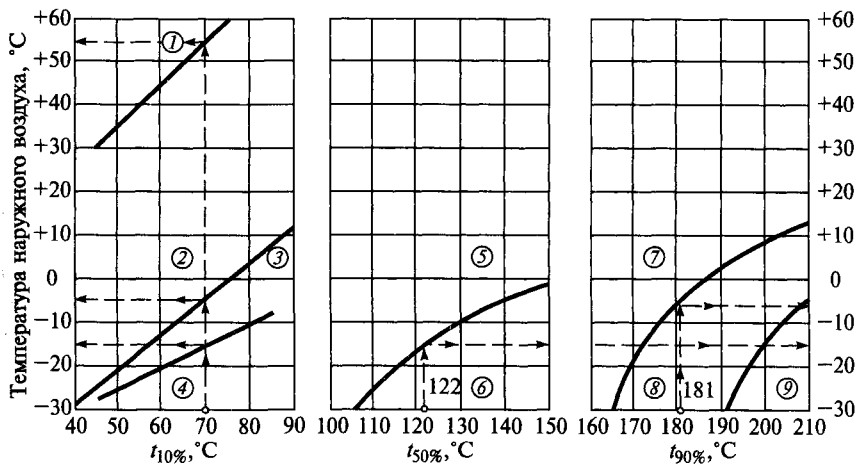


Рис. 2.2. Номограмма для эксплуатационной оценки бензинов по данным их разгонки:

1 — область возможного образования паровых пробок; 2 — область легкого пуска двигателя; 3 — область затрудненного пуска двигателя; 4 — область практически невозможного пуска холодного двигателя; 5 — область быстрого прогрева и хорошей приемистости двигателя; 6 — область медленного прогрева и плохой приемистости двигателя; 7 — область незначительного разжижения масла в картере; 8 — область заметного разжижения масла в картере; 9 — область интенсивного разжижения масла в картере

всего бензина, поступающего в цилиндры двигателя, эти температуры должны быть как можно более низкими.

Применение бензина с высокой температурой конца перегонки приводит к повышенным износам цилиндров и поршневой группы вследствие смывания масла со стенок цилиндров и его разжижения в картере, а также неравномерного распределения рабочей смеси по цилиндрам.

По потерям при перегонке бензина судят о склонности его к испарению при транспортировании и хранении. Повышенные потери при перегонке свидетельствуют о большом количестве в бензине особо легких фракций, интенсивно испаряющихся в жаркое время года.

2.4. Давление насыщенных паров

Давление насыщенных паров, т. е. давление пара, находящегося в равновесии с жидкостью или твердым телом при данной температуре, является одним из показателей испаряемости бензинов.

По давлению насыщенных паров можно судить о наличии легкоиспаряющихся фракций в бензине, способных образовывать

паровые пробки, о его пусковых свойствах, а также о возможных потерях при хранении и огнеопасности. Чем выше давление насыщенных паров, тем больше опасность образования паровых пробок при работе двигателя, но тем лучше пусковые свойства бензина.

Давление паров испаряющегося бензина на стенки емкости, называемое также упругостью паров, зависит от его химического и фракционного состава и температуры. Оно тем выше, чем больше содержится в топливе легкокипящих углеводородов, и уменьшается с понижением температуры.

При разгонке бензинов на стандартном аппарате невозможно оценить особо легкие фракции, наиболее опасные с точки зрения образования паровых пробок в топливопроводах. Поэтому давление насыщенных паров определяют в герметически закрытых приборах при температуре 38 °С.

Зная давление насыщенных паров можно правильно рассчитать объем, который может занимать сжиженный нефтяной газ при определенных максимальных температурах внешней среды, а также правильно обеспечить подачу жидкой и газовой фаз в систему питания двигателя.

Давление насыщенных паров летних бензинов 66,7 кПа, а зимних — 66,7... 93,3 кПа.

2.5. Нормальное и детонационное сгорание рабочей смеси

Химический состав и количество используемого топлива, его соотношение с воздухом, а также величина остаточных газов, температура и давление в цилиндре двигателя, конструкция камеры сгорания и ряд других факторов существенно влияют на скорость сгорания рабочей смеси. Схема смесеобразования в карбюраторном двигателе показана на рис. 2.3.

Процесс нормального сгорания рабочей смеси проходит плавно с почти полным протеканием реакции окисления топлива и средней скоростью распространения пламени 10... 40 м/с. Когда скорость распространения пламени резко возрастает (почти в 100 раз) и достигает 1500... 2000 м/с, возникает детонационное сгорание.

Детонация топлива, вызывающая ненормальную работу двигателя, является следствием накопления перекисей в рабочей смеси и их взрывным воспламенением. Детонация сопровождается металлическими стуками, появлением в отработанных газах черного дыма, падением мощности и перегревом двигателя, а также имеет другие вредные последствия, вплоть до механического повреждения отдельных его деталей.

Поэтому все факторы, способствующие образованию перекисей, увеличивают детонацию топлива в двигателе.

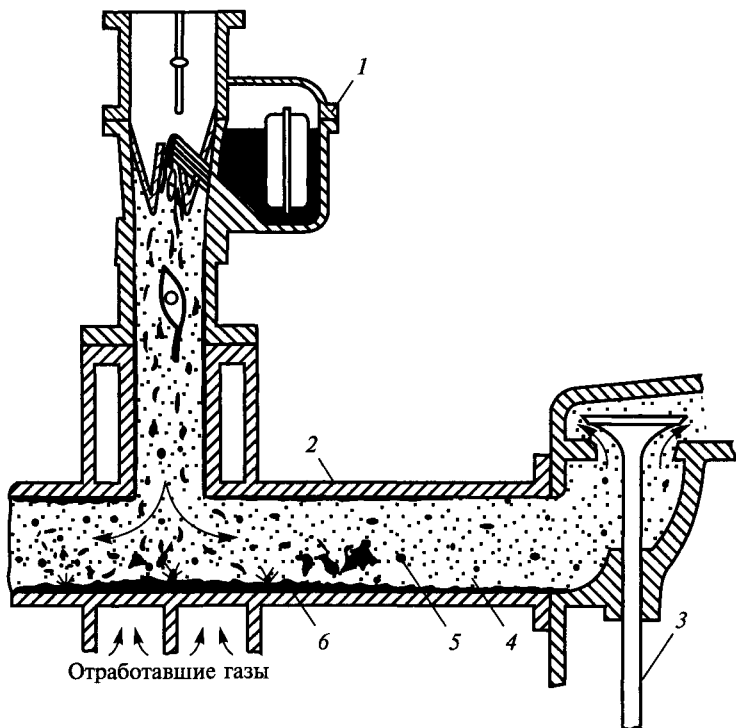


Рис. 2.3. Схема смесеобразования в карбюраторном двигателе:

1 — карбюратор; 2 — впускной трубопровод; 3 — выпускной клапан; 4 — пары бензина; 5 — капли бензина; 6 — жидкая пленка бензина

Например, при увеличении *частоты вращения коленчатого вала* детонация уменьшается, так как при этом сокращается время, отводимое на сгорание рабочей смеси, увеличивается завихрение смеси в цилиндре двигателя и уменьшается время химической подготовки части топлива, окисляющейся в последнюю очередь.

Большое значение имеет *форма камеры сгорания*, так как чем больше время, в течение которого пламя от свечи может дойти до наиболее отдаленных ее точек и чем хуже они охлаждаются, тем вероятнее образование перекисей и возникновение детонации.

При увеличении *размера цилиндра* возрастает длина пути, который проходит пламя и, следовательно, повышается вероятность образования перекисей.

При неправильном выборе *марки свечи зажигания* возможен недостаточный отвод тепла от нее, а раскаленная свеча может сама служить источником детонации.

Выпускной клапан, являющийся наиболее горячей деталью в головке цилиндра (его температура может достигать 750...800 °С),

оказывает существенное влияние на образование перекисей, а следовательно, и на детонацию.

Нагарообразование на стенках головки цилиндра и днище поршня сильно ухудшает их теплопроводность, вследствие чего несколько повышается температура газов в процессе сгорания. Отложившийся нагар также уменьшает объем камеры сгорания и увеличивает степень сжатия. Все это способствует образованию перекисей в смеси и, следовательно, увеличивает детонацию.

При изменении момента зажигания изменяются температура и давление процесса сгорания смеси, а также температура днища поршня и головки цилиндра, поэтому увеличение *угла опережения зажигания*, сдвигая точку максимального давления ближе к верхней мертвой точке (ВМТ), способствует уменьшению задержки самовоспламенения последней части топлива и возрастанию детонации.

Углеводородный состав топлива решающим образом влияет на появление и интенсивность детонации. Так, топливо, состоящее из нормальных парафиновых углеводородов, легко окисляется, образуя перекиси, и детонирует при низкой степени сжатия, а ароматические и изопарафиновые углеводороды обладают высокой детонационной стойкостью, так как образование перекисей при окислении этих топлив происходит медленно или вовсе не происходит.

Степень сжатия — это основной фактор, определяющий возникновение детонации. С увеличением степени сжатия смеси возрастают температура и давление в цилиндре двигателя, что способствует интенсивному образованию кислых соединений.

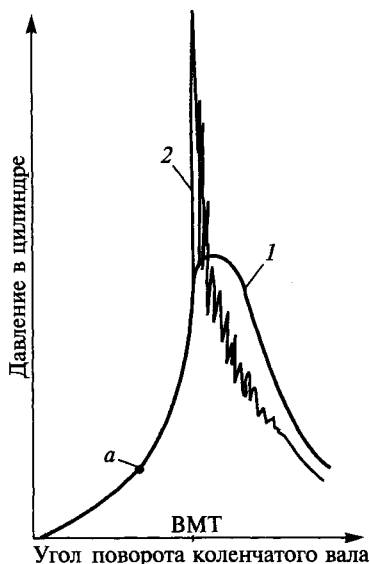


Рис. 2.4. Развернутая индикаторная диаграмма процесса сгорания рабочей смеси:

a — момент зажигания рабочей смеси искрой свечи зажигания; *1* — бездетонационное горение; *2* — горение с детонацией

На детонацию также оказывают влияние *температура охлаждающей жидкости* (при ее повышении она усиливается) и *атмосферные условия*. Например, повышение атмосферного давления увеличивает детонацию, а повышение влажности воздуха уменьшает ее в значительной степени.

Детонация возникает в тех случаях, когда концентрация перекисей в порции топливовоздушной смеси, сгорающей на конечном этапе, достигает критического значения (рис. 2.4).

Для подавления детонации при эксплуатации карбюраторных двигателей используют уменьшение угла опережения зажигания, закрытие дросселя и увеличение скорости вращения коленчатого вала.

Неуправляемое воспламенение топливовоздушной смеси от чрезмерно нагретых деталей камеры сгорания и раскаленных частей, покрытых нагаром, называемое калильным зажиганием, устраняется или ослабляется правильным подбором для двигателей марок топлив и масел.

2.6. Методы оценки детонационной стойкости

Мерой детонационной стойкости бензинов является октановое число, отражающее процентное содержание изооктана в искусственно приготовленной смеси, состоящей из изооктана и нормального гептана и по своей детонационной стойкости равноценной испытываемому топливу.

Различают *моторный* и *исследовательский* методы определения октанового числа.

Для определения ОЧ моторным методом используют одноцилиндровую установку ИТ9-2М, позволяющую проводить испытания топлива с переменной степенью сжатия от 4 до 10. Эталонное топливо (смесь изооктана и нормального гептана в определенном соотношении) имеет октановое число от 0 до 100. Причем ОЧ изооктана — углеводорода парафинового ряда изомерного строения, отличающегося высокой детонационной стойкостью (он начинает детонировать только при очень высокой степени сжатия), принято за 100, а ОЧ сильно детонирующего гептана C_7H_{16} — углеводорода парафинового ряда нормального строения принято за нуль.

Моторный метод имитирует работу двигателя на форсированных режимах при достаточно больших и длительных нагрузках, характерных для междугородного движения (при частоте вращения вала 900 об/мин и подогреве рабочей смеси до 150 °С).

Для определения детонационной стойкости бензина исследовательским методом используют установку ИТ9-6 и имитируют режим работы легкового автомобиля при его движении в условиях

города (при частоте вращения вала 600 об/мин и без подогрева рабочей смеси).

Универсальная установка УИТ-65 служит для одновременного определения октанового числа по моторному методу (ОЧМ) и исследовательскому (ОЧИ), разность между которыми называют чувствительностью бензина. Эта величина составляет от 2 до 12 и характеризует возможные отклонения детонационной стойкости бензина в реальных условиях эксплуатации от стойкости, определяемой лабораторными методами.

В последние годы стали использовать так называемое дорожное октановое число (ДОЧ), которое определяют методом дорожных детонационных испытаний и которое наиболее точно характеризует эксплуатационные свойства высокооктановых бензинов.

ДОЧ бензинов, в ряде случаев существенно отличающееся от ОЧМ и ОЧИ, определяют с помощью специально подготовленного автомобиля. Организация таких испытаний сложна, так как при этом жестко регламентируются дорожные и метеорологические условия, поэтому они в основном проводятся летом и обычно только при отработке конструкций автомобильных двигателей новых моделей.

2.7. Методы повышения октанового числа

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

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

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

Самым известным и эффективным антидетонатором является тетраэтилсвинец (ТЭС) — $Pb(C_2H_5)_4$, который представляет собой тяжелую маслянистую бесцветную и очень ядовитую жидкость. Введение ТЭС в количестве 0,3% повышает октановое число бензина на 15...20 единиц, что в 600 раз больше, чем при добавлении такого же количества высокооктанового углеводорода бензола.

Так как при сгорании ТЭС до 10% окислов свинца оседает на деталях камеры сгорания, что может нарушить работу свечей за-

жигания, вместе с ним в бензин вводят выносители — бромистые органические соединения, образующие летучий бромистый свинец $PbBr_2$, который на 97... 98 % удаляется из двигателя. Смесь ТЭС с выносителем называется этиловой жидкостью. В настоящее время в нашей стране ее концентрация в автомобильных бензинах достигает 0,01... 0,05 %.

Бензины, содержащие этиловую жидкость, окрашены. Однако при небольшом ее содержании окраска очень бледная и не всегда может быть обнаружена.

В качестве заменителя ТЭС предложено и применяется за рубежом органическое соединение на основе марганца — ЦТМ. По своим антидетонационным свойствам ЦТМ не уступает ТЭС, но по токсичности оно не опаснее обычных неэтилированных бензинов. Недостатком его является интенсивное образование окиси марганца на электродах свечей, быстро приводящее к замыканию искрового промежутка и, следовательно, к остановке двигателя.

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

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

2.8. Стабильность бензинов

Физическая стабильность

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

Кристаллизация углеводородов в стандартных отечественных автомобильных бензинах происходит при очень низких температурах (ниже $-60^\circ C$), поэтому при их использовании возможна эксплуатация автомобилей в суровых зимних условиях без нарушения работы двигателей и систем питания.

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

Химическая стабильность

Изменение свойств бензина может произойти и вследствие химических превращений его компонентов и в первую очередь в результате окисления непредельных углеводородов, образующих смолы при длительном хранении бензина. По мере испарения бензина смолы оседают на деталях карбюратора и впускной системы двигателя. В небольших количествах они также проникают и в камеру сгорания, где вместе с несгоревшим топливом и маслом образуют нагар, оказывающий вредное влияние на работу двигателя.

Склонность топлив к окислению и смолообразованию при их длительном хранении характеризуется индукционным периодом — временем (выраженным в минутах), в течение которого испытуемый бензин в среде чистого кислорода под давлением 0,7 МПа и при температуре 100 °С практически не подвергается окислению. Чем больше индукционный период, тем стабильнее бензин и тем дольше его можно хранить (от 6 мес. до 6 лет в зависимости от климатических условий и тары, в которой он хранится). Индукционный период обычных отечественных бензинов составляет 600...900 мин, а бензинов со знаком качества — 1200 мин.

Прибор для определения индукционного периода топлива представлен на рис. 2.5.

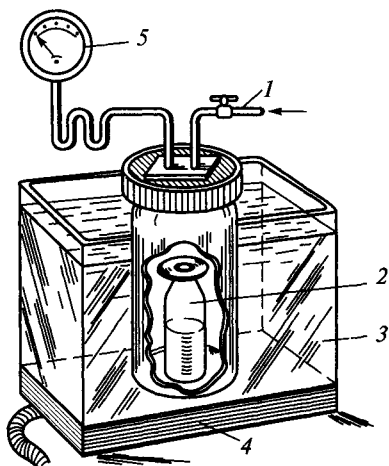


Рис. 2.5. Прибор для определения индукционного периода топлива:

1 — трубка для подачи кислорода; 2 — стакан с бензином; 3 — вода; 4 — электропечь; 5 — манометр

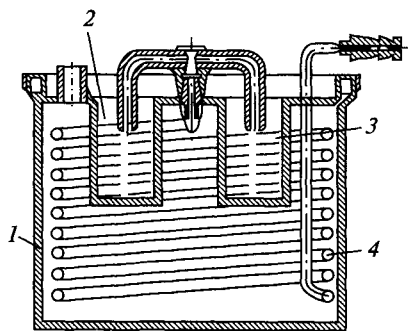


Рис. 2.6. Прибор для определения содержания фактических смол:

1 — железный сосуд; 2, 3 — карманы для установки стаканов; 4 — медный змеевик

Степень осмоления бензинов определяется содержанием в них фактических смол, т.е. всех смолообразующих продуктов, остающихся в стеклянном стакане после полного испарения из него в струе воздуха 25 мл испытываемого бензина.

ГОСТами нормируется содержание в бензине фактических смол и на месте его производства, и на месте потребления. Прибор для определения содержания фактических смол показан на рис. 2.6.

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

2.9. Коррозионное воздействие бензинов на металлы

При использовании бензины соприкасаются с различными металлами и сплавами и вызывают их коррозионное разрушение. Коррозии подвергаются резервуары, трубопроводы, топливные баки, детали карбюратора и т.д. Коррозионные свойства бензинов определяются содержанием в них органических кислот, водорастворимых кислот и щелочей, а также сернистых соединений.

Органические кислоты корродируют металлы значительно слабее, чем минеральные. В основном они представляют опасность для цветных металлов, и в первую очередь для свинца и цинка (особенно в присутствии воды), т.е. органические кислоты вызывают ускоренный износ вкладышей коренных и шатунных подшипников коленчатого вала, втулок верхней головки шатуна и других деталей (кроме алюминиевых). При хранении количество органических кислот в бензине в результате окисления непредельных углеводородов возрастает.

Стандартами содержание органических кислот в бензине строго ограничивается.

Присутствие в бензине *водорастворимых кислот и щелочей* вызывает интенсивный износ деталей двигателя и коррозию деталей его системы питания. Водорастворимые кислоты в бензине могут оказаться в результате использования загрязненной тары, а щелочи еще и в результате плохой его очистки. Стандартами на автомобильные бензины не допускается наличие в них даже следов водорастворимых кислот и щелочей.

Сернистые соединения бензинов условно разделяют на активные (сера, сероводород и меркаптаны) и неактивные (сульфиды, дисульфиды и т.д.). Активные сернистые соединения корродируют металл даже при низких температурах, поэтому их присутствие в бензинах недопустимо.

К вакуум-наосу

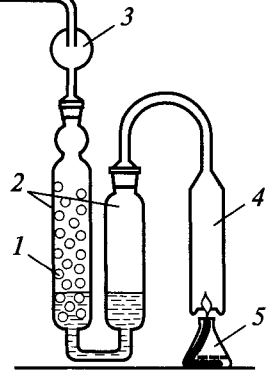


Рис. 2.7. Схема прибора для определения содержания серы в бензине:

1 — стеклянные бусины; 2 — адсорбер с содой; 3 — брызгоуловитель; 4 — ламповое стекло; 5 — фитильная лампочка

Неактивные сернистые соединения не корродируют металл, но при сгорании образуют коррозионно-агрессивные оксиды серы SO_2 и SO_3 , которые, в свою очередь, растворяясь в воде, получаемой в результате конденсации водяных паров, образуют серную и сернистую кислоты. Эти кислоты и вызывают коррозию цилиндропоршневой группы двигателя. Если водяные пары не конденсируются, происходит высокотемпературная сухая газовая химическая коррозия.

Испытание воздействия бензина на медную пластину в течение трех часов при повышенной температуре (50°C) служит качественной пробой на присутствие в нем активных сернистых соединений. Бензин считается не выдержавшим испытание, если пластина покрывается черными, темно-коричневыми или серо-стальными пятнами.

При увеличении содержания серы в бензине с 0,05 до 1,0 % износ двигателей возрастает в 1,5...2 раза.

Максимальное содержание серы в отечественных бензинах, установленное стандартом, составляет 0,10...0,05 %.

Схема прибора для определения содержания серы в бензине показана на рис. 2.7.

2.10. Механические примеси и вода в бензине

Согласно стандартам бензины не должны содержать механических примесей — твердых частиц органического и неорганического происхождения (почвенной пыли и грязи; продуктов коррозии заводской аппаратуры, резервуаров и трубопроводов; продуктов износа перекачивающих средств и т.д.). Попадая в двигатель, примеси увеличивают износ поршневых колец и стенок цилиндров, а также отложения нагара.

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

Содержание воды в автомобильных бензинах также недопустимо. Наличие воды опасно прежде всего при температуре ниже 0 °С, так как замерзая, она образует кристаллы, которые могут преградить доступ бензина в цилиндры двигателя. Кроме того, вода способствует осмолению бензина, так как в ней растворяется ингибитор (антиокислительная присадка), а также является основным источником коррозии топливных баков, трубопроводов и других стальных деталей системы питания.

2.11. Марки бензинов и их характеристики

Основными марками бензина, вырабатываемого в России, являются А-76, А-80, А-92, АИ-91, АИ-93, АИ-95 и АИ-95 «Экстра» (табл. 2.1). Причем автомобильные бензины АИ-91, АИ-95, АИ-95 «Экстра» выпускаются только неэтилированными с содержанием свинца не более 0,01 г на 1 дм³. Бензины остальных марок могут быть как этилированными, так и неэтилированными. Бензины А-72, А-76, АИ-91, АИ-93 и АИ-95 изготавливаются зимнего и летнего видов.

Применение того или иного сорта бензина определяется конструктивными особенностями двигателей внутреннего сгорания, а также условиями, в которых они эксплуатируются.

За рубежом в промышленно развитых странах применяется в основном бензин двух марок — «Премиум» с ОЧИ 97...98 и «Регуляр» с ОЧИ 90...94.

В странах Европейского экономического сообщества доля бензина марки «Премиум» составляет 78 %, а бензина марки «Регуляр» — 22 %, причем в Европе в настоящее время практически все бензины этилированные с содержанием свинца 0,15...0,4 г/л.

В Японии используется практически только неэтилированный бензин марки «Регуляр» (97 %) с ОЧИ 91; бензина марки «Премиум» выпускается около 2 %, а этилированных бензинов — 0,5 %.

В США доля бензинов с ОЧИ 96 составляет 15 %, с ОЧИ 93 — 40 %, а с ОЧИ 92 — 45 %, но намечен постепенный переход на производство только неэтилированных бензинов марок «Регуляр» (85 %) и «Премиум».

Остальные основные показатели качества зарубежных бензинов практически не отличаются от показателей бензинов, выпускаемых в России.

В России в настоящее время выпускаются неэтилированные бензины А-76, АИ-80, АИ-91, АИ-92, АИ-93, АИ-95, АИ-96, АИ-98 и этилированные — А-76, АИ-80, АИ-92, АИ-93. Планируется полный переход в 2003 г. на производство неэтилированных бензинов,

Физико-химические характеристики

Показатель	ТУ 38.401.58-56-93		ГОСТ 2084-77		
	А-72 (эт.)	АИ-93 (эт.)	А-72	А-76 (эт.)	А-76
Детонационная стойкость (ОЧ), не менее:					
по моторному методу	72	85	72	76	76
по исследовательскому методу	—	93	—	—	—
Концентрация свинца, г/дм ³ , не более	0,17	0,37	0,013	0,17	0,013
Фракционный состав:					
температура начала перегонки бензина, °С, не ниже:					
летнего	35	35	35	35	35
зимнего	—	—	—	—	—
10% бензина перегоняется при температуре, °С, не выше:					
летнего	70	70	70	70	70
зимнего	55	55	55	55	55
50% бензина перегоняется при температуре, °С, не выше:					
летнего	115	115	115	115	115
зимнего	100	100	100	100	100
90% бензина перегоняется при температуре, °С, не выше:					
летнего	180	180	180	180	180
зимнего	160	160	160	160	160
конец кипения бензина, °С, не выше:					
летнего	195	195	195	195	195
зимнего	185	185	185	185	185

автомобильных бензинов из нефти

АИ-95	ТУ 38.001.165—87				ТУ 38.101. 1225—89	ТУ 38.101. 1279—89
	А-80	А-80 (эт.)	А-92	А-92 (эт.)	АИ-91	АИ-95 «Экстра»
85	76	76	83	83	82,5	—
95	80	80	92	92	91	95
0,013	0,013	0,15	0,013	0,15	0,013	Не со- держит
30	35	35	35	35	35	30
—	—	—	—	—	—	—
75	70	70	75	75	70	70
55	—	—	—	—	55	—
120	115	115	115	115	115	115
105	—	—	—	—	110	—
180	180	180	180	180	180	135
160	—	—	—	—	160	—
205	205	295	205	205	205	185
195	—	—	—	—	195	—

Показатель	ТУ 38.401.58-56-93		ГОСТ 2084-77		
	А-72 (эт.)	А-93 (эт.)	А-72	А-76 (эт.)	А-76
Давление насыщенных паров, кПа (мм рт. ст.), не более:					
летнего	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7
зимнего	66,7... ...93,3	66,7... ...93,3	66,7... ...93,3	66,7... ...93,3	66,7... ...93,3
Кислотность, мг КОН на 100 см ³ , не более	3	3	3	3	1
Концентрация фактических смол, мг на 100 см ³ , не более:					
на месте производства	5,0	5,0	5,0	5,0	3,0
на месте потребления	10,0	7,0	10,0	10,0	8,0
Индукционный период на месте производства, мин, не менее	600	900	600	900	1200
Массовая доля серы, %, не более	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Испытание на медной пластине					
Водорастворимые кислоты и щелочи					
Механические примеси и вода					
Цвет	Розовый или светло-оранжевый	Оранжево-красный	—	Желтый	—
Плотность при 20 °С, кг/м ³	Не нормируется. Определение обязательно				

Примечания к ГОСТ 2084-77: 1. Для городов и районов, а также предприятий, где запрещается применение этилированных бензинов, предназначаются только неэтилированные бензины.

2. Допускается вырабатывать бензин, предназначенный для применения в южных районах, со следующими показателями по фракционному составу: 10 % перегоняется при температуре не выше 75 °С; 50 % перегоняется при температуре не выше 120 °С.

	ТУ 38.001.165—87				ТУ 38.101. 1225—89	ТУ 38.101. 1279—89
АИ-95	А-80	А-80 (эт.)	А-92	А-92 (эт.)	АИ-91	АИ-95 «Экстра»
66,7 66,7... 93,3	80 —	80 —	80 —	80 —	66,7 66,7... 93,3	Не менее 400 —
2	3	3	3	3	3	2
5,0 —	5,0 —	5,0 —	5,0 —	5,0 —	5,0 10,0	3,0 —
900	600	600	600	600	900	600
0,10	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	0,05
Выдерживает						
Отсутствуют						
Отсутствуют						
—	—	—	—	—	—	—
Не более 755		Не более 770		Не нормируется. Определение обязательно		Не более 720

3. Для бензинов, изготовленных с применением компонентов каталитического риформинга, допускается температура конца кипения: летнего — не выше 205 °С, зимнего — не выше 195 °С.

4. Этилированные бензины, предназначенные для экспорта, изготавливают без добавления красителя (допускается бледно-желтая окраска), концентрация свинца в них не должна превышать 0,15 г/дм³, а массовая доля меркаптановой серы по ГОСТ 17323—71 должна быть не более 0,001 %.

а до этого полностью заменить выпуск бензинов А-76 (АИ-80) на производство неэтилированных бензинов с ОЧИ 91 и выше.

Необходимо также обеспечить рост производства бензинов по ГОСТ Р 51105—97, а в городах и районах с высокой плотностью транспортных средств организовать возможность использования бензина АИ-95, отвечающего требованиям европейских норм по токсичности отработавших газов.

Решение о возможности использования нефтепродукта по назначению принимается на основании его паспорта. Показатели топлива, приведенные в паспорте, позволяют сделать заключение о соответствии его стандарту и оценить возможность применения в различных условиях эксплуатации автомобилей. Одновременно данные паспорта позволяют предвидеть возможные отклонения в работе двигателя от нормального режима при использовании этого топлива и провести необходимые профилактические мероприятия и регулировки.

Контрольные вопросы

1. Какие свойства автомобильных бензинов влияют на процессы их подачи и образования топливовоздушной смеси?
2. По каким показателям оценивают фракционный состав бензина?
3. Какие факторы определяют нормальное и детонационное сгорание рабочей смеси в двигателе?
4. В чем заключаются моторный и исследовательский методы определения октанового числа автомобильного бензина?
5. Какие существуют методы повышения октанового числа автомобильного бензина?
6. Какие показатели определяют физическую и химическую стабильность бензина?
7. Какие марки бензина выпускаются в России для современных карбюраторных двигателей?

ГЛАВА 3

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДИЗЕЛЬНЫЕ ТОПЛИВА

3.1. Требования к качеству дизельных топлив

Дизельные топлива должны отвечать следующим требованиям: бесперебойно поступать в цилиндры при любых температурах и обеспечивать легкий пуск двигателя;

хорошо распыливаться и обеспечивать хорошее смесеобразование в цилиндрах двигателя;

образовывать минимальное количество нагара и отложений, а также не вызывать коррозии и коррозионных износов деталей, соприкасающихся с ним и продуктами его сгорания.

Рабочий процесс в дизельных двигателях отличается от рабочего процесса в карбюраторных двигателях: в дизелях топливо смешивается с воздухом непосредственно в камере сгорания и при этом отсутствует принудительное зажигание рабочей смеси. Особенности смесеобразования и воспламенения и обуславливают отличие роли и значения некоторых показателей дизельных топлив от бензинов.

Рассмотрим схему системы питания дизельного двигателя, приведенную на рис. 3.1.

Топливо заливается в бак 2 через горловину 1 с мелкой фильтрующей сеткой. С помощью подкачивающего насоса 4 оно последовательно прогоняется сквозь фильтры грубой 3 и тонкой 6 очистки, освобождаясь в результате от самых мелких примесей и даже смолисто-асфальтовых веществ, а затем поступает в топливный насос 5, секции которого под высоким давлением по трубопроводу 8 нагнетают топливо к форсункам 9. В определенные моменты и

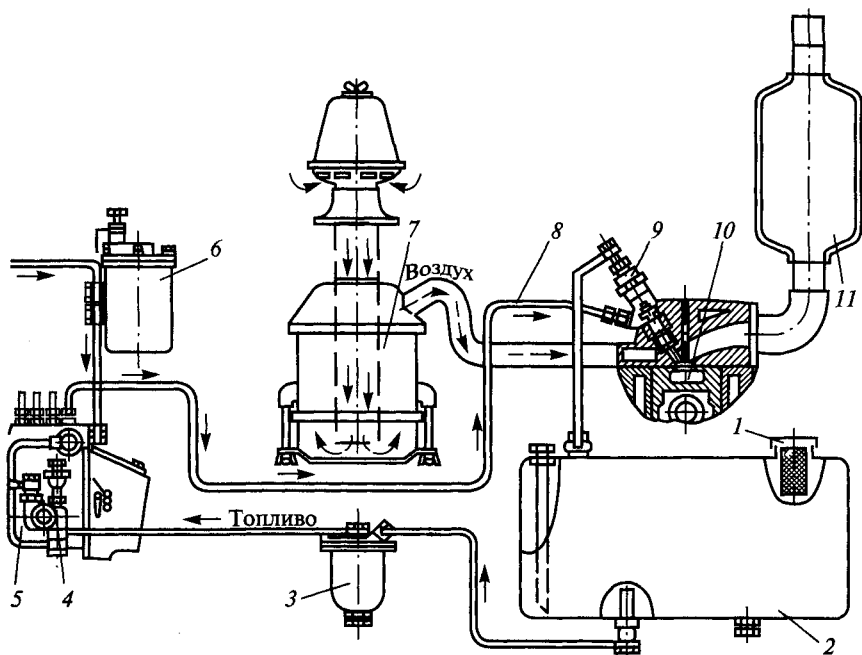


Рис. 3.1. Схема системы питания дизельного двигателя:

1 — горловина бака; 2 — бак; 3 — фильтр грубой очистки; 4 — подкачивающий насос; 5 — топливный насос; 6 — фильтр тонкой очистки; 7 — воздухоочиститель; 8 — трубопровод; 9 — форсунка; 10 — камера сгорания; 11 — глушитель

при высоком давлении (до 150 МПа) форсунки впрыскивают топливо в камеру сгорания 10, где находится сжатый поршнем цилиндра и нагретый от давления 3...7 МПа до значительной температуры (500...800 °С) воздух, предварительно тщательно очищенный в воздухоочистителе 7. Здесь топливо испаряется, нагревается до температуры самовоспламенения, перемешивается с горячим воздухом и сгорает.

Продукты сгорания выходят через выпускную трубу и глушитель 11. Высокая степень очистки воздуха и топлива необходимы для обеспечения надежной и долговечной работы дизельного двигателя.

Дизельные двигатели имеют следующие преимущества по сравнению с карбюраторными: высокую экономичность; использование в качестве топлива более дешевых и доступных фракций нефти; большую пожаробезопасность; лучшую приемистость и возможность перехода на работу с нагрузкой без полного прогрева; более высокую надежность и долговечность в эксплуатации и др., что обуславливает их широкое применение.

В настоящее время практически на всех тракторах, комбайнах, многих мощных автомобилях, некоторых легковых автомобилях и автобусах установлены дизельные двигатели.

Процесс смесеобразования в дизелях в значительной степени предопределяет протекание рабочего процесса, а следовательно, его эффективность и экономичность. Большое влияние на протекание процесса смесеобразования оказывают вязкость и фракционный состав дизельного топлива.

3.2. Вязкость дизельных топлив

Вязкость является показателем, определяющим прокачиваемость дизельного топлива по системе питания двигателя. Топлива с чрезмерно высокой вязкостью оказывают значительное сопротивление при движении по трубопроводу, через фильтр, отверстия форсунок и т. д.

При использовании же дизельных топлив с очень низкой вязкостью ухудшается смазывание деталей насоса высокого давления и нарушается дозировка подачи вследствие возрастающего его просачивания через зазоры между плунжером и гильзой того же насоса.

Кроме того, от вязкости существенно зависит качество распыливания топлива при его впрыске в цилиндры (рис. 3.2). Из высоковязкого топлива капли получаются крупными, а факел, образующийся из них, — с излишне большой дальностью, что приводит к замедленному их испарению и частичному оседанию на днище поршня и стенках камеры сгорания. При этом наступает

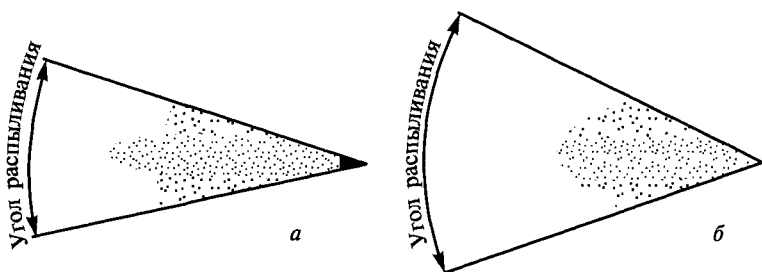


Рис. 3.2. Конусы распыливания и образующиеся факелы высоковязкого (а) и маловязкого (б) дизельного топлива

нарушение процесса горения, сопровождающееся понижением КПД двигателя, увеличением образования количества нагара на деталях камеры сгорания и другим неприятностям.

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

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

Лучшими свойствами обладает топливо с вязкостью 2,5...4,0 мм²/с при 20 °С, но чем выше вязкость при 20 °С, тем значительнее ее изменение при понижении температуры. Поэтому в стандартах на отечественные дизельные топлива вязкость устанавливается при 20 °С в зависимости от их марки (т.е. условий применения): для летних 3,0...6,0 мм²/с; для зимних 1,8...5,0 мм²/с; для арктических 1,5...4,0 мм²/с.

3.3. Помутнение и застывание дизельных топлив

При понижении температуры наружного воздуха может быть нарушена нормальная подача дизельного топлива по системе питания двигателя на участке бак — насос высокого давления, вследствие кристаллизации высокоплавких углеводородов (в первую очередь, нормальных парафинов). Отдельные кристаллики, срастаясь между собой, образуют ажурный кристаллический каркас, пронизывающий весь объем топлива и способный сковать подвижность основной части углеводородов, находящихся в жидком состоянии.

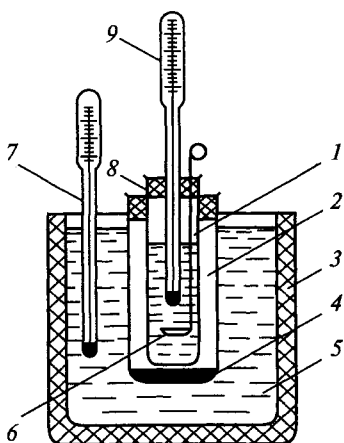


Рис. 3.3. Прибор для определения температур помутнения и застывания дизельного топлива:

1 — пробирка с испытуемым топливом; 2 — пробирка; 3 — кожух с термоизоляцией; 4 — хлористый кальций; 5 — охлаждающая смесь; 6 — мешалка; 7, 9 — термометры; 8 — пробка

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

Начало процесса кристаллизации углеводородов в стандартах на дизельные топлива характеризуется температурой помутнения, а потеря ими подвижности — температурой застывания. Прибор для определения этих температур показан на рис. 3.3.

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

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

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

3.4. Испаряемость дизельных топлив

Фракционный состав дизельного топлива определяет его испаряемость. В дизельных двигателях смесеобразование происходит за $20...40^\circ$ поворота коленчатого вала в течение всего лишь $0,001...0,004$ с, т.е. время смесеобразования в дизелях примерно в

10... 15 раз меньше, чем в карбюраторных двигателях. При таком ограниченном времени получение однородной качественной горючей смеси возможно только при достаточно хороших распыливании и испаряемости топлива.

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

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

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

Утяжеление или одновременное утяжеление и облегчение фракционного состава дизельных топлив рассматривается как одно из перспективных направлений увеличения их ресурсов.

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

3.5. Механические примеси и вода в дизельных топливах

Механические примеси, содержащиеся в дизельном топливе, существенно снижают надежность работы агрегатов топливной аппаратуры и двигателя в целом. Причем наиболее опасны механические примеси в виде песка и глинозема, так как попадая на стенки трущихся деталей образуют на них риски и царапины, т. е. способствуют ускоренному их износу.

Большой вред механические примеси могут нанести и форсунке, вызвав засорение ее сопел (имеющих диаметр сотые доли миллиметра), из-за чего может произойти прекращение подачи топлива и даже обрыв форсунки.

Самым чувствительным к воздействию абразивных частиц узором является плунжерная пара. Механические примеси засоряют также топливные фильтры, затрудняя подачу топлива.

Вода в основном ухудшает смазывающие свойства топлива, и это проявляется практически только в износе направляющей иглы распылителя и нарушении ее подвижности. Однако этого вполне достаточно, чтобы нарушить процесс впрыска топлива. Проведенные в МАДИ стендовые исследования показывают, что обводненность топлива более 0,05 % по массе уже вызывает износ и нарушение подвижности иглы распылителя.

Даже следы воды (содержание ее в нефтепродуктах до 0,025 %) допустимы лишь в летних марках дизельного топлива.

Вода в топливе способствует образованию шлаков, которые приводят к засорению топливопроводов и фильтров, затрудняют пуск двигателя, нарушают подачу топлива и заклинивают плунжер. В зимнее время в результате образования кристаллов льда в топливе может прекратиться его подача в двигатель.

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

3.6. Оценка самовоспламеняемости дизельных топлив

При квалификационных испытаниях дизельного топлива оценивают показатели, характеризующие воспламеняемость его паров от постороннего источника (пламени) и их самовоспламеняемость в среде окислителя (кислорода воздуха) в результате разогрева при адиабатическом сжатии в двигателе.

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

Воспламеняемость характеризуется цетановым числом, которое определяет задержку воспламенения топлива и процесс его сгорания, а также склонность топлива к самовоспламенению, что для дизельного двигателя очень важно.

Температура воспламенения и период задержки воспламенения зависят от содержания и строения углеводородов, входящих в состав топлива. Алканы термически наименее устойчивы, они быстро распадаются и окисляются с образованием легко воспламеняющихся продуктов неполного окисления. Поэтому цетановые чис-

ла алканов самые высокие, причем наибольшие цетановые числа имеют соединения нормального строения.

Использование топлива, содержащего трудно окисляющиеся парафиновые углеводороды изомерного строения и ароматические углеводороды, определяет жесткую работу двигателя.

Жесткая работа двигателя наблюдается при увеличении периода задержки воспламенения и оценивается она по нарастанию давления при повороте коленчатого вала на 1° .

Считается, что при нарастании давления на 1° поворота коленчатого вала до $0,25 \dots 0,50$ МПа двигатель работает мягко, при нарастании давления до $0,6 \dots 0,9$ МПа — жестко, а при нарастании давления более $0,9$ МПа — очень жестко.

При жесткой работе двигателя поршень подвергается повышенному ударному воздействию. Это вызывает увеличенный износ кривошипно-шатунного механизма, снижает экономичность двигателя и приводит к другим отрицательным последствиям.

На рис. 3.4 показана схема воспламенения и горения в камере сгорания дизельного двигателя. Зависимость давления в цилиндре от угла поворота коленчатого вала приведена на рис. 3.5.

Склонность дизельного топлива к самовоспламенению и созданию жесткой работы двигателя оценивается цетановым числом, для определения которого используется смесь эталонных топлив, состоящая из цетана и α -метилнафталина. При этом склонность к

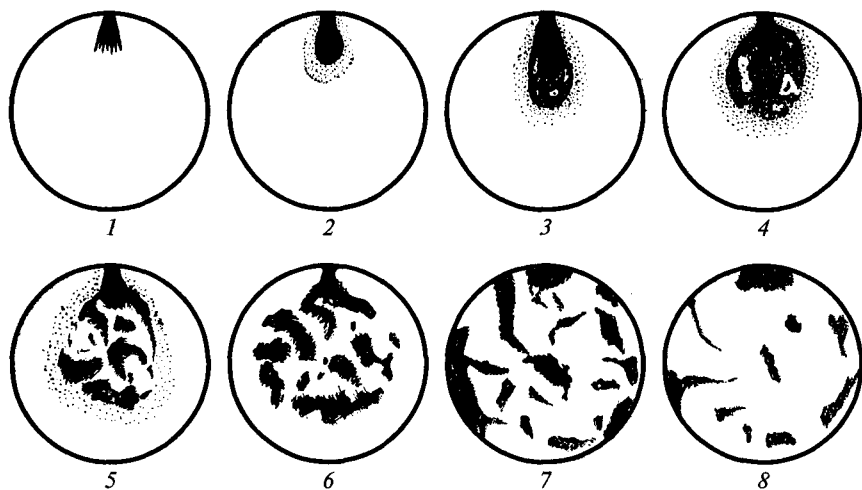


Рис. 3.4. Схема нормального протекания процессов воспламенения и горения в камере сгорания дизельного двигателя:

1, 2 — развитие факела впрыскиваемого топлива; 3 — появление на периферии факела очагов воспламенения; 4, 6 — распространение пламени по всему объему поданного топлива при продолжающемся впрыске новых доз топлива; 7, 8 — догорание топлива после окончания впрыска

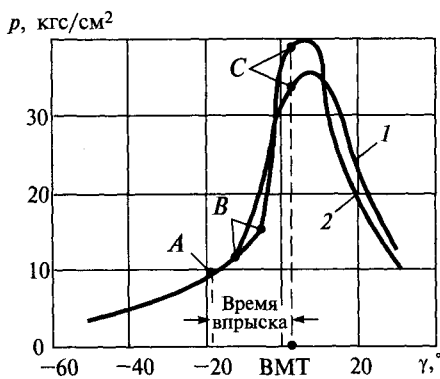


Рис. 3.5. Развернутая индикаторная диаграмма работы быстроходного дизельного двигателя:

1 — мягкой; 2 — жесткой; А — начало впрыска; В — воспламенение; С — конец впрыска

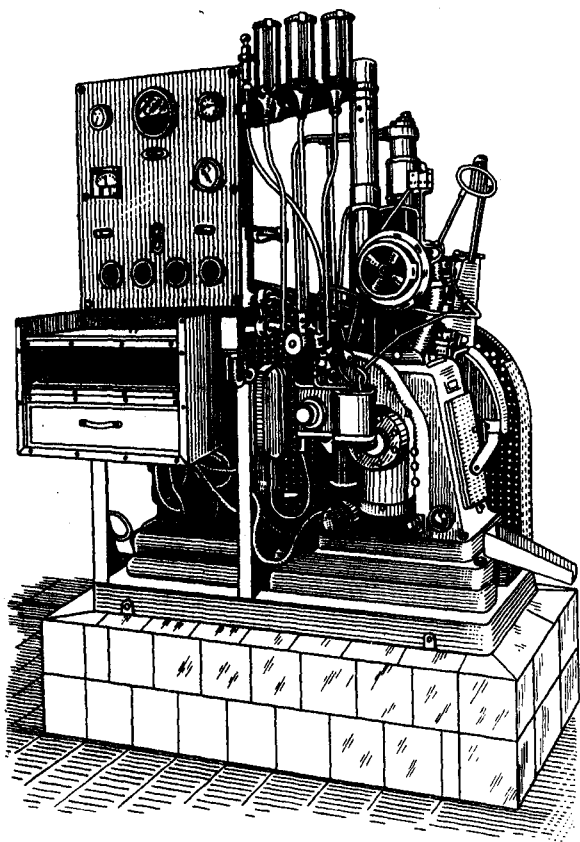


Рис. 3.6. Общий вид моторной установки ИТ9-3 для определения цетановых чисел дизельных топлив

самовоспламенению цетана принимают за 100, а α -метилнафталина — за нуль.

Цетановое число топлива определяют сопоставляя испытуемый образец с эталонным на установке ИТ9-3 (рис. 3.6).

Цетановым числом называют условный показатель самовоспламеняемости дизельного топлива, равный процентному содержанию цетана в такой его смеси с α -метилнафталином, которая имеет такой же период задержки самовоспламенения, как и испытуемый образец.

Оптимальное цетановое число дизельных топлив находится в интервале 40...50. Применение топлив с цетановым числом менее 40 приводит к жесткой работе двигателя, а более 50 — к увеличению удельного расхода топлива в результате уменьшения полноты его сгорания.

Летом можно применять топлива с цетановым числом, равным 40, а зимой для обеспечения холодного пуска двигателя требуется топливо с цетановым числом не менее 45.

Повышение цетанового числа дизельных топлив достигается двумя способами:

одновременным увеличением концентрации нормальных парафинов и снижением содержания ароматических углеводородов;

введением специальных кислородосодержащих присадок (органических перекисей, сложных эфиров азотной кислоты — этилнитрата, изопропилнитрата или цеклогексилнитрата).

Так, добавление 1% изопропилнитрата в зимнее, арктическое и низкоцетановое топлива, полученные посредством каталитического крекинга, повышает их цетановые числа на 10...12 единиц. Установлено также, что эта присадка улучшает пусковые характеристики топлива при низких температурах и уменьшает нагарообразование в двигателе.

3.7. Свойства дизельного топлива, влияющие на образование отложений в двигателе

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

Высокой химической стабильностью отличаются дизельные топлива, получаемые при разгонке нефти с низким содержанием сернистых соединений. Даже при хранении более пяти лет они практически не изменяют своих качеств. Дизельные же топлива, содержащие значительное количество олефинов и меркантанов, существенно изменяют свои свойства при хранении.

Образование нагара и смолистых отложений зависит не только от состояния и режима работы дизелей, но и от качества топлива.

Образование нагара в камере сгорания повышается в результате неполного испарения и плохого распыливания вследствие большой вязкости топлива с тяжелым фракционным составом.

На процесс нагарообразования оказывает также влияние количество неорганических механических примесей, содержащихся в топливе.

Динамика накопления нагара определяется коксовым числом, т. е. зависит от содержания в топливе серы, фактических смол, его зольности и склонности к лакообразованию.

Коксовое число характеризует способность топлива образовывать углистый остаток при разложении без доступа воздуха и температуре 800...900 °С.

Недостаточная глубина очистки от смолисто-асфальтовых соединений, повышенная вязкость и тяжелый фракционный состав увеличивают коксуемость топлива.

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

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

Для дизельных топлив, содержащих до 20 % продуктов крекинга, ограничивается количество фактических смол (в зимних — не более 30 мг, а в летних — не более 40 мг на 100 мл топлива) и нормируется иодное число.

Иодное число — это количество иода (в г), содержащееся в 100 г нефтепродукта.

Иодное число тем выше, чем больше в топливе олефинов, но оно не должно превышать 6 г на 100 г топлива (зимних и летних марок).

3.8. Коррозионные свойства дизельных топлив

Присутствие водорастворимых кислот и щелочей в дизельных топливах не допускается.

Содержание органических кислот — кислотность не должна превышать 5 мг КОН на 100 мл топлива.

Содержание активных сернистых соединений (сероводорода, меркаптановой серы, элементарной серы) в дизельном топливе нежелательно.

Проба на медную пластинку должна при выпуске топлива с завода давать отрицательные показатели.

Избыточное количество меркаптанов в топливе увеличивает коррозионный износ плунжерных пар и деталей форсунок, так

как поступающая в зону форсунок, они в результате реакций окисления образуют смолы. Поэтому содержание меркаптановой серы в топливе не должно превышать 0,01 %.

В соляровых дистиллятах при получении дизельных топлив из высокосернистой нефти содержится неактивной серы 1,0... 1,3 %, удалять которую сложно, поэтому снижение ее содержания до 0,2... 0,5 % допустимо (ГОСТ 305—82).

Установлено, что повышение содержания серы в топливах с 0,2 до 0,6 % приводит к увеличению износа гильз цилиндров и поршневых колец в среднем на 15 %.

3.9. Марки дизельных топлив и области их применения

Марки дизельного топлива по ГОСТ 305—82 устанавливают в зависимости от условий применения: летнее (Л) — для эксплуатации при температуре окружающего воздуха 0 °С и выше; зимнее (З) — для эксплуатации при -20 °С и выше (с температурой застывания не выше -45 °С); арктическое (А) — для эксплуатации при -50 °С и выше (с температурой застывания -55 °С).

По содержанию серы дизельные топлива подразделяются на два вида:

с массовой долей серы не более 0,2 %;

с массовой долей серы не более 0,5 % (для топлива марки А не более 0,4 %).

В условное обозначение топлива марки Л должны входить значение массовой доли серы и температура вспышки (Л-0,2-40); топлива марки З — массовая доля серы и температура застывания (З-0,2-35); топлива марки А — массовая доля серы.

Для применения в летний период при температуре окружающего воздуха до 5 °С выпускается дизельное топливо *утяжеленного фракционного состава* (УФС). В отличие от стандартного это топливо имеет более высокую температуру конца кипения (на 20... 30 °С), что позволяет увеличить ресурсы дизельного топлива на 5... 8 % (ТУ 38.001.355—86).

Топливо расширенного фракционного состава (РФС), выкипающее в пределах 60... 400 °С, позволяет увеличить ресурсы дизельного топлива примерно на 30 % и имеет цетановое число около 40 (ТУ 38.401.652—87).

Начавшаяся в России дизелизация автомобильного транспорта потребовала увеличения ресурсов дизельного топлива. Основным при этом должно было стать топливо широкого фракционного состава, выкипающее в пределах от 60 до 360 °С.

При переходе на производство единого топлива в нефтеперерабатывающей промышленности основное место будут занимать мощные

Физико-химические характеристики

Показатель	Л	З	А	ДЗп-15/25 ТУ 38.401. 5836—92	Арктическое экологически чистое ТУ 38.401.5845—92	ДЛЭЧ- В
	ГОСТ 305—82					ТУ 38.101. 1348—90
Цетановое число, не менее	45	45	45	45	45	45
Дизельный индекс, не менее	—	—	—	—	—	—
Фракционный состав:						
10 % перегоняет- ся при темпера- туре, °С, не ниже	—	—	—	—	—	—
50 % перегоняет- ся при темпера- туре, °С, не ниже	280	280	255	280	255	280
96 % перегоняет- ся при темпера- туре, °С, не ниже	360	340	330	360	330	360
до 360 °С перего- няется, %	—	—	—	—	—	—
Вязкость кинема- тическая при 20 °С, мм ² /с, не менее	3,0... ...6,0	1,8... ...5,0	1,5... ...4,0	1,8...6,0	1,5...4,0	3,0... ...6,0
Температура застывания, °С, не выше:						
для умеренной климатической зоны	-10	-35	—	-35	—	-10
для холодной	—	-45	-55	—	-55	—
Температура по- мутнения, °С, не выше:						
для умеренной климатической зоны:	-5	-25	—	-25	—	—
для холодной	—	-35	—	—	—	—

Таблица 3.1

ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ

ДЛЭЧ	Топливо УФС	ДЛЭ	ДЗЭ	Топливо РФС	Топливо с присадкой ВЭМС	ДЗп-0,5	ДЗп-0,2
ТУ 38.101. 1348—90	ТУ 38.001. 355—86	ТУ 38.001.162— 85		ТУ 38.401. 652—87	ТУ 38.401. 788—90	ТУ 38.101.889— 81	
45	45	—	—	45	45	45	45
—	—	58	53	—	—	—	—
—	—	—	—	150	—	—	—
280	290	280	280	280	280	280	280
360	—	340	330	—	360	360	360
—	90	—	—	90	—	—	—
3,0... ...6,0	3,0...6,5	3,0... ...6,0	2,7... ...6,0	3,0... ...6,0	3,0...6,0	3,0... ...6,0	3,0... ...6,0
-10	0	-10	-35	-5	-10	-30	-30
—	—	—	—	—	—	—	—
—	5	—	—	—	-5	-5	-5
—	—	—	—	—	—	—	—

Показатель	Л	З	А	ДЗп-15/25 ТУ 38.401. 5836—92	Арктическое экологически чистое ТУ 38.401.5845—92	ДЛЭЧ- В
	ГОСТ 305—82					ТУ 38.101. 1348—90
Температура вспышки, опре- деляемая в закры- том тигле, для дизелей общего назначения, °С, не ниже	40	35	30	35	30	40
Массовая доля серы, %, не более	0,5	0,5	0,4	0,2/0,5	0,05/0,1	0,05/0,1
Массовая доля меркаптановой серы, %, не более	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	—
Содержание сероводорода	Отсутствует					—
Испытание на медной пластине	Выдерживает					
Содержание водорастворимых кислот и щелочей	Отсутствуют					—
Концентрация фактических смол, мг на 100 см ³ топлива, не более	40	30	30	Не нормиру- ется	Не нормируется	—
Кислотность, мг КОН на 100 см ³ топлива, не более	5	5	5	5	5	5
Иодное число, г иода на 100 г топлива, не более	6	6	6	6	6	—
Зольность, %, не более	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Коксуемость 10%- го остатка, %, не более	0,3	0,3	0,3	0,2	—	0,2
Коэффициент фильтруемости, не более	3	3	3	3	3	—

Продолжение табл. 3.1

ДЛЭЧ	Топливо УФС	ДЛЭ	ДЗЭ	Топливо РФС	Топливо с присадкой ВЭМС	ДЗп-0,5	ДЗп-0,2
ТУ 38.101. 1348—90	ТУ 38.001. 355—86	ТУ 38.001.162— 85		ТУ 38.401. 652—87	ТУ 38.401. 788—90	ТУ 38.101.889— 81	
40	40	—	—	20	40	40	40
0,05/0,1	0,5	0,2	0,2	0,5	0,5	0,2	0,5
—	0,01	—	—	0,01	0,01	0,01	0,01
—	Отсутст- вует	—	—	Отсутствует			
Выдерживает							
—	Отсутст- вуют	—	—	Отсутствуют			
—	20	—	—	—	40	25	40
5	5	5	5	50	5	5	5
—	6	—	—	6	6	5	6
0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,08	0,01
0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3
—	3	—	—	3	3	3	3

Показатель	Л	З	А	ДЗп-15/25 ТУ 38.401. 5836—92	Арктическое экологически чистое ТУ 38.401.5845—92	ДЛЭЧ- В
	ГОСТ 305—82					ТУ 38.101. 1348—90
Предельная температура фильтруемости, °С, не выше	—	—	—	—	—	—5
Содержание механических примесей	Отсутствуют					
Содержание воды	Отсутствует					—
Плотность при 20 °С, г/см ³ , не более	0,860	0,840	0,830	0,860	0,830	0,860
Содержание ароматических углеводородов, %, не более	—	—	—	—	—	20
Цвет в единицах ЦНТ, не более	—	—	—	—	—	2,0

Примечания: 1. Для техники, эксплуатируемой при подземных разработках и в карьерах, применяют топливо по ГОСТ 305—82 с содержанием серы не более 0,2 %.

2. Дизельное топливо марок Л, З, А, которым присвоен Государственный Знак качества, должно иметь следующие показатели: массовая доля серы — не более 0,2 %, концентрация фактических смол на 100 см³ топлива — не более 25 мг, иодное число на 100 г топлива — не более 5 г иода, зольность — не более

высокопроизводительные установки прямой перегонки нефти и гидроочистки от сернистых соединений.

Для улучшения экологической обстановки в России начиная с 1991 г. организовано производство летнего экологически чистого дизельного топлива (ТУ 38.101.1348—90). Оно отличается низким содержанием серы и предназначено для применения прежде всего в крупнонаселенных городах и курортных зонах.

Установлены две марки дизельного летнего экологически чистого топлива:

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

ДЛЭЧ	Топливо УФС	ДЛЭ	ДЗЭ	Топливо РФС	Топливо с присадкой ВЭМС	ДЗп-0,5	ДЗп-0,2
ТУ 38.101. 1348—90	ТУ 38.001. 355—86	ТУ 38.001.162— 85		ТУ 38.401. 652—87	ТУ 38.401. 788—90	ТУ 38.101.889— 81	
—5	—	—5	Не нормируется, но определяется обязательно		—	—15	—15
Отсутствуют							
—	Отсутствует	—	—	Отсутствует			
0,860	0,860	0,845	0,845	0,860	0,860	0,860	0,860
—	—	—	—	—	—	—	—
2,0	Не нормируется	2,0	2,0	2,0	Не нормируется	2,0	2,0

0,08 %, коксуемость 10%-го остатка — 0,10; коэффициент фильтруемости — не более 2.

3. При поставке топлива по ГОСТ 305—82 на экспорт дополнительно определяют и указывают в сопроводительной документации цвет в единицах ЦНТ и предельную температуру фильтруемости.

4. Для экспортных дизельных топлив вместо содержания воды и коэффициента фильтруемости экспресс-методом устанавливают прозрачность топлива при 10 °С.

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

Применяются эти летние марки дизельного топлива при температуре окружающего воздуха до —5 °С.

Для использования в районах Крайнего Севера и Арктики вырабатывается арктическое экологически чистое дизельное топливо (ТУ 38.401.5845—92). Это уникальное дизельное топливо с температурой застывания —55 °С может быть двух видов: с содержанием серы не более 0,05 % и с содержанием серы не более 0,01 %. Для него характерно также небольшое содержание ароматических углеводородов (5...10 %).

Для обеспечения нормальных условий эксплуатации техники в зимний период при температуре до -15°C вырабатываются зимние дизельные топлива с депрессорной присадкой ДЗп (ТУ 38.101.889—81), которые изготавливаются на основе летних дизельных топлив с содержанием серы 0,5 или 0,2 %. Дизельное топливо ДЗп-15/25 (ТУ 38.401.5836—92) с депрессорной присадкой рекомендовано для применения при температуре наружного воздуха до -25°C . Кроме того, для поставок на экспорт вырабатывается дизельное топливо ДЛЭ и ДЗЭ (ТУ 38.001.162—85) с содержанием серы 0,2 %.

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

Следует отметить, что ГША и фракция газоконденсатного дизельного топлива (ФГД) очень близки по качеству к реактивному топливу Т-2.

К недостаткам конденсатов при использовании их в качестве топлива широкого фракционного состава следует отнести низкую температуру начала кипения, результатом чего является парообразование в топливной системе и ухудшение запуска горячего двигателя (табл. 3.1).

Контрольные вопросы

1. Какие показатели влияют на подачу дизельного топлива по системе питания двигателя и образование топливовоздушной смеси?
2. Чем определяется нормальная и жесткая работа дизельного двигателя?
3. Как оценивается самовоспламеняемость дизельных топлив?
4. Какие цетановые числа характерны для летних, зимних и арктических марок дизельных топлив?
5. Какие свойства дизельных топлив влияют на образование отложений в двигателе?
6. Какие методы получения дизельного топлива позволяют увеличить его ресурсы?

ГЛАВА 4

ГАЗООБРАЗНЫЕ ТОПЛИВА

4.1. Требования к качеству газообразных топлив

Основными требованиями, предъявляемыми к качеству топлив для газобаллонных автомобилей, являются следующие:

хорошая смешиваемость с воздухом для образования однородной горючей смеси;

высокая калорийность образуемой горючей смеси;
отсутствие детонации при сгорании в цилиндрах двигателя;
минимальное содержание смолистых веществ и механических примесей;

минимальное содержание веществ, вызывающих коррозию поверхностей деталей, окисление и разжижение масла в картере двигателя;

минимальное образование токсичных и канцерогенных веществ в продуктах сгорания;

способность сохранять состав и свойства во времени и объеме;
невысокая цена производства и транспортировки.

Различают сжатые и сжиженные горючие газы.

4.2. Сжиженные газы

Основными компонентами сжиженных газов (современного топлива для двигателей) являются пропан C_3H_8 , бутан C_4H_{10} и их смеси. Получают эти углеводороды из газов, сопутствующих нефти, при бурении скважин и из газообразных фракций, образующихся при различных видах переработки нефтепродуктов и каменного угля.

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

Хранят сжиженные газы в баллонах емкостью 250 л ($162 \dots 225$ л газа обеспечивают запас хода автомобиля до 500 км), рассчитанных на рабочее давление $1,6$ МПа. В таких условиях даже чистый пропан находится в жидком виде, что позволяет эксплуатировать автомобили на сжиженных нефтяных газах (СНГ) круглогодично (кроме южных районов в летнее время, где температура выше $48,5^\circ C$).

На рис. 4.1 приведена схема автомобильного баллона для сжиженного газа.

Октановое число пропана 105 , а нормального бутана и изобутана 94 . Плотность сжиженных газов составляет $510 \dots 580$ кг/м³, т.е. они почти в два раза легче воды. Вязкость газов очень мала, что облегчает транспортирование их по трубопроводам. Коэффициент объемного расширения СНГ очень велик, т.е. при повышении наружной температуры они значительно расширяются, поэтому при заполнении резервуаров необходимо оставлять свободное пространство (примерно 15% емкости). В нормальном состоянии СНГ неядовиты и не имеют запаха.

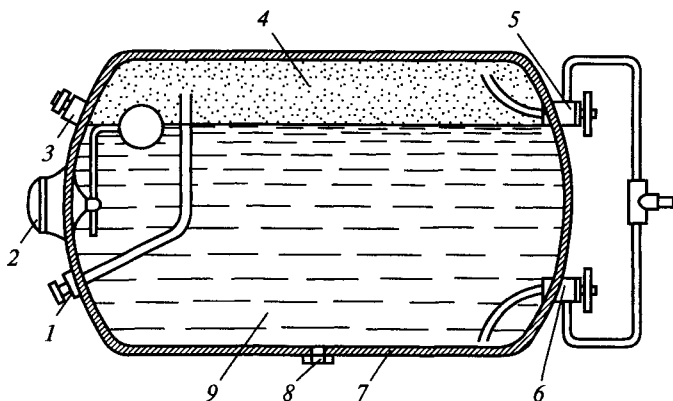


Рис. 4.1. Схема автомобильного баллона для сжиженного газа:

1 — предохранительный клапан; 2 — указатель уровня жидкой фазы; 3 — наполнительный клапан; 4 — паровая фаза; 5 — расходный вентиль для паровой фазы; 6 — расходный вентиль для жидкой фазы; 7 — стенка баллона; 8 — спускная пробка; 9 — жидкая фаза

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

На рис. 4.2 приведена принципиальная схема подачи СНГ.

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

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

Пропан и бутан являются ценным сырьем для химической промышленности, что ограничивает перспективы их широкого применения на автомобильном транспорте.

ГОСТ 27578 — 87 «Газы углеводородные сжиженные для автомобильного транспорта» устанавливает следующие марки СНГ: ПА — пропан автомобильный для применения в зимний период при тем-

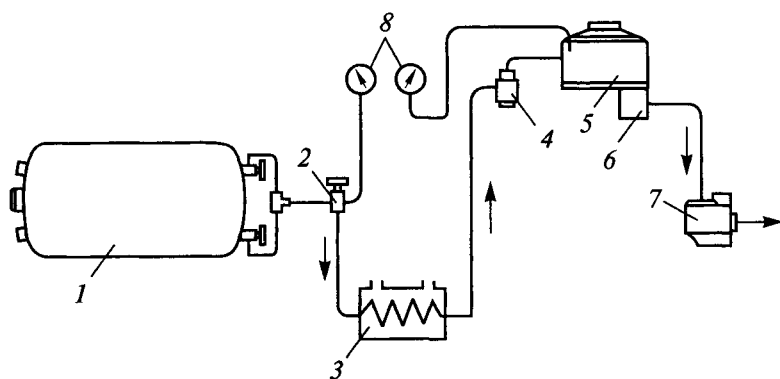


Рис. 4.2. Принципиальная схема системы подачи сжиженного газа:

1 — топливный баллон; 2 — магистральный вентиль; 3 — испаритель; 4 — фильтр; 5 — двухступенчатый редуктор; 6 — дозатор газа; 7 — карбюратор-смеситель; 8 — манометры

температуре от -20° до -30° °С; ПБА — пропан-бутан автомобильный для применения при температуре не ниже -20° °С (табл. 4.1).

Таблица 4.1

Физико-химические показатели углеводородных сжиженных газов

Показатель	ПА	ПБА
Массовая доля компонентов, %:		
метана и этана	Не нормируется	
пропана	90 ± 10	50 ± 10
углеводородов, содержащих 4 и более атомов углерода (C_4 и выше)	Не нормируется	
непредельных углеводородов, не более	6	6
Объемная доля жидкого остатка при 400° °С	Отсутствует	
Давление насыщенных паров избыточное, МПа, при температурах:		
45° °С, не более	—	16
-20° °С, не менее	—	0,07
-35° °С, не менее	0,07	—
Массовая доля серы и сернистых соединений, %, не более	0,01	0,01
Массовая доля сероводорода, %, не более	0,003	0,003
Содержание свободной воды и щелочи	Отсутствуют	

4.3. Автомобили, работающие на СНГ

В нашей стране для работы на сжиженном газе предназначены следующие автомобили: легковой ГАЗ-24-07; грузовые ЗИЛ-138 и ГАЗ-53-07; автобусы ГАЗ-52-07, ЛиАЗ-677Г и ЛАЗ-695П.

Характеристики основных моделей автомобилей, предназначенных для работы на сжиженных газах, приведены в табл. 4.2.

Все газобаллонные автомобили имеют резервную систему питания на случай отсутствия газа. При этом, ввиду увеличения степени сжатия двигателей газобаллонных модификаций грузовых автомобилей и автобусов (на 1...2 единицы) их работа на товарном бензине А-76 допускается лишь в экстренных случаях при движении с пониженными скоростями (или уменьшенной нагрузкой) на небольшие расстояния. Запас хода, грузоподъемность, топливная экономичность и тягово-скоростные качества газобаллонных автомобилей находятся на уровне бензиновых моделей или отличаются от них незначительно.

Вместе с тем опыт эксплуатации газобаллонных автомобилей показал ряд их преимуществ. Благодаря отсутствию жидкой фазы в

Таблица 4.2

Характеристики основных моделей газобаллонных автомобилей

Показатель	ГАЗ-24-07	ЗИЛ-138	ГАЗ-53-07	ГАЗ-52-07	ЛиАЗ-677Г	ЛАЗ-695П
Тип автомобиля	Легковой	Грузовой			Автобус	
Степень сжатия двигателя	8,2	8,0	8,5	7,0	7,4	8,0
Максимальная мощность двигателя при работе на газе, кВт	58,9	110,4	88,3	51,5	125,1	110,4
Линейная норма расхода газа, л/100 км	16,5	42,0	37,0	30,0	67,0	51,0
Число баллонов	1	1	1	1	2	2
Марка резервного бензина	АИ-93	АИ-76	АИ-76	АИ-76	АИ-76	АИ-76
Запас топлива, л: сжиженного газа бензина	83,9	225	171	142	298	288
	55	10	90	90	20	10
Максимальная скорость с полной нагрузкой, км/ч	140	90	80	70	77	82
Запас хода, км	550	400	380	400	445	565

топливовоздушной смеси лучше обеспечивается равномерность ее распределения по цилиндрам двигателя, исключается смывание смазки с их зеркала, а загрязнение масла и нагарообразование значительно снижаются. В результате ресурс работы двигателя, его межремонтный пробег возрастают в 1,4...2 раза, а периодичность смены моторного масла в 2...2,5 раза.

Однако из-за большей сложности газобаллонной системы питания трудоемкость ее технического обслуживания и ремонта возрастает на 3...5%. Кроме того, из-за худших пусковых свойств сжиженных газов надежный пуск холодного двигателя возможен только при температуре наружного воздуха до $-5...-7^{\circ}\text{C}$. При более низких температурах требуется его тепловая подготовка, т.е. подогрев с помощью газовых инфракрасных излучателей, горячего воздуха и др. Допускается также запуск двигателя на резервном бензине с переводом после прогрева на газовое топливо.

Эксплуатирующиеся в нашей стране газобаллонные автотранспортные средства имеют меньшую грузоподъемность, большую теплонапряженность деталей двигателя, а также более высокие отпускную стоимость и трудоемкость обслуживания по сравнению с базовыми автомобилями.

Эффективность применения газового топлива в карбюраторных и дизельных двигателях может быть повышена за счет использования композитных топливных систем питания (табл. 4.3), т.е. рассчитанных на жидкое углеродное топливо и природный или сжиженный нефтяной газ.

Таблица 4.3

Технические характеристики (в %) двигателя автомобиля ВАЗ, работающего на газовой и бензогововой топливной смеси

Характеристика	Двигатель		
	карбюраторный	газовый	бензогововой
Масса дополнительной системы питания (без газа)	100	120	106
Потребление бензина	100	10...15	50...65
Запас хода	100	75...85	125...135
Допустимая степень сжатия	100	115...125	112...125
Затраты на обслуживание и ремонт	100	106...108	102...104
Выброс токсичных компонентов с отработанными газами:			
оксидов углерода	100	40...120	20...50
оксидов азота	100	90...105	65...72
углеводородов	100	50...110	80...105

4.4. Сжатые углеводородные газы

Большое значение имеют осуществляемые в нашей стране меры по улучшению структуры топливно-энергетического баланса, снижению в нем доли нефти.

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

Природный топливный сжатый газ получают из горючего природного газа, транспортируемого по магистральным газопроводам или городским газовым сетям, компрессированием и удалением примесей по технологии, не допускающей изменения компонентного состава (табл. 4.4).

Природный газ состоит из метана CH_4 , оксида углерода CO и водорода H_2 .

В зависимости от месторождения содержание метана в газе может быть в пределах 40...82%. Его критическая температура составляет -82°C . Поэтому при нормальных температурах даже при высоком давлении эти газы не могут быть сжижены: для этого необходимы низкие температуры.

Октановое число метана 110.

Таблица 4.4

**Физико-химические показатели сжатого природного газа
(ГОСТ 27577—87)**

Показатель	Норма
Объемная теплота сгорания низшая, кДж/м^3 , не менее	32 600...36 000
Относительная плотность по отношению к воздуху, не менее	0,56...0,62
Расчетное октановое число, не менее	105
Концентрация сероводорода, г/м^3 , не более	0,2
Концентрация меркаптановой серы, г/м^3 , не более	0,036
Масса механических примесей в 1 м^3 , мг, не более	1,0
Суммарная объемная доля негорючих компонентов, включая кислород, %, не более	7,0
Содержание воды, мг/м^3 , не более	9,0

Горючие газы как моторные топлива на автомобильном транспорте стали применяться в нашей стране еще в 30-х годах XX века из-за ограниченных ресурсов бензина.

В послевоенное время открытие и освоение месторождений природного газа позволило увеличить использование газообразного топлива для автомобилей и к 1954 г. был освоен выпуск газобаллонных автомобилей ГАЗ-516; ЗИС-156; ЗИС-166 и построено 30 газонаполнительных станций.

Однако в 60-е годы XX века в связи с большим приростом добычи нефти и увеличением ресурсов бензина работы эти были прерваны. В настоящее время КПГ является альтернативным топливом, способным покрыть возможный дефицит жидкого моторного топлива в стране. Применение его на автомобильном транспорте может обеспечить создание газобаллонных автомобилей с мощностью на 30...40 % выше, чем у современных автомобилей, работающих на бензине, и эффективным КПД до 38...40 %, при одновременном увеличении срока службы двигателя в полтора и сроков смены масла в два раза.

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

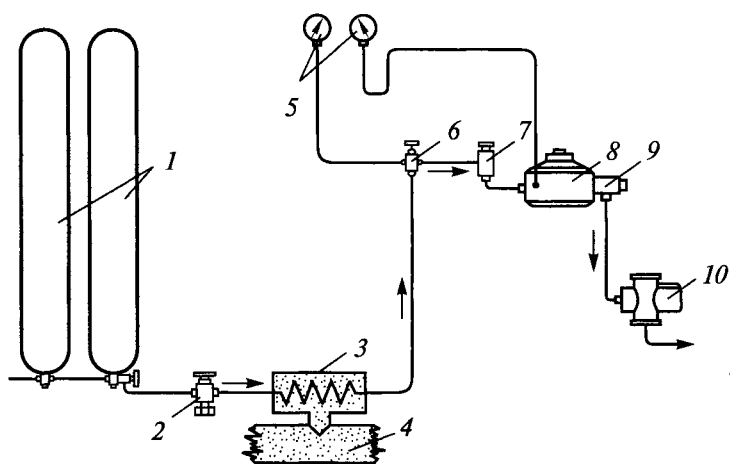


Рис. 4.3. Принципиальная схема системы подачи сжатого газа:

1 — баллоны с газом под высоким давлением; 2 — наполнительный вентиль; 3 — подогреватель газа; 4 — выпускной трубопровод (глушитель); 5 — манометры; 6 — магистральный вентиль; 7 — фильтр; 8 — редуктор; 9 — дозатор; 10 — карбюратор-смеситель

на 30...75 % уменьшается количество токсичных компонентов в отработанных газах.

Вместе с тем ухудшаются некоторые эксплуатационные показатели автомобилей: мощность двигателя снижается на 18...20 %, время разгона возрастает на 24...30 %, а максимальный преодолеваемый угол подъема уменьшается. Из-за большой массы металлических баллонов, требуемых для хранения сжатого под высоким давлением газа (330 кг для ГАЗ-53 и 800 кг для ЗИЛ-130) полезная нагрузка автомобиля снижается на 14...20 %. Возможная дальность поездки на одной заправке газа составляет 200...250 км, т.е. запас хода снижается на 30...40 %. Из-за необходимости сохранения дополнительной топливной системы трудоемкость технического обслуживания и ремонта газового автомобиля увеличивается на 7...8 %.

Сжатый газ на борту автомобиля хранится в 4...8 баллонах (в зависимости от типа двигателя) вместимостью по 50 л под давлением 19,6 МПа.

На рис. 4.3 приведена принципиальная схема системы подачи сжатого газа.

4.5. Автомобили, работающие на сжатом природном газе

В нашей стране для работы на сжатом газе предназначены следующие автомобили: грузовые ЗИЛ-138А, ГАЗ-52-27, ГАЗ-52-28, ГАЗ-53-27, КамАЗ-53208, КамАЗ-55118; автобус ЛАЗ-695НГ и легковой ГАЗ-24-27.

Характеристики автомобилей, работающих на сжатом природном газе, приведены в табл. 4.5.

Установка газовой аппаратуры повышает затраты на изготовление автомобилей на 20...26 %, также газ предъявляет очень высокие требования к обеспечению пожаро- и взрывобезопасности.

Использование автомобильного транспорта на газообразном топливе требует создания в стране разветвленной сети газозаправочных станций, поэтому было намечено построить непосредственно в автохозяйствах несколько сотен малогабаритных контейнерных станций производительностью 75 заправок в сутки.

Интерес к использованию природного газа на транспорте за рубежом резко возрос в период мирового энергетического кризиса. Программы замены традиционного моторного топлива природным и нефтяным газами реализуются в США, Италии, Франции, Австралии, Бразилии, Аргентине и других странах.

В последние годы в ряде стран возобновился интерес к газогенераторным автомобилям, двигатель которых работает на продуктах газификации твердого топлива, получаемых в специальном устройстве — газогенераторе.

Характеристики основных моделей автомобилей, работающих на сжатом природном газе

Показатель	ЗИЛ-138А	ГАЗ-52-27	ГАЗ-52-28	ГАЗ-53-27	КамАЗ-53208	КамАЗ-55118	ЛАЗ-695НГ	ГАЗ-24-27
Тип автомобиля	Грузовой	Бортовой	Грузовой фургон	Грузовой	Бортовой	Самосвал	Автобус	Легковой
Грузоподъемность, кг	5150	2000	1500	3800	7500	10 000	—	—
Число газовых баллонов	8	4	7	7	10	8	8	3
Емкость заправки газом, м ³	80	40	70	70	100	80	80	18
Степень сжатия двигателя	6,5	7,0	7,0	6,7	17,0	17,0	8,0	8,2
Максимальная мощность двигателя, кВт	88,5	46	46	70	147	147	103	56,6
Контрольный расход газа, м ³ /100 км	29,3	19,6	21,5	23,8	27 (6,5)*	30 (7,0)*	32	7,2
Резервное топливо	А-76	А-76	А-76	А-76	—	—	АИ-93	АИ-93
Максимальная скорость, км/ч	90	85	80	85	80	80	85	120
Запас хода, км	228	200	285	230	300	250	225	180

* Расход дизельного топлива.

При газификации твердого топлива получают оксид углерода, являющийся основным топливным газом. Кроме того, в продуктах газификации содержатся водород, метан и другие горючие газы.

Следует отметить, что в результате применения генераторного газа, получаемого из различных видов твердого топлива, даже при повышении степени сжатия мощность двигателя снижается на 15...30 % по сравнению с работой его на бензине.

В нашей стране серийно выпускались газогенераторные автомобили ГАЗ-42 и ЗИС-21, имевшие массу снаряженной газогенераторной установки соответственно 360 и 600 кг.

При всех недостатках газогенераторных автомобилей — сложность эксплуатации, снижение мощности двигателя и грузоподъемности, они обладают одним бесспорным преимуществом — возможностью работы на доступном и дешевом твердом топливе.

Контрольные вопросы

1. В чем заключаются достоинства и недостатки применения газового топлива на автомобильном транспорте?
2. Каковы основные компоненты сжиженных газов?
3. Как хранится сжиженный газ на автомобиле?
4. Какие марки СНГ установлены стандартами и на каких моделях автомобилей они применяются?
5. Каковы достоинства и недостатки сжатых углеводородных газов?
6. Какими свойствами обладает главный составляющий компонент природных газов — метан?
7. Какие основные модели автомобилей, работающих на сжатом природном газе, выпускаются в нашей стране?
8. Что представляют собой газогенераторные автомобили?

ГЛАВА 5

ТОПЛИВА НЕНЕФТЯНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Экономия топлива при эксплуатации автомобилей, снижение вредных выбросов в атмосферу — важнейшие задачи дальнейшего развития автомобильного транспорта. Одним из перспективных путей решения этих задач считается частичная или полная замена традиционного топлива топливом ненефтяного происхождения.

5.1. Синтетические спирты

Все большее развитие получает синтез жидкого искусственного топлива, приближающегося по качеству к топливам нефтяного

происхождения. Из угля, природного газа, известняка, отходов лесного хозяйства получают метиловый спирт — метанол, а из сахарного тростника, свеклы, зерновых культур вырабатывают этиловый спирт — этанол. Выпуск в нашей стране синтетического спирта метанола достиг в 1998 г. 44 млн т.

Наиболее перспективным сырьем для расширения производства метанола являются природный газ, нефтяные остатки и особенно уголь.

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

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

Однако для повседневного использования метанола в качестве автомобильного топлива необходимы конструктивные изменения топливной аппаратуры двигателя и в какой-то мере самого автомобиля. Поэтому в настоящее время метанол лучше использовать в качестве добавки к бензину. Установлено, что добавка 3...5 % метанола обеспечивает экономию 2,5 % бензина при сохранении мощности двигателя, его динамических и экономических показателей, а также уровня токсичности выхлопных газов. При этом допустимо использовать бензин с несколько меньшим октановым числом или заменять этилированный бензин на неэтилированный.

Применение бензометанольной смеси (с добавкой 15 % метанола и 7 % стабилизатора — изобутилового спирта) позволяет повысить на 6 % динамические качества автомобиля и на 3...5 % его мощность, одновременно уменьшить выброс оксида азота на 30...35 % и углеводородов на 20 %, а также получить экономию бензина до 14 %.

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

Предельно допустимая концентрация паров метанола в воздухе рабочей зоны двигателя значительно выше, чем при использовании таких антидетонаторов, как ТЭС и ТМС, и составляет 5 мг/м^3 .

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

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

5.2. Метилтретичнобутиловый эфир

В качестве добавки к бензину используют также метилтретичнобутиловый эфир (МТБЭ), получаемый путем синтеза 65 % изобутилена и 35 % метанола в присутствии катализаторов. Добавка МТБЭ к бензину обеспечивает:

получение неэтилированных высокооктановых бензинов;
повышение октанового числа (при добавке 10 % МТБЭ ОЧИ увеличивается на 2,1... 5,9 единиц, а при добавке 20 % — на 4,6... 12,6 единиц);

облегчение фракционного состава бензина и снижение температуры перегонки 50 % фракции (но при этом возможно образование паровых пробок);

некоторое улучшение мощностных и экономических показателей двигателя;

снижение токсичности отработавших газов примерно на 10 %;
снижение расхода бензина на 4 %, а также снижение необходимого количества ТЭС почти в два раза.

Кроме того, при использовании МТБЭ нет необходимости изменять регулировку топливной аппаратуры, так как МТБЭ отличается высокой теплотворной способностью 37700 кДж/кг.

Неэтилированный бензин АИ-93 с добавкой 18...16 % МТБЭ во всем диапазоне скоростей движения ВАЗ-2101 и ВАЗ-2103 превосходит по антидетонационным качествам товарный неэтилированный бензин.

Использование МТБЭ в настоящее время одно из самых перспективных направлений расширения ресурсов высокооктановых неэтилированных бензинов.

5.3. Газовые конденсаты

Высокие темпы добычи природного газа обеспечивают значительный прирост добычи сопутствующего ему продукта — газового конденсата, который на нефтеперерабатывающих заводах со-

вместно с нефтью перерабатывается в моторные топлива. В нашей стране крупнейшие газоконденсатные месторождения (ГКМ) находятся на Крайнем Севере, в Западной Сибири и Якутии.

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

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

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

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

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

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

На Уренгойском месторождении с 1979 г. действует малогабаритная промышленная установка для переработки конденсата с получением дизельного топлива.

С 1982 г. в городе Дудинка в эксплуатации находится промышленная установка с годовой производительностью по сырью до 50 тыс. т, с помощью которой конденсат разделяется на дизельную и бензиновую товарные фракции.

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

Для эксплуатации автомобилей с карбюраторными двигателями в районах Уренгойского и Норильского месторождений применяют бензин, вырабатываемый прямой перегонкой из газовых конденсатов.

В настоящее время из газовых конденсатов в России вырабатываются бензины марок АГ-72 и АГ-76 (ТУ 51-126—83) и летний и зимний бензины А-76 (ТУ 51-03-06—86).

По согласованию с потребителем для повышения октанового числа допускается вводить в газоконденсатный бензин в качестве добавки экстралин в количестве 1,5 % (ТУ 6-02-571—81).

Получаемая с помощью малогабаритной перерабатывающей установки из газоконденсата вместе с дизельным топливом бензи-

новая фракция с выходом порядка 50 % на сырье за исключением октанового числа (68...72 по моторному методу) полностью соответствует требованиям ГОСТ 2084—77.

5.4. Водород

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

Водородовоздушная смесь воспламеняется при содержании водорода от 4 до 74 %. В то же время из-за низкой теплотворной способности водородовоздушной смеси мощность работающего на ней двигателя на 15...20 % ниже, чем при работе на бензине. При поступлении водорода непосредственно в цилиндр двигателя в такте всасывания или в начале такта сжатия падения мощности можно избежать. Однако в этом случае необходимо значительное изменение конструкции системы подачи питания и самого двигателя.

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

По предложениям ученых при городском режиме работы основным топливом для автомобиля должен быть водород, а бензин должен использоваться как добавка для стабилизации горения воздуха на режиме холостого хода, малых и средних нагрузках. При эксплуатации же автомобиля на трассе (при средних и полных нагрузках) двигатель должен работать на бензине с минимальной добавкой водорода.

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

Известно, что жидкий водород занимает в 3,5 раза больший объем, чем эквивалентное по выделяемой энергии количество бензина, что усложняет его хранение и распределение. Необходима

также надежная теплоизоляция баков, так как температура жидкого водорода -253°C . Поэтому в качестве емкостей для транспортирования и хранения водорода приходится использовать криогенные баки с двойными стенками, пространство между которыми заполнено изолирующими материалами.

Получают водород электролизом, термической диссоциацией и фотолизом воды, термохимическим способом из гидрида магния с добавкой 5% никелевого катализатора при нагревании до 257°C (порошкообразный гидрид магния занимает в 4,6 раза больший объем, чем эквивалентное количество бензина), что довольно сложно.

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

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

В качестве наиболее перспективной формы использования водорода рассматриваются вторичные энергоносители, например водород, аккумулированный в составе металлгидридов. В этом случае успешно решается проблема безопасности эксплуатации водородного топлива и обеспечивается возможность создания приемлемого энергозапаса без высоких давлений или криогенных температур.

Выделение водорода происходит при подогреве гидридов горячей жидкостью из системы охлаждения или непосредственно отработавшими газами. Для зарядки гидридного аккумулятора через восстановленный металлический компонент пропускается водород под небольшим давлением и одновременно отводится образующееся тепло. Процесс зарядки может повторяться несколько тысяч циклов без ухудшения энергоемкости аккумулятора. В случае аварии и разрушения наружной оболочки емкости для хранения часть водорода быстро улетучивается, вызывая понижение температуры гидрида и прекращение выделения водорода. Благодаря этому гидридный аккумулятор водорода во многих отношениях безопаснее бака с бензином.

Объемная энергоемкость лучших гидридов приближается к уровню энергоемкости жидкого водорода, т.е. объем гидридного бака

может быть меньше объема криогенного бака для жидкого водорода. Масса же самого гидридного блока примерно на порядок выше массы необходимого жидкого водорода из-за значительной плотности металлического носителя. Тем не менее суммарные массы гидридной и жидководородной топливных систем соизмеримы вследствие большой массы криогенных баков.

Гидридный аккумулятор не требует особого ухода, быстро заряжается, его себестоимость ниже, а срок службы больше, чем у аккумуляторных батарей.

Автомобили с гидридными аккумуляторами наиболее целесообразно использовать в городских условиях, где они могут успешно конкурировать с обычными автомобилями и электромобилями.

Контрольные вопросы

1. Какие топлива нефтяного происхождения могут заменить традиционные автомобильные топлива?
2. Какими свойствами обладают синтетические спирты, используемые в качестве топлива для автомобильных двигателей?
3. Каковы преимущества МТБЭ по сравнению с этиловой жидкостью для повышения октанового числа автомобильных бензинов?
4. Какие топлива для автомобильных двигателей получают из газовых конденсатов на крупнейших газоконденсатных месторождениях Западной Сибири?

ГЛАВА 6

СМАЗОЧНЫЕ МАСЛА

6.1. Моторные масла

Все масла нефтяного происхождения делятся на четыре группы: *моторные* (для авиационных, газотурбинных, карбюраторных и дизельных двигателей), *трансмиссионные* (в том числе для гидропередач гидродинамических и гидрообъемных приводов), *специальные* (турбинные, компрессорные и др.) и *различного назначения*.

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

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

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

Основное назначение смазочного масла — это обеспечение надежной экономичной работы двигателя в течение установленного для него моторесурса, т. е. любое смазочное масло должно обеспечивать:

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

Для успешного выполнения перечисленных функций моторные масла должны удовлетворять ряду эксплуатационных требований: иметь минимально возможную температуру застывания и определенные вязкостные показатели, быть достаточно физически и химически стабильными, обладать минимальным коррозионным воздействием на металлы и не содержать механических примесей и воды.

Температура застывания масел

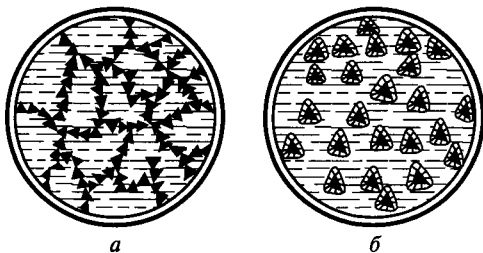
При определенных значениях температуры при охлаждении масла становятся нетекучими. Переход в нетекучее состояние вызывается либо выпадением в процессе понижения температуры масла кристаллов высокоплавких углеводородов и образованием из них кристаллического каркаса (рис. 6.1, а), либо сильным увеличением его вязкости.

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

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

Рис. 6.1. Схемы выпадения кристаллов твердых углеводородов при охлаждении масла:

а — образование кристаллического каркаса в масле без присадки; б — масло с введенным депрессатором



наиболее высокоплавких углеводородов из масел при помощи депарафинизации и введение в очищенные масла депрессорных присадок (рис. 6.1, б). Например, введение депрессатора АзНИИ в количестве 0,5 % снижает температуру застывания масла на 15...20 °С.

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

Вязкость масел

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

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

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

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

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

Индекс вязкости автомобильных масел должен быть не менее 90.

Для получения масел с хорошими вязкостно-температурными свойствами в базовые маловязкие масла (с вязкостью при 100 °С менее 5 мм²/с) добавляют 3...4 % вязкостных присадок, например полиизобутилена. Полученные таким образом масла, называемые загущенными, обладают высоким ИВ (115...140).

Загущенные масла имеют значительно лучшие низкотемпературные свойства, что особенно важно при пуске двигателей в

холодное время и для снижения пусковых износов. Использование для автомобильных двигателей загущенных внесезонных масел, обеспечивающих надежную их работу, дает существенный технико-экономический эффект: на 3...7 % повышается мощность двигателя, а также снижаются механические потери на трение.

Специфические свойства моторных масел, зависящие от условий их работы

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

В зависимости от условий работы масла в двигателе различают три зоны:

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

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

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

Физическая стабильность масел при повышенных температурах

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

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

Нагарообразование в высокотемпературной зоне двигателя

При работе двигателя масло частично попадает в камеру сгорания и там в основном сгорает. Несгоревшее масло в результате

глубоких химических превращений преобразуется в нагар, который плохо влияет на работу двигателя. Образующийся слой нагара ухудшает теплоотвод от деталей, облегчает возникновение детонации и калильного зажигания, а оторвавшиеся от стенок камеры твердые частички загрязняют работающее масло.

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

Летом нагара образуется меньше, чем зимой.

Лакообразование в среднетемпературной зоне двигателя

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

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

На рис. 6.2 показан прибор для определения термоокислительной стабильности масла.

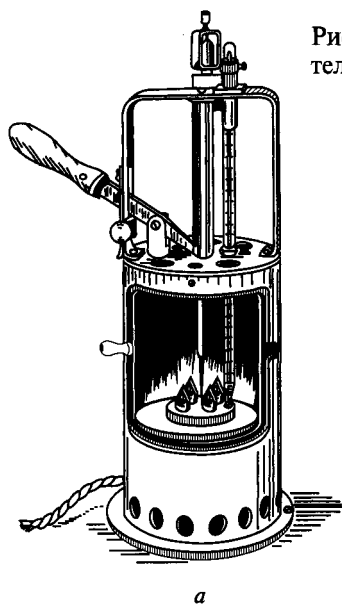
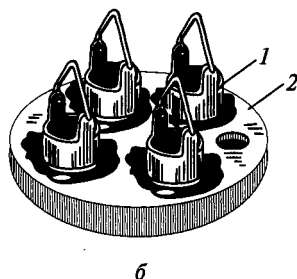


Рис. 6.2. Прибор для определения термоокислительной стабильности масла (а) и его диск (б):

1 — кольцо; 2 — диск



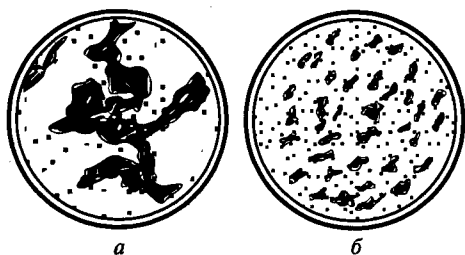
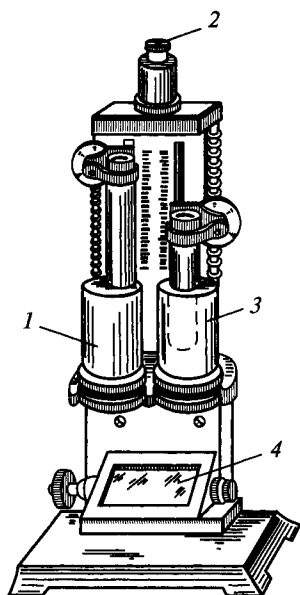


Рис. 6.3. Схема углеродистой дисперсии в масле, наблюдаемая с помощью электронного микроскопа:

a — без моющей присадки; *б* — с моющей присадкой

Рис. 6.4. Колориметр для определения цвета масла:

1 — цилиндр с эталонной жидкостью; 2 — окуляр оптической системы; 3 — цилиндр с испытуемым маслом; 4 — экран



Одной из мер борьбы с лакообразованием является введение в масла антиокислительных (ДФ-11, МНИ, ИП-22к, ВНИИ НП-354, ИХП-21 и др.) и моющих (обычно в составе композитных) присадок, которые тормозят отложение образующихся смолисто-асфальтовых веществ.

При использовании масла с хорошими моющими свойствами детали двигателя выглядят как бы вымытыми. Кроме того, моющие присадки удерживают продукты окисления масла во взвешенном состоянии, препятствуя прилипанию их к поверхностям нагретых деталей и срачиванию частичек между собой, что нарушило бы поступление масла к трущимся деталям (рис. 6.3).

Моющие свойства масел оценивают по цветной эталонной шкале в баллах от 0 до 6 с помощью прибора ПЗВ, работающего на принципе создания в небольшом одноцилиндровом двигателе условий интенсивного лакообразования.

Работающее масло со временем изменяет цвет от светлого до темно-коричневого. Колориметр для определения цвета масла показан на рис. 6.4.

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

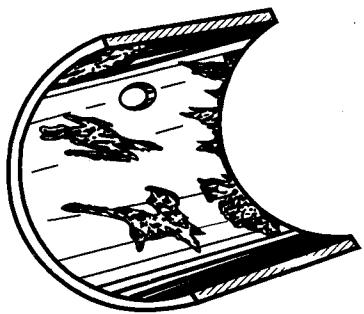


Рис. 6.5. Вкладыш подшипника из свинцовистой бронзы, разрушенный коррозией

Изменение масла в низкотемпературной зоне двигателя

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

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

Образовавшиеся в масле и растворившиеся в нем кислоты очень агрессивны, в первую очередь, по отношению к свинцу (рис. 6.5). Для защиты деталей от коррозии в масла вводят антикоррозионные присадки, содержащие серу и фосфор, т. е. для нейтрализации кислых продуктов маслам с помощью присадок придаются щелочные свойства.

В процессе работы моторные масла способны сильно вспениваться. Торможение пенообразования достигается введением в масла противопенных присадок, например ПМС-200А.

6.2. Маркировка моторных масел

Моторные масла разделяются на масла для карбюраторных двигателей и дизелей.

Обозначение моторного масла включает в себя букву М — моторное, цифры, характеризующие класс кинематической вязкости, и прописные русские буквы от А до Е, обозначающие принадлежность к группе масел по эксплуатационным свойствам.

При представлении класса кинематической вязкости в обозначении масла дробью в числителе указывают класс вязкости при температуре -18°C , в знаменателе — при 100°C .

В зависимости от качества все моторные масла делят на шесть групп, обозначаемых буквами А, Б, В, Г, Д, Е, которые указывают количественное содержание в масле присадок различного назначения.

Таким образом, в обозначении моторных масел заложены показатели, характеризующие их по вязкости и эксплуатационным свойствам в зависимости от условий работы двигателей различной степени форсирования.

Масла группы А выпускаются без присадок или с незначительным их содержанием. В масла группы Б вводят до 6 % присадок и используют их только в малофорсированных карбюраторных двигателях. Масла группы В содержат до 8 %, а группы Г — до 14 % композиций присадок. Предназначены они для среднефорсированных и высокофорсированных дизелей и карбюраторных двигателей соответственно.

Для теплонпряженных дизелей с наддувом, работающих в тяжелых условиях, выпускают масла группы Д с 15... 18 % композиций присадок.

Масла группы Е предназначены для малооборотных дизелей, работающих на топливе с содержанием серы до 3,5 %.

Индекс 1 присваивается маслам для карбюраторных двигателей, индекс 2 — для дизельных.

Универсальные масла для карбюраторных и дизельных двигателей одного уровня форсирования индекса в обозначении не имеют, а масла, принадлежащие к разным группам, должны иметь двойное буквенное обозначение (первая буква при использовании в дизельных двигателях, вторая — в карбюраторных).

Например, М-8-В₁ — масло моторное, класс вязкости 8, предназначено для среднефорсированных карбюраторных двигателей; М-4₃/8-В₂Г₁ — масло моторное, класс вязкости 4₃/8, предназначено для среднефорсированных дизелей (В₂) и высокофорсированных карбюраторных двигателей (Г₁).

Для иностранных моторных масел используются два вида классификации: по вязкости (SAE) и по эксплуатационным свойствам (API).

Соответствие отечественных и иностранных групп моторных масел по эксплуатационным свойствам и назначению показано в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Соответствие отечественных и иностранных классификационных групп моторных масел

Группа масла		Рекомендуемая область применения
по ГОСТ 17479.1—85	по API	
В ₁	SD	Среднефорсированные карбюраторные двигатели
В ₂	CB	Среднефорсированные дизели
В	SD/CB	Среднефорсированные дизели и карбюраторные двигатели

Группа масла		Рекомендуемая область применения
по ГОСТ 17479.1—85	по API	
Г ₁	SE	Высокофорсированные карбюраторные двигатели
Г ₂	CC	Высокофиксированные дизели без наддува
Г	CE/CC	Высокофорсированные дизели и карбюраторные двигатели без наддува
Д ₁	SF	Карбюраторные двигатели зарубежных автомобилей выпуска 1980—1988 гг.
Д ₂	CD	Высокофорсированные дизели с наддувом
—	SF/CD	Дизели и карбюраторные двигатели (универсальные масла)
Е ₁	SG	Карбюраторные двигатели иностранных автомобилей выпуска после 1988 г.
—	CE	Турбонаддувные дизели выпуска после 1983 г.
—	SG/CE	Дизели и карбюраторные двигатели (универсальное масло)
Е ₂	CF-4	Быстроходные дизели с турбонаддувом, к маслу которых предъявляются повышенные требования

Масла для карбюраторных двигателей

Использование в карбюраторных двигателях предопределяет повышенные требования к способности масла предотвращать образование нагара и лака в зоне цилиндропоршневой группы, шлама в низкотемпературной зоне двигателя, а также к его антиокислительным свойствам.

Для карбюраторных двигателей используются в основном масла, относящиеся к классификационным группам В и Г (табл. 6.2).

Выбор масла определяется уровнем форсирования и условиями эксплуатации двигателя.

В двигателях старых отечественных грузовых и легковых автомобилей всесезонно (зимой и летом) используют масло М-8-А, выпускаемое вместо масла АС-8.

Для всесезонной эксплуатации высокофорсированных двигателей современных легковых автомобилей выпускают масла группы

Физико-химические характеристики масел для бензиновых двигателей

Показатель	М-8-В	М-6 ₃ /10-В	М-4 ₃ /6-В ₁	М-5 ₃ /10-Г ₁	М-6 ₃ /12-Г ₁	М-5 ₃ /12-Г ₁ ТУ 38.601-01-220-92	М-12-ТП ТУ 38.401-58-28-91	Кастрол GTX SAE 15W-40 ТУ 38.301-29-34-91
	Универсальное		Для карбюраторных двигателей					
	ГОСТ 10541-78							
Вязкость кинематическая, мм ² /с:								
при 100 °С,	7,5...8,5	9,5...10,5	5,5...6,5	10...11	Не менее 12	11,5...12,5	11...12	15...16
при 0 °С	Не более 1200	—	—	—	—	—	—	—
при -18 °С	Не нормируется	Не более 9000	1100...2600	Не нормируется	Не более 10 400	—	—	—
при -30 °С	—	—	Не более 11 000	—	—	—	—	—
Индекс вязкости, не менее	93	120	125	120	115	115	Не нормируется	115
Щелочное число, мг КОН на 1 г масла, не менее	4,2	5,5	5,5	5,0	7,5	5,0	2,3	5,8
Зольность сульфатная, %, не более	0,95	1,3	1,3	0,9	1,3	1,0	0,3	1,0

Показатель	М-8-В	М-6 ₃ /10-В	М-4 ₃ /6-В ₁	М-5 ₃ /10-Г ₁	М-6 ₃ /12-Г ₁	М-5 ₃ /12-Г ₁ ТУ 38.601-01-220—92	М-12-ТП ТУ 38.401-58-28—91	Кастрол GTX SAE 15W-40 ТУ 38.301-29-34—91
	Универсальное		Для карбюраторных двигателей					
	ГОСТ 10541—78							
Массовая доля механических примесей, %, не более	0,015	0,02	0,02	0,015	0,015	—	0,015	—
Массовая доля воды, %	Следы							
Температура вспышки в открытом тигле, °С, не ниже	207	190	165	200	210	205	Не нормируется	205
Температура застывания, °С, не выше	—25	—40...—30	—42	—38	—30	—35	—15	—30
Моющие свойства по ПЗВ, баллы, не более	—	0,5	1,0	—	—	0,5	—	—
Плотность при 20 °С, г/см ³ , не более	0,905	0,890	0,880	0,900	0,900	—	0,900	—

Г₁: М-8-Г₁ (зимнее), М-12-Г₁ (летнее), М-6₃/10-Г₁ (всесезонное загущенное, с вязкостью при температуре -18°C от 1300 до 2600 мм²/с).

Допущено к применению в карбюраторных и дизельных двигателях универсальное всесезонное рабоче-консервационное моторное масло М-4₃/8-Г(рк), обеспечивающее работоспособность двигателя в интервале температур окружающего воздуха от -30°C до $+50^{\circ}\text{C}$ и консервацию двигателей в течение 15 лет.

Масло М-8-В является всесезонным для среднефорсированных двигателей легковых и грузовых автомобилей.

Масло М-6₃/10-В моторное универсальное, всесезонное, долго работающее предназначено для карбюраторных и безнаддувных дизельных двигателей.

Масло М-6₃/10-В внесено в карту смазки двигателя КамАЗ-730 и может заменять масла М-8-Г_{2к} и М-10-Г_{2к}.

Загущенное масло М-4₃/6-В₁ обеспечивает надежную работу автотракторных карбюраторных двигателей в условиях Крайнего Севера, т. е. позволяет осуществлять запуск двигателя при температуре -35°C без подогрева. Его можно также применять всесезонно в карбюраторных двигателях, а также в дизельных двигателях КамАЗ-740 северного исполнения.

Всесезонное моторное масло М-5₃/10-Г₁ применяется в форсированных карбюраторных автомобилях и в первую очередь в автомобилях ВАЗ.

Масло М-6₃/12-Г₁ обеспечивает повышенные противоизносные свойства.

Масла для дизельных двигателей

Дизели отличаются от других двигателей внутреннего сгорания очень большим разнообразием типов, конструкций, способов смесеобразования, назначений и условий эксплуатации. Поэтому в них используются масла, значительно различающиеся по предъявляемым к ним требованиям и эксплуатационным свойствам, т. е. к дизельным могут относиться масла всех классификационных групп (от А до Е).

Основой дизельных масел являются дистиллятные, остаточные или компаундированные базовые масла селективной очистки, получаемые из малосернистой или сернистой нефти. Во все дизельные масла (за исключением масла М-20-А) вводят многофункциональные присадки или композиции присадок.

Выбор марки дизельного масла определяется назначением и типом дизеля, уровнем его форсирования, жесткостью условий эксплуатации и качеством применяемого топлива.

Наиболее широко для дизелей применяются масла группы В₂ (зимнее М-8-В₂ и летнее М-10-В₂), предназначенные для мало- и среднефорсированных автотракторных дизелей и содержащие

7...8 % композиций моюще-диспергирующей, антиокислительной, противоизносной, антипенной (а в зимнем сорте и депрессорной) присадок.

Моторные масла группы Γ_2 (летнее М-10- Γ_2 и зимнее М-8- Γ_2), предназначенные для высокофорсированных дизелей при особенно тяжелых условиях их работы, имеют несколько улучшенные эксплуатационные свойства, чем у масел группы B_2 , т.е. они содержат такую же композицию присадок, но в большей концентрации (до 14 %).

Масла для автотракторных дизелей (табл. 6.3) могут быть рекомендованы для следующей транспортной техники:

М-8- B_2 — для малофорсированных безнаддувных автотракторных дизелей в зимних условиях эксплуатации, а М-10- B_2 — для тех же дизелей в летних условиях эксплуатации;

М-8- Γ_{2y} — для высокофорсированных безнаддувных или с невысоким наддувом автотранспортных дизелей в зимних условиях эксплуатации при увеличенном пробеге до смены масла, а М-10- Γ_{2y} — для тех же дизелей в летних условиях эксплуатации;

М-8- Γ_2 — для высокофорсированных безнаддувных или с невысоким наддувом автотракторных дизелей в зимних условиях эксплуатации, а М-10- Γ_2 — для тех же дизелей в летних условиях эксплуатации;

М-8- $\Gamma_{2к}$ — для зимних условий эксплуатации в основном автомобилями КамАЗ, автобусов «Икарус», тракторов К-700, а М-10- $\Gamma_{2к}$ — для летних условий эксплуатации этой же техники;

М-16- $\Gamma_{2к}$ — для дизелей типа ЧН21/21, Ч и ЧН 15/18, установленных на автосамосвалах и буровом оборудовании (всесезонно);

М-8-ДМ — для высокофорсированных дизелей с турбонаддувом, установленных на большегрузных автомобилях и промышленных тракторах, в зимних условиях эксплуатации, а М-10-ДМ — для тех же дизелей в летних условиях эксплуатации.

Масла для быстроходных транспортных дизелей вырабатываются в соответствии с ГОСТ 6360—83 и 25770—83:

М-6₃/10- B_2 — представляет собой загущенную маловязкую основу нормированного фракционного состава с композицией функциональных присадок, используется в качестве зимнего масла, а в ряде случаев как всесезонное;

М-16-А(т) и М-16- B_2 — получают на базе масла М-16 с добавлением присадок, используются как летние и всесезонные.

Применение моторных масел

Для автомобилей ГАЗ-51 и ЗИЛ-164 выпускается масло М-8-А, а в качестве замены для него используется масло М-8- B_1 .

Для автомобилей ЗИЛ-130, ГАЗ-53, Урал-377 выпускается всесезонное масло М-8-В.

Физико-химические характеристики масел для автотракторных дизелей

Показатель	М-8-В ₂	М-8-Г _{2у}	М-10-Г _{2у}	М-10-В ₂	М-8-Г ₂	М-10-Г ₂	М-8-Г _{2к}	М-10-Г _{2к}	М-8-ДМ	М-10-ДМ	М-16-Г _{2к}
	ТУ 38.401-58-37—92	ТУ 38.401-58-21—91		ГОСТ 8581—78							ТУ 38.301-41-135—89
Вязкость кинематическая, мм ² /с, при 100 °С	7,5... 8,5	8... 9	11... 12	10,5... ... 11,5	7,5... ... 8,5	10,5... ... 11,5	7,5... ... 8,5	10,5... ... 11,5	8... 8,5	11,4	15... 17
Индекс вязкости, не более	85	95	90	85	85	85	95/90	95/85	102	90	92
Массовая доля механических примесей, %, не более	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,02	0,025	0,015
Массовая доля воды, %	Следы										
Температура вспышки в открытом тигле, °С, не ниже	200	210	225	205	200	205	210/ 200	220/ 205	195	220	230
Температура застывания, °С, не выше	-25	-30	-15	-15	-25	-15	-30	-18/ -15	-30	-18	-25

Показатель	М-8-В2	М-8-Г2у	М-10-Г2у	М-10-В2	М-8-Г2	М-10-Г2	М-8-Г2к	М-10-Г2к	М-8-ДМ	М-10-ДМ	М-16-Г2к
	ТУ 38.401-58-37-92	ТУ 38.401-58-21-91		ГОСТ 8581-78							ТУ 38.301-41-135-89
Коррозионность на пластинках из свинца марок С ₁ или С ₂ по ГОСТ 3778-78, г/м ² , не более	10	10	10	10	20	30	Отсутствует				
Моющие свойства по ПЗВ, баллы, не более	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	—	—
Термоокислительная стабильность при 250 °С, мин, не менее	50	60	90	80	60	90	60/65	60/65	—	—	—
Щелочное число, мг КОН на 1 г масла, не менее	3,5	7,5	7,5	3,5	6,0	6,0	6,0	6,0	8,5	8,2	6,0
Зольность сульфатная, %, не более	1,3	1,35	1,35	1,3	1,65	1,65	1,15	1,15	1,5	1,5	1,15
Плотность при 20 °С, г/см ³ , не более	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905/ 0,900	0,890	0,905	0,905

Для некоторых моделей автомобилей ВАЗ, ГАЗ-2401 и ЗАЗ-968 выпускаются летнее масло М-12-Г₁, зимнее масло М-8-Г₁ и всесезонное масло М-6_з/10-Г₁.

В настоящее время производится много современных моторных масел, соответствующих международным стандартам. Например, российская нефтяная компания «Лукойл» выпускает для всех видов легковых автомобилей с карбюраторными двигателями и автомобилей с высокофорсированными дизелями без наддува масла «Новоыл-мотор» (по зарубежной классификации SAE 15W-30), «Лукойл-супер» (SAE 15W-40, API CD/SF), «Лукойл-стандарт» (SAE 15W-40, API SE/CC) и М-6_з/14 (SAE 20W-40, API SF/CC).

Немецкие фирмы выпускают масла «Pavenol meneraloel formel super» (SAE 15W-40) и «Ravenol formel extra» (SAE 20W-50).

Все моторные масла должны иметь паспорта качества. Одна из форм паспорта качества на автомобильные масла приведена в Приложении.

6.3. Трансмиссионные масла

Трансмиссионные и редукторные масла применяются в большинстве современных машин и механизмов и служат для смазывания зубчатых передач различного типа, шестеренчатых редукторов (цилиндрических, гипоидных, червячных и др.), а также являясь гидравлическим рабочим телом при передаче мощности в гидродинамических коробках передач.

Рабочая температура масла в агрегатах трансмиссии транспортных машин и промышленных редукторах меняется в широких пределах: от температуры окружающего воздуха в момент начала работы до 120... 130 °С и даже 150 °С.

Минимальная температура масла в агрегатах трансмиссии автомобилей в холодной зоне может достигать -60 °С, в умеренной зоне до -40 °С, а в жаркой до -10 °С.

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

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

универсальные, обеспечивающие работу всех типов зубчатых передач и других трущихся деталей агрегатов трансмиссии;

общего назначения, применяющиеся в цилиндрических, конических и червячных передачах автомобилей;

масла для гипоидных передач грузовых и легковых автомобилей.

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

обладать достаточным уровнем противоизносных и противозадирных свойств;

иметь хорошие вязкостно-температурные свойства;

не оказывать коррозионного воздействия на детали трансмиссии;

иметь хорошую термоокислительную стабильность;

обладать хорошими защитными свойствами;

быть нетоксичными и иметь хорошую совместимость с материалами сальниковых уплотнений.

Основные эксплуатационные свойства трансмиссионных масел

Смазывающие свойства трансмиссионных масел зависят от их компонентного состава и количества используемых антифрикционных, противоизносных и противозадирных присадок. Состав масла зависит от метода его получения, т. е. от того с чем смешивается маловязкое масло: с остаточными маслами или с экстрактом (смолкой), получаемым после селективной очистки масел.

Смазочные свойства трансмиссионных масел должны обеспечивать долговечную и надежную работу агрегатов трансмиссии при больших нагрузках и скоростях перемещения трущихся поверхностей, снижая интенсивность их износа и предотвращая заедание (посредством образования на них тонких пленок, изолирующих детали и предотвращающих сваривание и заедание зубьев шестерен).

Для улучшения смазочных свойств масел в качестве присадок используются органические вещества (сера, фосфор, азотосодержащие соединения) и металлоорганические соединения (свинец, цинк, алюминий и др.), которые образуют защитные пленки на поверхности металлов.

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

Уровень вязкости трансмиссионного масла определяет образование масляного клина в зоне высоконагруженных контактов тру-

щихся деталей. Нижний уровень вязкости трансмиссионного масла с противозадирными присадками определяется надежностью уплотнений картеров агрегатов трансмиссии. При хорошем состоянии сальников и других уплотнителей минимально допустимая кинематическая вязкость масла может составлять $5 \text{ мм}^2/\text{с}$.

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

Опыт эксплуатации показывает, что при температуре -10°C динамическая вязкость масла ТАП-15В достигает $30 \text{ Па} \cdot \text{с}$, при этом КПД заднего моста автомобиля ЗИЛ-130 снижается до 50 %, а расход топлива увеличивается в два раза по сравнению с нормой.

Обозначение трансмиссионных масел в соответствии с ГОСТ 17479.2—85 включает в себя буквы ТМ, цифры, характеризующие принадлежность к группе масел по эксплуатационным свойствам, и цифры, обозначающие класс кинематической вязкости (при температуре 100°C).

Например, ТМ-5-9₃ — трансмиссионное масло 5-й группы, т. е. с многофункциональными и противозадирными присадками высокой эффективности, 9-го класса вязкости, загущенное.

Характеристики классов вязкости трансмиссионных масел приведены в табл. 6.4.

Соответствие отечественных и иностранных групп трансмиссионных масел по эксплуатационным свойствам и назначению показано в табл. 6.5.

Группа ТМ-1 включает в себя нигролы — масла для промышленного оборудования, выпускаемые по ТУ 38.101.529—75. Эти масла применяют также в агрегатах трансмиссий некоторых тракторов, сельскохозяйственных и дорожно-строительных машин, планетарных передачах подъемных кранов и экскаваторов. Нигролы представляют собой неочищенные остатки прямой перегонки нефти и характеризуются большим содержанием смол, асфальтенов, механических примесей. Эксплуатационные свой-

Таблица 6.4

Классы вязкости трансмиссионных масел (ГОСТ 17479.2—85)

Класс вязкости	Вязкость кинематическая при 100°C , $\text{мм}^2/\text{с}$	Температура, при которой динамическая вязкость не превышает $150 \text{ Па} \cdot \text{с}$, $^\circ \text{C}$
9	6,00... 10,99	-45
12	11,00... 13,99	-35
18	14,00... 24,99	-18
34	25,00... 41,00	—

Соответствие отечественных и иностранных классификационных групп трансмиссионных масел

Группа масла		Область применения
по ГОСТ 17479.2—85	по API	
ТМ-1	GL-1	Механизмы, для которых необходимы масла с депрессорными и антипенными присадками
ТМ-2	GL-2	Механизмы, для которых необходимы масла с антифрикционными присадками
ТМ-3	GL-3	Ведущие мосты со спирально-коническими передачами, требующие использования масел со слабыми противозадирными присадками
ТМ-4	GL-4	Гипоидные передачи, требующие использования масел с противозадирными присадками средней активности
ТМ-5	GL-5	Гипоидные передачи грузовых и легковых автомобилей, требующие использования масел с активными противозадирными и противоизносными присадками
—	GL-6	Гипоидные передачи, работающие в очень тяжелых условиях и требующие использования масел с высокоэффективными противозадирными и противоизносными присадками

ства нигролов невысоки, что ограничивает масштабы их применения.

К этой же группе относятся тракторное масло АК-15 (ТУ 38.001280—76), в настоящее время используемое очень ограниченно, и масло ТС-14,5 (ТУ 38.101.110—71) для малонагруженных агрегатов трансмиссий некоторых автомобилей и тракторов, получаемое смешением остаточного масла и дистиллятного масла селективной очистки с добавлением депрессорной присадки.

К группе ТМ-2 относится масло ТСП-10-ЭФО (ТУ 38.101701—77), являющееся смесью деасфальтизата и низкозастывающего дистиллятного масла, к которой добавлены противоизносная и депрессорная присадки. В эту же группу входят масло ТЭп-15 и масло для коробок передач и рулевого управления ТС (ТУ 38.1011332—90).

В группу ТМ-3 входит масло ТСП-10 (ТУ 38.401809—90), а также масла ТАП-15В и ТСП-15К, выпускаемые по ГОСТ 23652—79.

К группе ТМ-4 относится масло ТСП-15 (ГОСТ 23652—79), и масла ТС₃-9гип (ТУ 38.1011238—89) и ТСгип (ТУ 38.1011332—90) для гипоидных передач.

Физико-химические и эксплуатационные свойства трансмиссионных масел

Показатель	ТСп-10	ТСп-15К	ТАП-15В	ТАД-17и	ТСп-14гип	ТС ₃ -9гип	ТСгип	ТС	ТСЗп-8
	ТУ 38.401809— 90	ГОСТ 23652—79				ТУ 38.1011238— 89	ТУ 38.1011332—90		ТУ 38.1011280— 89
Плотность при 20 °С, г/см ³ , не более	0,915	0,910	0,930	0,903	0,910	—	—	—	0,900
Вязкость кинематическая, мм ² /с:									
при 100 °С, не менее	—	—	15,01	17,5	—	9,0	20,5... ...32,4	20,5... ...32,4	7,5...8,5
при 50 °С, не более	10,0	15,0	—	100...120	14,0	36,0	—	—	2500 (при 40 °С)
Вязкость динамическая, Па·с, не более									
при -15 °С	—	80	180	—	—	—	—	—	—
при -20 °С	—	—	—	—	80	—	—	—	—
при -35 °С	300	0	0	0	0	1500 (при -45 °С)	—	—	—

Показатель	ТСп-10	ТСп-15К	ТАП-15В	ТАД-17и	ТСп-14гип	ТС ₃ -9гип	ТСгип	ТС	ТСЗп-8
	ТУ 38.401809— 90	ГОСТ 23652—79				ТУ 38.1011238— 89	ТУ 38.1011332—90		ТУ 38.1011280— 89
Температура вспышки, определяемая в открытом тигле, °С, не ниже	128	180	180	200	180	160	—	—	170
Температура застывания, °С, не выше	—40	—25	—20	—25	—25	—50	—20	—20	—50
Массовая доля механических примесей, %, не более	0,02	0,01	0,03	Отсутствует	0,01	0,05	0,10	0,10	0,025
Массовая доля воды, %	Следы				Отсутствует	Следы	Отсутствует	Отсутствует	Следы
Содержание водорастворимых кислот и щелочей	Отсутствуют		Отсутствуют		—	—	Отсутствуют	Отсутствуют	Отсутствуют
Зольность, %,	—	—	—	Не более 0,3	—	—	—	—	—
Кислотное число, мг КОН на 1 г масла, не более	—	—	—	2,0	—	1,0	—	—	—

Испытание на коррозию в течение 3 ч при 100 °С на пластинках из стали и меди	Выдерживает								
Смазывающие свойства, определяемые на четырехшариковой машине трения: индекс задира (I_3), не менее нагрузка сваривания P_c , Н (кгс), не менее показатель износа (D_w) при осевой нагрузке 392 Н (40 кгс) при 20... 50 °С в течение 1 ч, не более	48	55	50	60	60	—	—	—	40 (282)
Массовая доля активных элементов за счет присадок, %, не менее: фосфора хлора серы	—	—	—	0,1	—	—	—	—	0,08
	3479 (355)	3479 (355)	3283 (355)	3577 (365)	3920 (400)	—	—	—	(282)
	—	0,5	—	0,4	—	—	—	—	0,5
	—	—	—	0,5	—	—	1,5	12	0,7
	1,6	—	1,2... 1,9	2,7... 3,0	—	—	—	—	—

В группу ТМ-5 входят масла ТМ5-12(рк) (ТУ 38.101844—80) и ТАД-17 (ГОСТ 23652—79).

Физико-химические и эксплуатационные свойства основного ассортимента отечественных трансмиссионных масел приведены в табл. 6.6.

Для гидромеханических коробок передач применяются масла марок А и Р (ТУ 38.1011282—89) и масло МГТ (ТУ 38.1011103—87).

Масло марки А применяется всесезонно в гидротрансформаторах и гидромеханических передачах автомобилей и автобусов. Оно производится на основе глубоочищенного масла с введением противоизносной, антиокислительной, депрессорной и антипенной присадок.

Масло марки Р применяется в гидроусилителях рулевого управления автомобилей. Его основой служит масло веретенное АУ, в которое введен тот же комплекс присадок, что и в масло марки А.

Масло марки МГТ (ТУ 38.1011103—87) представляет собой высокоочищенную основу, в которую введен комплекс высокоэф-

Таблица 6.7

Трансмиссионные масла, допущенные временной межведомственной комиссией к применению в РФ

Марка	Классификация	Фирма-производитель. Область применения
Омскойл (ТМ-3-18)	API GL-3	АО «Омский НПЗ». Масло для грузовых автомобилей с негипоидными передачами
Ангрол Т (ТМ-3-18)	API GL-3	АО «Ангарская нефтехимическая компания». Масло для грузовых автомобилей с негипоидными передачами
Ангрол Супер-Т (ТМ-5-18)	API GL-5	АО «Ангарская нефтехимическая компания». Универсальное масло двух модификаций (с вязкостью при 100 °С 13,5... 15,5 и 16,5... 20 мм ² /с) для всех типов передач
Яр-Марка Супер-Т (ТМ-5-18)	API GL-5	АО «Ярославнефтеоргсинтез». Универсальное масло двух модификаций для всех типов передач
Яр-Марка Т (ТМ-3-18)	API GL-3	АО «Ярославнефтеоргсинтез». Масло для грузовых автомобилей с негипоидными передачами
Волнез Супер-Т (ТМ-5-18)	API GL-5	АО «Лукойл-Волгограднефтепереработка». Универсальное масло для всех типов передач
Новоойл Т (ТМ-5-18)	API GL-5	АО «Новоуфимский НПЗ». Универсальное масло для всех типов передач

**Соответствие марок отечественных и зарубежных
трансмиссионных масел**

Отечественное масло	Зарубежное масло	
	Классификация	Фирма, марка
ТЭп-15 (ТМ-2-18) ГОСТ 23652—79	API GL-1	Shell, Dentax 90 Mobil, Mobilube C 90
ТСп-10 (ТМ-3-9) ГОСТ 23652—79	API GL-3	Shell, Spirax EP 80W BP, Gear Oil 80EP
ТСп-15к (ТМ-3-18) ГОСТ 23652—79	API GL-3	Shell, Spirax EP 90W Mobil, Mobilube CX 90
ТАп-15в (ТМ-3-18) ГОСТ 23652—79	API GL-3	BP, Gear Oil GP 90 Caltex, Thuban 90
ТС ₃ -9гип (ТМ-4-9з) ОСТ 101158—78	API GL-4	Shell, Spirax EP 75W BP, Gear Oil 75 W EP
ТАД-17и (ТМ-5-18) ГОСТ 23652—79	API GL-5	Shell, Spirax ND 90 Mobil, Mobilube ND 90

Фективных функциональных присадок, обеспечивающих высокий индекс вязкости и хорошие низкотемпературные свойства. Применяется оно в гидромеханических коробках передач автомобильной и гусеничной техники.

Марки трансмиссионных масел, допущенные к применению в РФ, приведены в табл. 6.7.

Соответствие марок отечественных и зарубежных трансмиссионных масел показано в табл. 6.8.

Контрольные вопросы

1. Каково назначение смазочных масел?
2. Какие свойства смазочных масел обеспечивают надежную работу механизмов?
3. Что происходит с маслом в трех зонах работающего двигателя и какие присадки вводят в масла для улучшения их качества?
4. Какие марки моторных масел выпускаются для карбюраторных двигателей?
5. Какие марки масел выпускаются для дизельных двигателей?
6. Какими свойствами должны обладать трансмиссионные масла и чем они отличаются от моторных масел?
7. Какие марки масел выпускаются для агрегатов трансмиссий автомобилей?

ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ

7.1. Природа и структура смазок

Пластичные смазки занимают промежуточное положение между твердыми смазочными материалами и маслами. В простейшем случае их можно рассматривать как двухкомпонентные системы, состоящие из масла (дисперсионной среды) и загустителя (дисперсионной фазы).

В качестве дисперсионной среды, на долю которой приходится 75...95 % объема смазки, используют различные смазочные жидкости. Более 95 % смазок (от общего выпуска) изготавливают на основе нефтяных масел. Дисперсная фаза (5...25 %) образует в смазках трехмерный структурный каркас, в ячейках которого удерживается масло (рис. 7.1). Поэтому при небольших нагрузках смазки ведут себя как твердые тела, а при критических нагрузках, превышающих прочность структурного каркаса (обычно 50...200 Па), они текут подобно маслам.

Дисперсионная среда и дисперсионная фаза определяют основные эксплуатационные свойства смазок. Но кроме этих двух компонентов в смазках также может присутствовать и какой-либо технологический компонент. Например, в солидолах таким компонентом является вода — стабилизатор структуры, а в смазках на природных жирах — глицерин или высокомолекулярные спирты. В мыльных смазках также практически всегда присутствуют свободные кислоты и щелочи.

Для регулирования процессов структурообразования и улучшения эксплуатационных характеристик смазок в их состав вводят присадки различного действия и твердые добавки — наполнители.

Основными преимуществами смазок по сравнению с маслами являются:

способность удерживаться на наклонных и вертикальных поверхностях, не вытекать и не выдавливаться из узлов под действием значительных нагрузок;

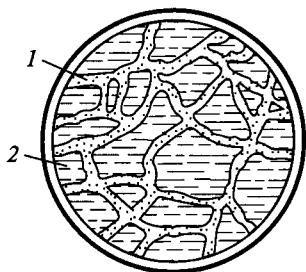


Рис. 7.1. Структура консистентной смазки:
1 — каркас, образованный дисперсной фазой смазки; 2 — смазочное масло

лучшие смазочные (противоизносные и противозадирочные), защитные (металлов от коррозии) и герметизационные свойства; меньшая зависимость вязкости от температуры; более эффективная работа в жестких условиях эксплуатации; экономичность.

Обычно пластичные смазки принято классифицировать по природе загустителя, так как именно это в наибольшей степени определяет их свойства и возможные области применения. По применяемым загустителям смазки делят на четыре основные группы: *мыльные, углеводородные, неорганические и органические.*

Наиболее распространены мыльные смазки, загущенные кальциевыми, литиевыми, натриевыми, алюминиевыми и другими мылами высших жирных кислот. На их долю приходится около 80 % объема выпуска всех смазок.

В большинстве случаев смазки используют для уменьшения трения и износа трущихся деталей, т. е. в качестве антифрикционных смазочных материалов. Только 14 % смазок используется для консервации и 2 % — для герметизации.

По объему производства пластичные смазки уступают смазочным маслам, составляя всего несколько процентов в общем балансе производства смазочных материалов, что объясняется малым их расходом. Так, во многих механизмах количество смазки, вводимой в узел трения, исчисляется в граммах, а сроки смены смазок составляют в ряде узлов несколько тысяч часов работы, что нередко соответствует сроку службы механизма.

На рис. 7.2 показаны пятна различных пластичных смазок.

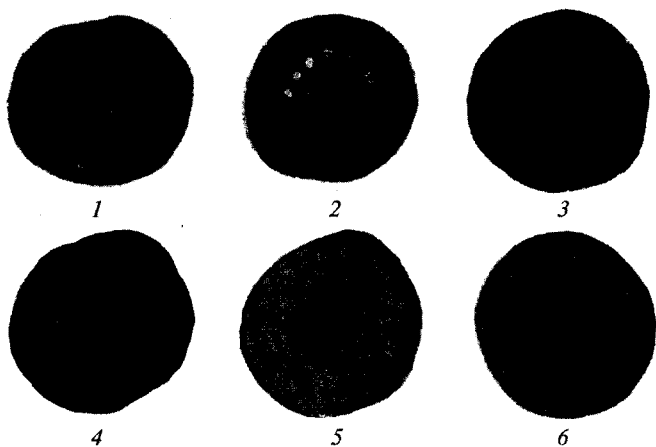


Рис. 7.2. Пятна различных пластичных смазок:

1 — технического вазелина; 2 — жирового солидола; 3 — синтетического солидола; 4 — графитной смазки; 5 — консталина; 6 — смазки 1-13

Для производства смазок используются в основном индустриальные (ГОСТ 20799—88), трансформаторные (ГОСТ 982—80) и веретенные марки АУ (ТУ 38.1011232—89) масла.

Для производства мыльных смазок используют синтетические жирные кислоты (около 65%), растительные масла (около 5%) и индивидуальные технические природные кислоты (30%).

При получении углеводородных смазок в качестве загустителя используют твердые углеводороды: парафины и битумы, содержащиеся в нефти.

7.2. Основные эксплуатационные характеристики смазок

Основными эксплуатационными характеристиками пластичных смазок являются предел прочности, вязкость, коллоидная стабильность, температура каплепадения, механическая стабильность и водостойкость.

Пределом прочности смазки называют удельное напряжение, при котором происходит разрушение ее структурного каркаса в результате сдвига одного слоя относительно другого.

Определяют предел прочности с помощью прибора, называемого пластомером. Предел прочности характеризует способность смазок не вытекать из узлов трения, противостоять сбросу с движущихся деталей (например, подшипников) под влиянием инерционных сил и удерживаться на наклонных и вертикальных поверхностях не стекая и не сползая. Когда напряжение сдвига превышает предел прочности, смазка начинает течь. В стандартах предел прочности нормируется при 20 °С и составляет 300...1500 Па.

В связи с зависимостью вязкости пластичных смазок от скорости деформации используют понятие *эффективной вязкости*, под которой подразумевают вязкость ньютоновской жидкости, оказывающей

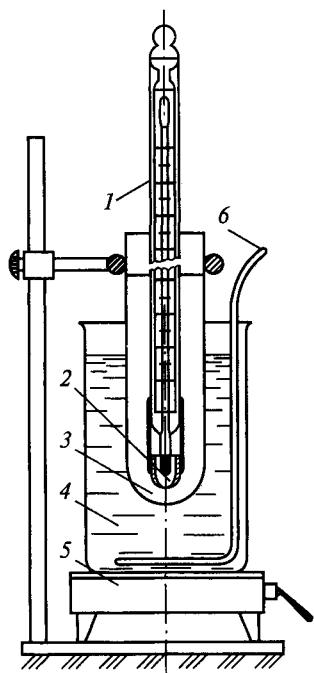


Рис. 7.3. Прибор для определения температуры каплепадения смазки:

1 — термометр с гильзой; 2 — капсюль для испытуемой смазки; 3 — пробирка-муфта; 4 — стакан с водой или глицерином; 5 — электроплитка; 6 — мешалка

при данном режиме течения такое же сопротивление сдвигу, как и смазка.

Пусковые характеристики механизмов и потери при работе различных узлов трения во многом зависят от вязкости смазки, которая в условиях минимальной рабочей температуры и скорости деформации 10 с^{-1} не должна превышать $(15 \dots 20)10^3 \text{ Па} \cdot \text{с}$.

Эксплуатационные характеристики смазки улучшаются при понижении ее вязкости с ростом скорости деформации.

Вязкостные свойства смазок в интервале температур $-70 \dots +100 \text{ }^\circ\text{C}$ определяют на автоматических капиллярных вискозиметрах (АКВ).

Коллоидная стабильность — это способность смазки сопротивляться отделению дисперсионной среды (масла) при хранении и в процессе применения.

Сильное выделение масла, а тем более распад смазки недопустимы.

Температура каплепадения — это температура, при которой упадет первая капля смазки, помещенной в капсуле специального прибора, нагреваемого в стандартных условиях (рис. 7.3).

Температура каплепадения, зависящая в основном от вида загустителя и в меньшей степени от его концентрации, определяет подразделение смазок на низкоплавкие — Н (температура каплепадения до $65 \text{ }^\circ\text{C}$), среднеплавкие — С ($65 \dots 100 \text{ }^\circ\text{C}$) и тугоплавкие — Т (свыше $100 \text{ }^\circ\text{C}$).

Во избежание вытекания смазки из узла трения температура каплепадения должна превышать температуру трущихся деталей на $15 \dots 20 \text{ }^\circ\text{C}$.

Механическая стабильность — показатель, характеризующий способность смазки противостоять разрушению.

В результате длительного механического воздействия предел прочности и вязкость смазки могут уменьшаться. Плохая механическая стабильность обуславливает быстрое разрушение, разжижение и вытекание смазки из узлов трения. Полноценная смазка не должна значительно изменять свои свойства ни в процессе работы (деформации), ни при последующем отдыхе.

Водостойкость — это способность смазки не смываться водой или не сильно изменять свои свойства при попадании в нее влаги. Водостойкость зависит от природы загустителя: наилучшей водостойкостью обладают смазки с углеводородными загустителями; водостойки кольцевые смазки. Растворяются в воде смазки на натриевых и калиевых мылах.

Для улучшения эксплуатационных свойств смазок (консервационных, противоизносных, химической стабильности, термостойкости и др.) в них вводят присадки ($0,001 \dots 5 \%$). Применяют, как правило, те же присадки, что и в производстве масел: антиокислительные, противоизносные, антикоррозионные, вязкостные, адгезионные, антисептические и др.

В смазках специального назначения применяют наполнители — различные по составу твердые порошкообразные продукты. Наиболее широко в качестве наполнителей используют графит и дисульфид молибдена.

7.3. Назначение некоторых современных смазок

Пластичные смазки классифицируются по назначению и областям применения.

Характеристики смазок в соответствии с классификацией по некоторым областям применения приведены в табл. 7.1.

Самыми распространенными *смазками общего назначения* являются солидолы (гидратированные кальциевые смазки), достоинствами которых являются водостойкость, высокие защитные от коррозии и противозадирные (противоизносные) свойства, а недостатками — низкая температура плавления и плохая механическая стабильность.

Достаточно широко в грубых механизмах — рессорах автомобилей, зубчатых передачах лебедок — применяется графитная смазка, т. е. солидолы, в состав которых введено 5... 15 % графита.

Многоцелевые смазки иногда называют универсальными. Их можно применять во всех основных узлах трения разнообразных механизмов. Эти смазки водостойки и работоспособны в широком интервале скоростей, температур и нагрузок. Однако они непригодны для замены антифрикционных смазок всех типов.

Термостойкие смазки имеют максимальную температуру работоспособности от 150 до 250 °С и выше.

При таких температурах работает ограниченное число механизмов, поэтому термостойкие смазки вырабатывают в небольших количествах. Изготавливают их из дефицитных синтетических масел с добавлением специальных загустителей.

Низкотемпературные смазки, предназначенные для использования при температурах до -50 °С, а в некоторых механизмах и при более низких температурах, изготавливают на литиевые мыла и твердых углеводородах.

Консервационные смазки применяют для защиты металлических изделий от коррозии. В основном это углеводородные смазки, именуемые у нас вазелином. За рубежом практикуется использование в качестве консервационных смазок петролатума, прошедшего дополнительную очистку.

Вазелины получают сплавлением петролатума с 20... 40 % нефтяного масла (реже с небольшим количеством парафина, церезина, воска).

Углеводородные консервационные смазки составляют примерно 10... 15 % от общего объема выпуска антифрикционных смазок.

Характеристики некоторых пластичных смазок

Товарное наименование	Температура каплепадения, °С, не менее	Пенетрация при 25°С, 10 ⁻⁴ мм	Предел прочности при 20°С, Па	Вязкость при 0°С и скорости деформации 10 с ⁻¹ , Па·с	Коллоидная стабильность, %, не более
Антифрикционные смазки общего назначения					
Солидол С	85...105	260...310	200...500 (при 50°С)	≤ 190	1...5
Пресс-солидол С	85...95	310...350	100...400 (при 50°С)	≤ 90	2...10
Солидол Ж	78	230...290	196 (при 50°С)	≤ 250	—
Графитная	77	250	100 (при 50°С)	≤ 100	5
1-13	120	180...250	500...1000	≤ 500	20
Консталин	130	225...275	150...300	250...500	8...20
Смазки многоцелевые					
Литол-24	185	220...250	500...1000	≤ 280	12
Фиол-1	185	310...340	≥ 250	≤ 200	25
Фиол-2	188	265...295	300	≤ 250	16
Фиол-2м	180	265...295	300	≤ 250	15
Алюмол	230	220...250	500...1000	≤ 250	12
Смазки термостойкие					
ЦИАТИМ-221	200	280...160	250...450	80...200	7

Товарное наименование	Температура каплепадения, °С, не менее	Пенетрация при 25 °С, 10 ⁻⁴ мм	Предел прочности при 20 °С, Па	Вязкость при 0 °С и скорости деформации 10 с ⁻¹ , Па·с	Коллоидная стабильность, %, не более
ВНИИ НП-207	250	220...245	250...500	180...200	7
ВНИИ НП-246	—	345	80...240 (при -80 °С)	500 (при -40 °С)	10
Униол-1	200	280...320	200...500	≤ 160	10
Графитол	250	265...295	350...700	300...600	8
ПФМС-4с	—	—	100...200	200...250	1,6
Силикол	250	220...250	700...1000	≤ 550	9
Лимол	240	310...340	250	250	3
Смазки низкотемпературные					
ЦИАТИМ-201	175	Не нормируется	250...500	≤ 1100 (-50 °С)	26
ЦИАТИМ-203	160	250...300	250 (при 50 °С)	≤ 1000 (-30 °С)	10
Лита	170	240...265	550...750	≤ 1000 (-30 °С)	20
Зимол	190	240...290	300...1000	≤ 2000 (-50 °С)	20
ГОИ-54п	61	200...245	150	≤ 1200 (-50 °С)	6
Консервационные (защитные) смазки					
Пушечная (ПВК)	60	90...150	—	—	1...4
ВТВ-1	54	—	≥ 1000	100...150	4,5

Смазки канатные					
Канатная 39у	65...75		—	2000	—
Торсиол-35Б	65...80	350...360	—	800...1400	3
Торсиол-55	63...78	350	—	200...260	—
Уплотнительные смазки					
Бензоупорная	35	30...80	≥ 2500	—	1,2
Замазка 3ЗК-3у	115	40...80	≥ 2000	—	—
Смазки автомобильные					
АМ карданная	115	220...270	500...700	300...600	10...15
ЛСЦ-15	185	250...280	≥ 500	≤ 280	15
ШРБ-4	230	260...295	≥ 200	80...160	10
ШРУС-4	190	250...280	300...700	≤ 250	16
Фиол-2у	180	255...295	≥ 300	≤ 170	12
№ 158	132	305	150...500	≤ 400	23
МЗ-10	70	270	210	70...220	8
ЛЗ-31	188	220...250	500...620	≤ 280	12
Автомобильная	150	Не нормируется	180 (при 50 °С)	≤ 200	—

Канатные смазки служат для предотвращения трения между отдельными проволоками и прядями стальных канатов. Наиболее распространена канатная смазка 39у. Все канатные смазки характеризуются хорошей влагостойкостью, высокой адгезией к металлам и отличными консервационными свойствами.

Автомобильные смазки применяют в основных узлах трения автомобилей (ступицах колес, подвеске, рулевом управлении и др.).

В настоящее время для легковых и грузовых автомобилей всех марок успешно используют многоцелевую смазку Литол-24 (ГОСТ

Таблица 7.2

Соответствие марок отечественных и зарубежных пластичных смазок

Отечественная смазка, стандарт	Смазки зарубежных фирм			
	Shell	Mobil	BP	Exxon
Солидол С (ГОСТ 4366—76)	Uneda 2, 3; Livona 3	Mobilgrease AA 2; Greasrex D60	Enegrease C2, C3; Enegrease GP2, GP3	Chassis XX; Cazar K2
Пресс-солидол С (ГОСТ 4366—76)	Uneda 1; Retinax C	Mobilgrease AA 1	Enegrease C1, C3;	Chassis L, H; Cazar K1
Графитная УСса (ГОСТ 3333—80)	Barbatia 2, 3, 4	Crarhited No 3	Enegrease C-3G; Enegrease GP-2G	Van Estan 2
ЦИАТИМ-201 (ГОСТ 6267—74)	Aeroshell Grease 6	Mobilgrease BRB Zero	—	Beacon 325
Литол-24 (ГОСТ 21150—87)	Alvania R3 Cyprina RA	Mobilux 3	Enegrease L2; Multi purpose	Beacon 3
Фиол-2М (ТУ 38.101233—75)	Retinax AM	Litnium Special	Enegrease L21-M	Beacon Q2
ЦИАТИМ-221 (ГОСТ 9433—80)	Aeroshell 22C	Mobilgrease 28	—	Araren BC 290
Лита (ОСТ 38.01295—83)	Band B	Mobilgrease BRB Zero	Enegrease LC	Lotemp Moly
Зимол (ТУ 38.201285—82)	Aeroshell 6	Mobilgrease BRB Zero	Enegrease LT2	Beacon P230
№ 158 (ТУ 38.101320—77)	Retinax J	Litnium Special	Enegrease L2-M	Beacon Q2
ШРУС (ТУ 38.201312—81)	Alvania 2c MoS ₂	Mobilgrease Special	Enegrease L21-M	Nebula EP2

21150—87). Эта смазка допущена к применению во всех узлах трения автомашин, а также тракторов и инженерных машин вместо смазок общего назначения.

В табл. 7.2 приведены сведения о соответствии основных марок отечественных и зарубежных смазок.

Контрольные вопросы

1. Из чего состоят пластичные смазки и каково их назначение?
2. Каковы эксплуатационные свойства пластичных смазок?
3. Как подразделяются пластичные смазки по назначению?
4. Какие марки пластичных смазок вы знаете?

ГЛАВА 8

ТЕХНИЧЕСКИЕ ЖИДКОСТИ

Наряду с топливом, маслом и смазками в современных автомобилях широко используются технические жидкости (для охлаждения двигателей, обеспечения торможения и амортизации автомобилей во время движения, приведения в действие механизмов, силовых агрегатов и т. п.).

Технические жидкости должны отвечать многообразным и специфичным требованиям, поэтому для их приготовления используются многочисленные химические и синтетические соединения: гликоли, углеводороды, спирты, глицерин, эфиры и др.

В зависимости от назначения и свойств технические жидкости подразделяются на охлаждающие, тормозные, для гидравлических систем, амортизаторные и пусковые. Производятся также промывочные и очистительные жидкости — это этиловый спирт, очистители стекол, различные моющие средства и др.

8.1. Охлаждающие жидкости

Детали двигателей внутреннего сгорания, например поршни, гильзы цилиндров, головка блока, непосредственно соприкасаются с продуктами сгорания топлива и сильно нагреваются, т. е. для обеспечения нормальной работы двигателя необходимо охлаждать.

Эффективность и надежность работы системы охлаждения двигателя в значительной степени зависят от качества применяемой охлаждающей жидкости.

Все охлаждающие жидкости должны удовлетворять следующим требованиям:

эффективно отводить тепло (т. е. иметь большую теплоемкость и небольшую вязкость);
иметь высокую температуру кипения и теплоту испарения;
обладать низкой температурой кристаллизации;
не образовывать отложений в системе охлаждения;
не вызывать коррозии металлических деталей и не разрушать резиновые детали системы охлаждения;
не вспениваться в процессе работы;
быть дешевыми, пожаробезопасными и безвредными для здоровья.

Использование воды в качестве охлаждающей жидкости

Наиболее распространенной жидкостью, применяемой для охлаждения, является вода. Она имеет самую высокую теплоемкость $4,19 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$, большую теплопроводность, небольшую кинематическую вязкость ($\nu_{20^\circ\text{C}} = 1 \text{ мм}^2/\text{с}$) и большую теплоту испарения.

Однако вода обладает и существенными недостатками, затрудняющими ее применение в качестве охлаждающей жидкости. При 0°C она замерзает, увеличиваясь в объеме примерно на 10 % и вызывая разрушение системы охлаждения при дальнейшем понижении температуры окружающего воздуха.

При использовании воды в качестве охлаждающей жидкости образование отложений в системе охлаждения двигателя определяется в основном наличием растворенных в воде солей, образующих накипь, теплопроводность которой приблизительно в 100 раз

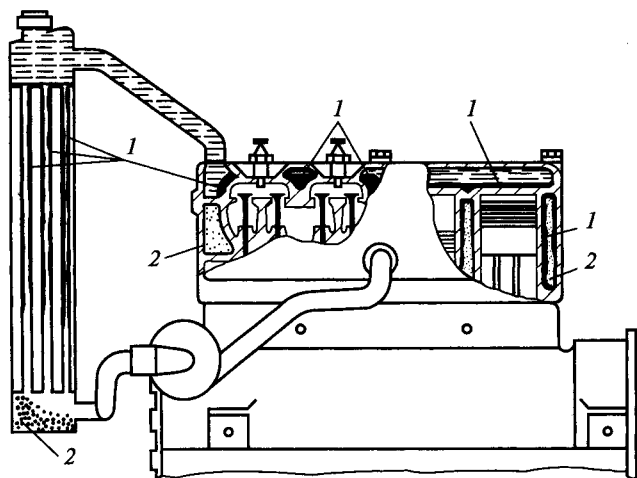


Рис. 8.1. Типичные места отложения накипи (1) и шлама (2) в системе охлаждения автомобильных двигателей

меньше, чем теплопроводность стали. Отложение накипи в системе охлаждения (рис. 8.1) вызывает нарушение теплового режима работы двигателя, увеличение расхода топлива и масла.

О количестве растворенных в воде солей можно судить по ее жесткости, единицей измерения которой является миллиграмм-эквивалент (мг-экв.). Мягкая вода содержит до 3 мг-экв. солей в 1 л, вода средней жесткости — от 3 до 6 мг-экв., а жесткая — более 6 мг-экв.

Целесообразно применять для охлаждения двигателя мягкую воду, не образующую накипь. При использовании для этих целей воды средней жесткости возникает необходимость не реже двух раз в год очищать систему охлаждения от образовавшейся накипи.

Применять жесткую воду следует после предварительного ее умягчения (кипячения, обработки известью и содой) или с до-

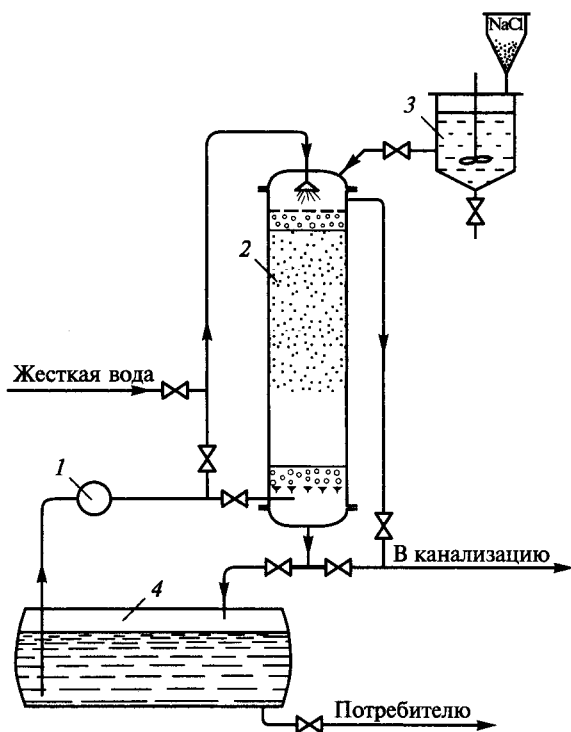


Рис. 8.2. Схема стационарной катионитовой установки для умягчения жесткой воды:

1 — насос; 2 — катионитовый фильтр с сульфированным углем; 3 — мешалка для приготовления раствора поваренной соли; 4 — сборник умягченной воды

бавлением противонакипных присадок (антинакипинов). Например, калиевый хромпик $K_2Cr_2O_7$ при концентрации его от 5 до 10 г в 1 л воды способен превращать содержащиеся в ней соли в вещества, не образующие накипи.

Применению любого антинакипина должна предшествовать очистка системы охлаждения от образовавшейся ранее накипи.

На рис. 8.2 приведена схема установки для умягчения жесткой воды.

Низкозамерзающие охлаждающие жидкости

В зимний период эксплуатации в системах охлаждения применяют низкозамерзающие охлаждающие жидкости — антифризы, являющиеся смесью этиленгликоля с водой.

Этиленгликоль (двухатомный спирт CH_2OH-CH_2OH , или $C_2H_4(OH)_2$) представляет собой маслянистую желтоватую жидкость без запаха с температурой кипения $197^\circ C$ и температурой кристаллизации $-11,5^\circ C$. Минимальное значение температуры замерзания смеси этиленгликоля с водой ($-75^\circ C$) получают при концентрации этиленгликоля 66,7 % (рис. 8.3).

Этиленгликоль и его водные растворы при нагревании сильно расширяются. Чтобы предотвратить выброс смеси, ее не доливают в систему охлаждения на 6...8 % от общего объема. Этиленгликолевые антифризы имеют повышенную коррозионность по отношению к металлам и разрушают резину.

В состав антифризов вводят противокоррозионные присадки: декстрин — углевод типа крахмала (1 г на литр), предохраняющий от разрушения свинцово-оловянистый припой, алюминий и медь, и динатрий фосфат (2,5...3,5 г на литр), защищающий черные металлы, медь и латунь.

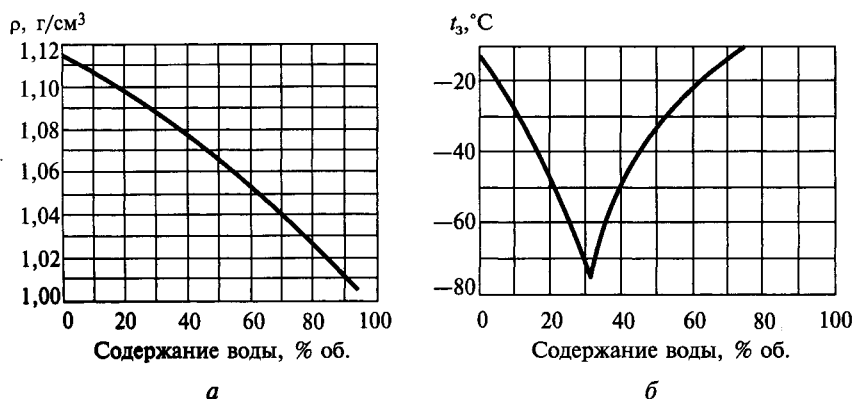


Рис. 8.3. Зависимости плотности ρ при $20^\circ C$ (а) и температуры замерзания t_3 антифризов от содержания в них воды (б)

Основные показатели некоторых охлаждающих жидкостей

Показатель	«Тосол» (ТУ 6-02-751—86)			«Лена» (ТУ 113-07-02—88)		
	АМ	А-40	А-65М	ОЖ-К	ОЖ-40	ОЖ-65
Цвет	Голубой		Красный	Желто-зеленый		
Плотность при 20 °С, г/см ³	1120...1140	1075...1085	1085...1095	1120...1150	1075...1085	1085...1100
Температура начала кристаллизации, °С, не выше	-40	-65	—	-40	-65	—
Резерв щелочности, см ³ , не выше	10	10	10	10	10	10
Коррозионные потери металлов при испытаниях на пластине, мг/см ² , не более:						
меди	10	10	10	7	7	7
припоя	12	12	12	12	12	12
алюминия	20	20	20	10	10	10
чугуна	10	10	10	7	7	7
Состав, %:						
этиленгликоль	97	56	64	96	56	65
вода	3,0	44	36	3	44	35

Иногда в простые антифризы вводят молибденовый натрий в количестве 7,5...8,0 г на литр, предотвращающий коррозию цинковых и хромовых покрытий на деталях системы охлаждения. При этом в обозначении антифриза добавляют букву М.

Отечественная промышленность выпускает простые и дешевые антифризы марок 40 и 65 (ГОСТ 159—52). Антифриз марки 40, представляющий собой смесь 53 % этиленгликоля и 47% воды, имеет температуру замерзания не выше -40°C , а антифриз марки 65, содержащий 66 % этиленгликоля и 34 % воды, — не выше -65°C .

Впервые для автомобилей ВАЗ в нашей стране был выпущен антифриз «Тосол», содержащий противокоррозионные, антивспенивающую и антифрикционные присадки. «Тосол» производится трех марок: АМ, А-40 и А-65М (табл. 8.1).

С 1988 г. выпускается антифриз «Лена» трех марок: ОЖ-К, ОЖ-40 и ОЖ-65.

Поскольку антифризы различаются по рецептуре, смешивать разные марки между собой не следует.

При использовании антифризов надо иметь в виду, что в системе охлаждения в первую очередь испаряется вода, которую необходимо периодически доливать в радиатор.

Необходимо также следить за тем, чтобы в этиленгликолевые жидкости не попадали бензин и другие нефтепродукты, так как это вызывает вспенивание и выброс жидкости через пробку радиатора.

Срок службы охлаждающих жидкостей ограничивается. Опытным путем установлено, что «Тосол» надежно работает два года, а при интенсивной эксплуатации — в течение 60 тыс. км пробега.

Этиленгликоль — сильный пищевой яд, поэтому после контакта с ним необходимо тщательно мыть руки с мылом.

8.2. Жидкости для гидравлических систем

Жидкости для гидравлических систем применяются в гидравлических приводах и амортизаторах автомобилей, а также в подъемных устройствах автомобилей-самосвалов.

В гидроприводах автомобилей температура жидкости обычно изменяется от -40°C зимой до 80...100 $^{\circ}\text{C}$ летом, а при эксплуатации автомобилей в арктических условиях она нередко опускается до -60°C . При этом рабочее давление в гидроприводах автомобилей обычно не превышает 10 МПа.

Для обеспечения надежной работы жидкости для гидросистем должны удовлетворять следующим требованиям:

иметь определенный уровень вязкости, низкую температуру застывания и незначительную сжимаемость;

не разрушать металлические и резиновые уплотнительные детали гидросистемы;
обладать высокой физической и химической стабильностью;
иметь хорошие противоизносные свойства.

8.3. Тормозные жидкости

Для гидротормозной системы автомобиля (рис. 8.4) производят тормозные жидкости на касторовой и гликолевой основе.

Жидкости на касторовой основе имеют хорошие смазывающие свойства и не вызывают набухания или разъедания резиновых деталей тормозной системы автомобилей.

В 40-х годах XX века в России была впервые выпущена и до сих пор широко применяется тормозная жидкость БСК, представляющая собой смесь 50 % бутилового спирта и 50 % касторового масла и обладающая хорошими смазывающими свойствами. Недостатком этой жидкости является то, что при -20°C касторовое масло выпадает в осадок, что может привести к поломке тормозной системы.

Выпускаемые ранее тормозная жидкость АСК и спиртокасторовая жидкость ЭСК (40 % этилового спирта и 60 % касторового масла), имеющие ряд недостатков, не нашли широкого применения.

Специально для автомобилей ВАЗ была выпущена тормозная жидкость «Нева» на гликолевой основе с вязкостной и антикоррозионной присадками, работоспособная в широком диапазоне температур от -50 до $+50^{\circ}\text{C}$. Чуть позже была выпущена тормозная жидкость «Томь», превосходящая «Неву» по низкотемпературным свойствам.

Мировым стандартам (dot-3; dot-4) соответствует выпускаемая в России тормозная жидкость «Роса».

Жидкости на гликолевой основе огнеопасны и токсичны.

Характеристики отечественных тормозных жидкостей приведены в табл. 8.2.

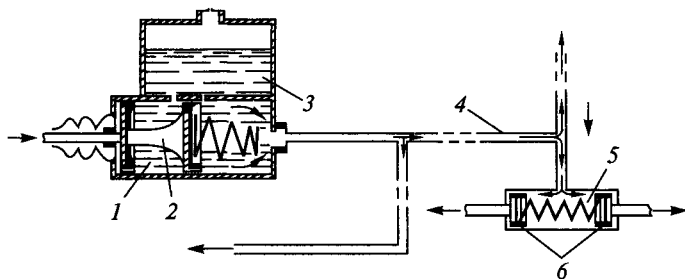


Рис. 8.4. Схема гидравлического привода тормозной системы автомобиля:
1 — главный цилиндр; 2 — поршень главного цилиндра; 3 — резервуар с жидкостью; 4 — трубопровод; 5 — рабочий цилиндр; 6 — поршни рабочего цилиндра

Характеристики основных марок отечественных тормозных жидкостей

Показатель	БСК (ТУ 6-101533—75)	«Нева» (ТУ 6-01-1163—82)	«Томь» (ТУ 6-01-1276—82)	«Роса» (ТУ 6-05-221-569—84)
Внешний вид	Прозрачная однородная жидкость красного цвета без осадка и механических примесей	Прозрачная однородная жидкость от светло-желтого цвета без осадка. Марки полностью совместимы между собой		Прозрачная однородная жидкость от светло-желтого до светло-коричневого цвета без осадка
Вязкость кинематическая, мм ² /с, при -40 °С, не более при 50 °С, не менее при 100 °С, не менее	130 (при 0 °С) 9 5,5 (при 70 °С)	1500 5 2	1500 5 2	1700 5 2
Температура кипения, °С, не выше	115	190	205	260
Температура кипения «увлажненной» жидкости, °С, не ниже	—	138	160	165
Изменение объема после старения в тормозной жидкости, %: резины 51-1524 резины 7-2462	— 5... 10	2... 10 2... 10	2... 10 2... 10	— —
Изменение массы металлических пластинок, мг/см ² , не более:				
белой жести	0,2	0,2	0,1	0,2
стали 10	0,2	0,2	0,1	0,2
алюминиевого сплава	0,1	0,1	0,1	0,1
чугуна	0,2	0,2	0,1	0,2
меди	0,4	0,5	0,4	0,4
латуни	0,4	0,5	0,4	0,4

Примечание. Допускается добавлять 20 % этилового спирта в жидкости «Нева» и «Томь» при температуре окружающей среды ниже -40 °С.

8.4. Амортизаторные жидкости

На современных автомобилях устанавливают преимущественно гидравлические амортизаторы телескопического типа. Используемые в них амортизаторные жидкости работают в жестких условиях: при эксплуатации автомобилей в южных районах летом они нагреваются до 120... 140 °С, а при эксплуатации зимой в северных районах их температура может опускаться до -60 °С. При этом давление жидкости в амортизаторах автомобилей может достигать 10 МПа.

В качестве амортизаторной жидкости в автомобилях используют нефтяные маловязкие масла (веретенное марки АУ) или смесь трансформаторного и турбинного масел в соотношении 1:1. Однако эти масла имеют недостаточно хорошую вязкостно-температурную характеристику: при понижении температуры их вязкость сильно возрастает, что приводит к жесткой работе амортизаторов.

Лучшие эксплуатационные показатели имеют всесезонные амортизаторные жидкости Аж-12г, Аж-16, МГП-10 и МГП-12 (табл. 8.3).

Жидкость МГП-10, изготавливаемая из высокоочищенного масла с присадками, улучшающими его эксплуатационные свойства, была впервые выпущена для автомобилей ВАЗ.

Таблица 8.3

Характеристики основных марок отечественных амортизационных жидкостей

Показатель	МГП-10 (ОСТ 38-1-54— 74)	Аж-12г (ТУ 38.101432— 75)	МГП-12 (ТУ 38.201465— 88)
Плотность при 20 °С, г/см ³	930	—	920
Вязкость кинематическая, мм ² /с:			
при -40 °С, не более	—	6500	—
при -20 °С, не более	1000	—	800
при 50 °С, не менее	10	12	12
при 100 °С, не менее	—	3,6	3,9
Температура застывания, °С, не выше	-40	-52	-43
Температура вспышки в закрытом тигле, °С, не ниже	145	165	140

8.6. Пусковые жидкости

Для пуска карбюраторных и дизельных двигателей при низких температурах используются пусковые жидкости «Холод Д-40» и «Арктика», состоящие в основном из этилового спирта и различных присадок.

Жидкость «Холод Д-40» содержит до 60 % этилового эфира и 10...12 % масла для судовых газовых турбин, застывающего при температуре ниже -60°C .

В состав жидкости «Арктика» для карбюраторных двигателей входит не более 2 % смазочного масла, что обусловливается недопустимостью попадания его на электроды свечей, которые при большом количестве масла становятся неработоспособными.

Пусковая жидкость «Холод Д-40» выпускается в запаянных ампулах одноразового использования с объемом заполнения 20 и 50 мл, а жидкость «Арктика» — в ампулах с объемом заполнения 20 мл. При этом используются пусковые приспособления двух моделей: 5ПП-40 и 6ПП-40, которые легко монтируются на двигателе.

Контрольные вопросы

1. Каково назначение технических жидкостей и какие требования к ним предъявляются?
2. В чем заключаются достоинства и недостатки воды как охлаждающей жидкости?
3. Что представляют собой антифризы, какими свойствами они обладают?
4. Какие свойства тормозных жидкостей обеспечивают надежную работу тормозной системы?
5. Какие марки тормозных и амортизаторных жидкостей выпускаются в нашей стране? Дайте им краткую характеристику.
6. Каково назначение пусковых жидкостей?

ГЛАВА 9

ОРГАНИЗАЦИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ТОПЛИВ, СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ И СПЕЦИАЛЬНЫХ ЖИДКОСТЕЙ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

Без топлива и смазки автомобиль работать не может. В то же время расход топлива и смазочных материалов (ТСМ) автомобилем часто бывает неоправданно высок.

Для обеспечения эффективного использования ТСМ водитель должен знать следующее:

устройство и работу автомобиля, его механизмов и систем; приемы вождения автомобиля в соответствующих дорожно-климатических условиях;

причины, вызывающие перерасход топлива и смазочных материалов, и способы их устранения.

Большой экономии ТСМ может добиться только квалифицированный водитель и только на технически исправном автомобиле.

Перед началом движения каждый водитель должен вспомнить или ознакомиться с намеченным маршрутом, т.е. выбрать кратчайший, с лучшим дорожным покрытием, наименее оживленный, с меньшим числом светофоров.

9.1. Принципы экономии топлива и смазочных материалов

Перед началом движения

С целью экономии ТСМ перед началом движения необходимо проверить:

исправность рулевого управления и тормозных систем;

исправность контрольных приборов и указателей;

правильность установки зажигания и исправность работы узла опережения зажигания;

наличие топлива соответствующей марки в баке автомобиля;

уровень охлаждающей жидкости в системе охлаждения;

нет ли течи масла из агрегатов трансмиссии двигателя;

наличие крышек с прокладками у топливного бака и радиатора;

состояние шин и давление воздуха в них;

состояние и натяжение ремня вентилятора.

Пустив двигатель, требуется убедиться:

в устойчивой работе двигателя при малой частоте вращения коленчатого вала в режиме холостого хода;

отсутствии перебоев в подаче топлива и хлопков в глушителе

при резком изменении частоты вращения коленчатого вала;

отсутствии течи топлива, смазки и охлаждающей жидкости;

исправности термостата и жалюзи;

исправности системы вентиляции картера двигателя.

Трогание с места

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

останов двигателя (при неумелом трогании) с повторным пуском;

слишком большую подачу топлива перед включением сцепления;

раннее включение передачи;
сильное нажатие на педаль управления дроссельными заслонками (в автомобиле с карбюраторным двигателем) или подачу топлива (в автомобиле с дизелем) в ожидании подходящего момента для начала движения;

резкое трогание на первой передаче, сопровождающееся вибрацией автомобиля или его рывком, а также кратковременной пробуксовкой ведущих колес даже на сухом ровном дорожном покрытии.

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

Техника трогания с места автомобиля на подъеме значительно сложнее, чем на горизонтальном участке дороги: водителю необходимо сочетать управление сцеплением и подачей топлива с выбором определенного момента растормаживания автомобиля, заторможенного стояночной тормозной системой.

Разгон после трогания с места

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

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

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

Переключение на высшую передачу затягивать не рекомендуется. Его лучше выполнять в течение 1...2 с, но таким образом, чтобы не перегрузить синхронизатор коробки передач резким и сильным нажатием на рычаг переключения. Это связано с тем, что в

момент переключения передач к колесам не подводится мощность от двигателя и под действием внешнего сопротивления скорость движения грузового автомобиля снижается на 5...6 км/ч, а легкового — на 8...15 км/ч. Разгон автомобиля до прежней скорости требует дополнительного расхода топлива.

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

Основными причинами замедленного разгона могут быть:

недостаточное нажатие на педаль управления дроссельными заслонками;

использование высших передач при большом сопротивлении дороги;

плохая приемистость (способность быстро набирать скорость) автомобиля ввиду его перегрузки или определенных отклонений в топливоподаче.

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

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

Движение с постоянной скоростью

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

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

Рациональное использование различных передач при эксплуатации автомобиля способствует экономии топлива. Движение автомобиля с постоянной скоростью возможно как на высшей, так и на предшествующей ей низшей передаче. При движении на низ-

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

Замедление

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

Поскольку замедление движения при эксплуатации автомобиля неизбежно, следует использовать приемы экономичного его выполнения. Различают следующие виды замедления движения автомобиля: накатом с включенной передачей, выбегом с выключенной передачей и с использованием тормозных систем.

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

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

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

При умелом использовании выбега автомобиля экономия топлива может достигать 3...4 %. Путь выбега зависит от скорости пе-

ред началом замедления движения, внутренних потерь мощности в трансмиссии и сопротивления движению автомобиля.

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

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

Остановка

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

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

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

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

По возвращении из поездки требуется:

заправить автомобиль топливом (на 95 % от объема бака, включая объем горловины);

долить масло в картер двигателя до нормального уровня (если в масле двигателя имеется металлоплакирующая присадка, то его уровень может быть ниже нормального на 8...10 %);

проверить места возможного подтекания топлива и масла на наличие пятен;

уточнить по таблице требуемые сроки смазывания узлов трения и при необходимости заменить смазку;

при наличии в системе охлаждения двигателя в зимний период воды слить ее;

при обнаружении неисправностей устранить их.

9.2. Особенности вождения автомобиля в сложных дорожных условиях

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

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

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

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

Начавшееся во время движения автомобиля буксование можно прекратить, если, маневрируя педалью сцепления или перейдя на низшую передачу, ограничить высокую частоту вращения буксующих колес без снижения скорости автомобиля. Используя такой прием, можно проехать до участка дороги, покрытие которого имеет лучшие сцепные свойства, и продолжить обычное движение. Однако с целью экономии топлива время такого режима движения должно быть ограничено.

Подъемы и спуски

Преодолевать подъем необходимо с учетом его крутизны, загрузки пути транспортом и наличия других помех, замедляющих движение.

Перед подъемом автомобиль следует разогнать. Переключать передачи на подъеме надо быстро и своевременно, пока автомобиль продолжает движение по инерции. В противном случае вклю-

чение передачи возможно только после значительного замедления или даже полной остановки автомобиля, вызывающей повышенный расход топлива на очередной разгон.

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

Крутые спуски следует преодолевать на первой передаче.

Песчаные участки

Особую сложность представляет собой движение автомобиля по песчаным участкам. Сыпучий песок легко подвижен, на нем не образуется накатанной поверхности и глубокой колеи, поэтому для проезда лучше выбирать места с повышенной влажностью и участки, закрепленные растительностью.

Движение по песку с низкой скоростью может привести к буксованию колес. Песчаный участок небольшой протяженности следует преодолевать на той передаче, которая была включена при подъезде к нему. Для преодоления протяженного песчаного участка нужно заранее выбрать такую низшую передачу, на которой автомобиль может проехать его с постоянной скоростью без остановки. Движение следует продолжить, даже если ведущие колеса немного буксуют.

В случае остановки автомобиля на рыхлом песке трогаться с места надо плавно на первой передаче, не допуская смещения слоев песка под ведущими колесами. Если начать движение вследствие буксования колес невозможно, не следует пытаться осуществить трогание автомобиля с места путем повышения частоты вращения коленчатого вала двигателя, поскольку это приведет только к перерасходу топлива и большему погружению колес в песок. Вытащить автомобиль из песка можно, прорыв неглубокие колеи перед его ведущими колесами и направив по ним управляемые колеса. Перед началом разгона под вывешенные колеса необходимо подложить какие-либо имеющиеся подручные материалы.

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

Снежный покров

При движении по снегу полноприводного автомобиля для улучшения его проходимости и снижения расхода топлива необходимо уменьшить давление воздуха в шинах, благодаря чему увеличится

площадь контакта шин с опорной поверхностью и снизится давление колес на снег. Оптимальное давление воздуха в шинах для автомобилей ГАЗ-66-11, ЗИЛ-131, «Урал-375», обеспечивающее минимальный расход топлива на снежной целине, составляет 0,75 МПа при скорости движения не более 15 км/ч.

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

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

Грунтовые дороги в период распутицы

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

Чтобы автомобиль не заносило, управляемые колеса нужно направлять по проложенной колее. Преодолевать участок грунтовой дороги, частично или полностью залитый водой, надо по основной колее, просматриваемой за чертой брода.

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

Высокая температура окружающей среды

При эксплуатации автомобиля в условиях жаркого климата снижается эффективность работы систем питания двигателя, охлаждения и смазочной и существенно возрастает расход топлива, а даже незначительные неисправности в системах охлаждения и смы-

вочной вызывают образование паровых пробок в системе питания карбюраторного двигателя, которые приводят к частым его остановкам и затрудненному пуску.

Для удаления паровых пробок нужно охладить двигатель, остановив автомобиль и накрыв топливный насос мокрой тряпкой. Но следует помнить, что такая мера помогает непродолжительное время, поскольку не устраняет основных причин перегрева. Поэтому при работе двигателя с перебоями необходимо найти и устранить причину перегрева.

Перевозка грузов

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

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

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

Следует иметь в виду, что движение автомобиля без нагрузки также вызывает перерасход топлива. Так, при пустом багажнике расход топлива увеличивается до 3 %, а при пустом прицепе — до 7 %.

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

9.3. Пуск и прогрев двигателя

Пуск двигателя, как известно, осуществляется на богатой топливной смеси и требует кратковременных непроизводительных затрат топлива. Надежный и быстрый пуск двигателя обеспечивает существенную экономию топлива.

Надежным считается пуск двигателя стартером с трех попыток продолжительностью по 10...15 с каждая при использовании ак-

кумуляторной батареи со степенью заряженности не менее 75 %, которая перед установкой на автомобиль (или вместе с автомобилем) находилась при температуре окружающей среды не ниже 18 °С.

Тщательная подготовка к пуску двигателя предусматривает:

проверку запаса топлива в баке автомобиля;

внешний осмотр всех систем двигателя;

проверку контрольно-измерительных приборов.

Пуск карбюраторного двигателя осложняется, если после длительной стоянки автомобиля в сыром помещении или на улице сильно увлажнились контакты прерывателя и свечи. В этом случае следует подкачать топливо топливным насосом в камеру карбюратора.

Пуск двигателя затягивается, если водитель переобогатил горючую смесь, неумело открывая воздушную заслонку или нажимая на педаль управления дроссельными заслонками. В этом случае надо подождать некоторое время, чтобы испарилась часть топлива, попавшего в цилиндры двигателя. Если это не помогло, следует выполнить продувку двигателя, открыв воздушную и дроссельную заслонки и прокрутив коленчатый вал от стартера (достаточно сделать две-три попытки), и подождать 5...7 мин.

Пуск дизеля при исправных аккумуляторной батарее и системе топливоподачи может быть затруднен ввиду следующих факторов:

попадания воздуха в систему топливоподачи;

большой вязкости топлива;

наличия льдинок в топливопроводах, фильтрах очистки топлива и сетке заборника в топливном баке.

Дизель после пуска может быстро остановиться вследствие засорения топливопровода или отверстия в крышке топливного бака, соединяющего его с окружающей средой, а также загрязнения фильтра тонкой или грубой очистки топлива.

Прогрев карбюраторного двигателя следует выполнять при минимальных устойчивых частотах вращения коленчатого вала двигателя в течение 1...3 мин, а затем при средней частоте вращения в течение 3...5 мин. Обычно карбюраторный двигатель прогревают на холостом ходу, при этом воздушная заслонка сначала непродолжительное время должна быть прикрыта на 3/4, а затем полностью открывается.

Перед началом движения автомобиля достаточно прогреть двигатель до температуры охлаждающей жидкости (70...75 °С).

Карбюраторный двигатель устойчиво работает на холостом ходу при определенном количественном и качественном составе горючей смеси, приготовляемой в карбюраторе. При недостаточной подаче смеси или ее обеднении происходит остановка двигателя. При переобогащении смеси двигатель работает с повышенной частотой вращения коленчатого вала. И в том, и в другом случае возрастает расход топлива.

Дизель следует прогревать с отпущенной в течение 2...3 мин педалью подачи топлива при частоте вращения холостого хода. Затем надо повысить частоту вращения коленчатого вала при холостом ходе и продолжить прогрев в течение 3...5 мин или до тех пор, пока охлаждающая жидкость и смазочное масло не прогреются до 55...60 °С. Как только двигатель начнет устойчиво работать на холостом ходу, можно начинать движение автомобиля с невысокой скоростью и постепенно ее повышать.

Регулировка двигателя на холостом ходу

Расход топлива повышается в результате неправильной регулировки систем питания и зажигания, а также газораспределительно-го механизма двигателя. Регулировку двигателя на минимальную частоту вращения коленчатого вала проводят на холостом ходу с применением специальной аппаратуры. Карбюраторные двигатели проверяют также на содержание оксида углерода в отработавших газах. Перед регулировкой минимальной частоты вращения коленчатого вала проверяют исправность работы системы зажигания двигателя, затем его пускают и прогревают до нормального температурного режима.

На холостом ходу количество подаваемой в двигатель горючей смеси регулируется с помощью упорного винта, ограничивающего закрытие дроссельной заслонки, а ее качество — регулировочными винтами (в однокамерном или двухкамерном карбюраторе). При постепенном вывертывании регулировочных винтов горючая смесь обогащается, а при их заворачивании — обедняется.

При регулировке двигателя упорный винт заворачивают примерно на два оборота, а регулировочные винты качества смеси сначала заворачивают до отказа, а затем выворачивают примерно на три оборота. При работающем двигателе постепенно отпускают педаль управления дроссельными заслонками с целью их прикрытия, а затем плавно выворачивают упорный винт до достижения наименьшей устойчивой частоты вращения коленчатого вала. Также сначала плавно заворачивают один из винтов регулировки качества смеси до появления перебоев в работе двигателя, а затем снова выворачивают на пол-оборота. Те же операции выполняют со вторым регулировочным винтом. Таким образом достигается минимальная частота вращения коленчатого вала двигателя.

9.4. Режимы работы двигателя

На расход топлива существенно влияет тепловой режим работы двигателя. Так, при чрезмерном охлаждении двигателя значительно возрастают тепловые потери, поскольку часть топлива поступа-

ет в его цилиндры в виде неиспарившихся капель и не успевает сгореть. В результате расход топлива увеличивается. Например, при снижении температуры охлаждающей жидкости с 95 до 75 °С расход топлива повышается на 6...7 %, а при понижении температуры до 65 °С — почти на 35 %. Перегрев двигателя приводит к необходимости его останова, охлаждения и последующего пуска.

При работе двигателя с постоянной средней нагрузкой расход топлива минимален при средней (0,4...0,6 от номинальной) частоте вращения коленчатого вала. Частота вращения коленчатого вала грузовых автомобилей не должна быть длительное время ниже 800...900 мин⁻¹, а легковых — ниже 1500...1600 мин⁻¹. При частоте вращения коленчатого вала, близкой к максимальной, расход топлива повышается.

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

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

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

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

Проверку правильности регулировки двигателя на минимальную частоту вращения коленчатого вала на холостом ходу выполняют следующим образом. На работающем на холостом ходу двигателе резко открывают дроссельные заслонки, а затем быстро их закрывают. Если двигатель при этом не останавливается, то регулировка

выполнена верно. При останове двигателя частоту вращения его коленчатого вала нужно несколько увеличить, ввернув упорный винт, регулирующий количество смеси, и повторить проверку.

Устойчивая работа дизеля при минимальной частоте вращения коленчатого вала на холостом ходу обеспечивается всережимным или двухрежимным регулятором. Минимальную частоту регулируют болтом, ограничивающим перемещение рычага (рейки) управления топливоподачей. Если частота вращения коленчатого вала при отпущенной педали подачи топлива остается высокой или двигатель работает неустойчиво, необходима ремонтная регулировка топливной аппаратуры. Самостоятельное изменение регулировки топливной аппаратуры дизеля недопустимо.

Следует иметь в виду, что после ремонта двигателя на автотранспортном предприятии, заключающемся в замене толкателей, штанг, коромысел и других элементов двигателя, в начальный период эксплуатации автомобиля необходима многократная регулировка клапанов. При невыполнении этой операции, что часто встречается на практике, потери мощности двигателя могут достигать 1,5...2,7 кВт, а его экономические показатели ухудшаются на 3...7%.

9.5. Обеспечение нормальной работы карбюратора

На легковых автомобилях устанавливаются карбюраторы двух типов:

с традиционной системой холостого хода (ДААЗ-2108, К-126, К-127, К-129, К-89, К-90 и их модификации);

с автономной системой холостого хода (ДААЗ-2105, ДААЗ-2107, К-131, К-133, К-151 и др.).

Нормальную работу двигателя может обеспечить только карбюратор, параметры дозирующих элементов которого полностью соответствуют данному двигателю по расходу топлива и воздуха. Нарушение этого соответствия ведет к потере мощности двигателя, снижению крутящего момента, возрастанию расхода топлива и росту токсичности отработавших газов. Так, на легковых автомобилях «Москвич» не рекомендуется устанавливать карбюраторы других моделей, в частности, предназначенные для двигателей автомобилей ВАЗ.

Правильная регулировка карбюратора позволяет сэкономить до 10...15% топлива, а также до минимума снизить выбросы вредных веществ в окружающую среду. Регулировку карбюратора следует проводить в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации автомобиля после 10...12 тыс. км пробега автомобиля, ремонта двигателя, регулировки системы питания или замены карбюратора, но не реже одного раза в год.

Отклонение уровня топлива в поплавковой камере карбюратора от номинального сопровождается ростом его расхода, что особенно заметно при малой скорости движения автомобиля. Регулирование уровня топлива в поплавковой камере производится изменением пропускной способности жиклеров.

При эксплуатации автомобиля в высокогорной местности с пониженной плотностью воздуха ухудшается наполнение цилиндров двигателя рабочей смесью и возрастает расход топлива. Так, на высоте 1000 м над уровнем моря расход топлива увеличивается на 30...70 %. В этом случае состав смеси, приготовляемой карбюратором, корректируют следующими способами: уменьшением разрежения в диффузоре у распылителя за счет изменения площади проходного сечения главного жиклера; изменением разрежения в главной дозирующей системе; изменением давления в поплавковой камере.

Большое количество воздуха в цилиндры двигателя подают, увеличив диаметр проходных сечений воздушных жиклеров и полностью открыв воздушную заслонку. Воздушный фильтр при этом должен работать надежно. Повышение подачи топлива производится увеличением диаметра проходных отверстий топливных жиклеров. Большое внимание следует также уделять работе дроссельных заслонок.

Основными причинами перерасхода топлива из-за неисправностей в карбюраторе являются:

- повышенный уровень топлива в поплавковой камере карбюратора;
- нарушение регулировки холостого хода;
- нарушение герметичности диафрагмы пускового устройства;
- заедание дроссельных заслонок и их привода;
- изнашивание и неплотное прилегание (закрытие) игольчатого клапана поплавковой камеры или ослабление посадки его седла;
- наполнение поплавка топливом (при наличии трещин);
- заедание поплавка о стенки поплавковой камеры;
- разработка топливных жиклеров;
- неполное открытие воздушной заслонки;
- подтекание топлива при неплотно ввернутых пробках жиклеров и топливных каналов карбюратора, а также сливных пробках поплавковой камеры;
- трещины в корпусе карбюратора и др.

9.6. Поддержание хорошего технического состояния автомобиля

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

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

- подтяжка гаек шпилек крепления головок цилиндров двигателя;
- замена фильтрующего элемента в воздушном фильтре карбюратора;

- очистка от отложений фильтров и отстойников карбюратора и топливного насоса;

- проверка состояния щеточно-коллекторных узлов генератора и топливного насоса;

- замена амортизаторов и тормозных колодок;

- замена и перестановка шин и колес.

Техническое обслуживание систем и механизмов автомобиля включает в себя также своевременное проведение следующих регулировок:

- тепловых зазоров;

- натяжения ремня привода вентилятора и цепи привода механизма газораспределения;

- зазоров между контактами (со смазыванием и зачисткой контактов прерывателя-распределителя);

- момента зажигания;

- зазора между электродами (с очисткой свечей зажигания);

- уровня топлива в поплавковой камере карбюратора (с проверкой);

- карбюратора на холостом ходу двигателя;

- давления воздуха в шинах;

- подшипников передних колес (с проверкой состояния);

- углов установки передних колес;

- продольного и поперечного наклона стоек подвески (развал колес);

- схождения колес и углов наибольшего их поворота;

- свободного хода вилки выключения сцепления (с проверкой);

- тормозных механизмов;

- регулятора давления в гидроприводе к тормозным механизмам задних колес;

- рулевого механизма;

- балансировку колес;

- света фар.

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

Особо важна исправность элементов системы питания (от крышки горловины топливного бака до системы выпуска отработавших газов). По эксплуатационным данным расход топлива двигателем с сильно изношенной цилиндропоршневой группой на 25...30 % больше расхода топлива новым приработанным двигателем. По компрессии в цилиндре двигателя можно оценить герметичность цилиндропоршневой группы.

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

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

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

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

Перерасход топлива часто обусловлен неисправностями в смазочной системе, механизмах и узлах автомобиля.

Основными неисправностями и факторами, определяющими перерасход топлива легкового автомобиля, являются:

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

Использование металлоплакирующей присадки в моторных маслах

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

Добавление в моторное масло металлоплакирующей присадки (при отсутствии поломок деталей двигателя) позволяет исключить следующие неисправности:

отсутствие компрессии в цилиндрах двигателя, связанное с закоксовыванием поршневых колец, снижением их упругости, а также износом зеркала цилиндров;

снижение давления масла при работе двигателя в режиме холостого хода (ниже 0,05 МПа) или при скорости автомобиля выше 40 км/ч (ниже 0,25 МПа);

последствия использования масла несоответствующих сорта и качества;

износ вкладышей шатунных или коренных подшипников коленчатого вала;

высокий угар (расход) масла (даже требуемого качества), обусловленный закоксовыванием или заполнением масляными отложениями прорези в маслосъемных кольцах, износом поршневых колец или зеркала цилиндров;

систематическую заливку маслом искрового промежутка свечи при высоком расходе масла;

повышенный расход топлива при понижении компрессии в цилиндрах двигателя из-за износа или пригорания поршневых колец, неплотного прилегания прокладки головки блока или неплотной посадки клапанов;

детонационные стуки в двигателе, вызванные использованием низкооктанового бензина или образованием значительного слоя нагара на поверхностях камер сгорания, днищ поршней и головок клапанов.

Факторы, влияющие на сопротивление качению колес

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

На сопротивление качению колес автомобиля влияют следующие факторы:

время движения (в течение первых 30 мин движения сопротивление качению колес уменьшается примерно на 20 %);

температура окружающей среды (при понижении температуры с 30 до 0 °С сопротивление качению колес возрастает на 40 %);

скорость движения (при росте скорости от 100 до 180 км/ч сопротивление качению увеличивается в два раза);

давление воздуха в шинах (при падении давления на 0,4 МПа сопротивление качению колес повышается на 8 %);

состояние шин (у шин с изношенным протектором сопротивление качению на 30 % выше, чем у новых);

состояние дорожного покрытия (на неровной опорной поверхности сопротивление качению может возрасти более чем на 50 %).

При эксплуатации легкового автомобиля следует уделять особое внимание состоянию шин, своевременной и правильной их замене. Опыт эксплуатации показывает, что на состояние шин отрицательно влияют: перегрузка автомобиля; неотрегулированность давления воздуха в шинах и углов установки колес; высокая скорость движения автомобиля.

При повышении скорости движения с 64 до 112 км/ч пробег шин уменьшается на 40...45 %. Перегрузка автомобиля на 20 % снижает пробег шин на 30 %. При контакте шин со смазкой при высокой температуре резина разрушается, особенно если автомобиль перегружен или давление в шинах недостаточное. Повреждение шин возможно также при монтаже их на колеса, использовании цепей противоскольжения, воздействии низкой температуры и т.д.

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

Если легковой автомобиль интенсивно эксплуатируется в течение всего года, то желательно наличие для него комплекта шин: летних — с дорожным расчлененным рисунком протектора, универсальных — для плохих дорожных условий и зимних (или ошипованных) — для езды по заснеженным и обледенелым дорогам.

Давление воздуха в шинах должно соответствовать рекомендуемому в руководстве по эксплуатации автомобиля. Перед быстрой или длительной ездой по автомагистрали давление в шинах можно увеличить на 0,02 МПа по сравнению с рекомендуемым. При эксплуатации любого автомобиля с прицепом давление в шинах должно соответствовать давлению, рекомендуемому при полной нагрузке.

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

Влияние неисправностей элементов тормозной системы на сопротивление движению автомобиля

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

Следует отметить, что даже небольшое увеличение сопротивления движению автомобиля можно легко обнаружить по перегреву дисков колес.

Нагрев дисков является результатом неэффективного срабатывания тормозных механизмов колес, всех или некоторых, причинами которого могут быть:

- малый зазор между колодками и барабанами или между фрикционными накладками и дисками;
- поломка или потеря упругости пружины колодки;
- малый или недостаточный ход педали рабочей тормозной системы;
- разбухание резиновых манжет тормозного или колесных цилиндров (чаще всего из-за попадания на них бензина или смешения в системе тормозных жидкостей разных сортов);
- заедание поршня тормозного цилиндра;
- переполнение тормозного цилиндра жидкостью вследствие засорения перепускного отверстия;
- смещение скобы относительно тормозного диска при ослаблении болтов, крепящих ее к кронштейну;
- биение тормозного диска.

Регулировку механизмов тормозных систем следует проводить в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации.

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

При проведении первого технического обслуживания (или после 4000 км пробега автомобиля) необходимо:

проверить ход рычага привода стояночной тормозной системы, состояние и крепление тросов и их направляющих (при необходимости отрегулировать);

визуально проверить состояние и герметичность главного цилиндра, гидровакуумного усилителя, колесных цилиндров и их соединений с трубопроводами.

После проведения технического обслуживания требуется проверять действие тормозных систем.

При проведении второго технического обслуживания (или после 16 000 км пробега автомобиля) следует проверить:

свободный ход педали на оси, соединение толкателя с педалью и их крепление;

крепление кожуха стержня привода стояночной тормозной системы и ход рычага управления;

крепление и герметичность главного цилиндра, его крышки, штуцеров, гидровакуумного усилителя, разделителя, а также состояние шлангов, трубопроводов, тройников, муфты и колесных цилиндров;

состояние и крепление тросов и их направляющих, роликов, кронштейнов, уравнивателя, пружины и рычага привода стояночной тормозной системы.

Сняв тормозные барабаны, проверяют состояние самих барабанов, колодок с накладками, стяжных пружин, крепление щитов колесных тормозных механизмов и рычагов, а также регулировку свободного хода рычага привода стояночной тормозной системы (при необходимости отрегулировать). Затем барабаны ставят на место.

При необходимости прокачивают гидропривод рабочей тормозной системы.

9.7. Использование различных типов топлив в автомобилях

Разнообразие марок выпускаемых бензина и дизельного топлива связано с необходимостью обеспечения эксплуатации двигателей с различными детонационными свойствами. Неэтилированный бензин А-72 используется для автомобилей с нефорсированными двигателями. Основным топливом для современных грузо-

вых автомобилей и автобусов с карбюраторными двигателями являются бензины А-76, А-80, А-92, АИ-91. Бензины АИ-93, АИ-95, АИ-95 «Экстра» — основное топливо для большинства выпускаемых в настоящее время легковых автомобилей, этилированный бензин АИ-98 предназначен для двигателей легковых автомобилей с повышенной степенью сжатия.

Дизельные топлива летнее, зимнее и арктическое, имеющие различные температуры застывания, предназначены для использования в соответствующих климатических зонах.

При использовании бензина, не соответствующего типу двигателя, в некоторых режимах работы этого двигателя возникает детонация, проявляющаяся в виде металлического стука, дымления отработавших газов, резкого перегрева, снижения мощности и т. д. В результате детонации возможны пригорание клапанов, колец, поршней и усиленное изнашивание деталей двигателя. Детонация, перегрев двигателя, значительное опережение зажигания приводят к перерасходу топлива при последующей эксплуатации автомобиля.

Наиболее распространенная для повышения детонационных свойств бензина присадка тетраэтилсвинец — очень ядовитая жидкость. Поэтому при работе с бензином, а с этилированным бензином особенно, следует соблюдать правила по безопасному его использованию.

Следует также отметить, что этилированные бензины (А-76, АИ-93, АИ-98) — химически нестабильные жидкости. На свету тетраэтилсвинец разлагается и образующийся при этом осадок засоряет топливопроводы, жиклеры, фильтры и др. Бензин А-72, не содержащий тетраэтилсвинца, — бесцветная жидкость, бензин А-76, содержащий до 0,24 г ТЭС на 1 кг бензина, — желтая, а бензины АИ-93 и АИ-98, в составе которых не более 0,5 г на 1 кг бензина, — соответственно имеют оранжево-красный и синий цвета.

На практике встречаются случаи заправки автомобилей топливом, не соответствующим типу двигателя. Например, в автомобиль с карбюраторным двигателем вместо бензина заливается дизельное топливо, а в автомобиль с дизельным топливом — бензин, или бензин с меньшим октановым числом (например, меньше 76) заливается вместо высокооктанового бензина (больше 76), и наоборот.

Если в бак автомобиля с карбюраторным двигателем залить дизельное топливо, то двигатель запустится легко, так как система питания сначала еще наполнена бензином. Но остатки бензина быстро смешаются с дизельным топливом, которое поступит в цилиндры (его горение будет сопровождаться голубым дымом из системы выпуска), возникнут перебои в зажигании, и двигатель остановится через несколько сот метров пути. Для восста-

новления работы двигателя необходимо полностью удалить дизельное топливо из бака всей системы питания (насоса, карбюратора, фильтров, трубопроводов), так как уже при 2 % дизельного топлива в бензине карбюраторный двигатель прекращает работать.

В случае заправки автомобиля с дизельным двигателем бензином происходит нормальный пуск двигателя на остатках дизельного топлива. Когда же в дизель попадает бензин, это легко определяется по увеличению уровня шума. Для восстановления работы дизеля достаточно слить бензин из бака и снова залить в него дизельное топливо. Смещение 10 л бензина с 40...50 л дизельного топлива заметно на работу дизеля не повлияет.

Использование бензина с меньшим октановым числом

Работа двигателя на бензине с меньшим октановым числом может незначительно отличаться от обычной. Однако вследствие детонационного сгорания топлива при этом может произойти серьезное повреждение двигателя.

Посредством уменьшения угла опережения зажигания можно несколько сгладить жесткость работы двигателя, но в этом случае снизится мощность и не будет гарантирована его продолжительная работа, т. е. на топливе с меньшим ОЧ автомобиль не должен работать длительное время: не более чем через 50 км следует залить бензин нужной марки или долить топливо с большим октановым числом.

Антидетонационные свойства бензина возрастают с повышением октанового числа, следовательно самым высоким октановым числом из цепочки автомобильных бензинов А-72, А-76, АИ-93, АИ-98 обладает бензин АИ-98, а самым низким — бензин А-72.

В случае использования бензина с большим, чем требуется, октановым числом следует изменить угол опережения зажигания (установив более раннее зажигание) и тогда работа двигателя останется по-прежнему эффективной.

Улучшение свойств некондиционного топлива

Иногда в процессе эксплуатации автомобиля возникает необходимость изменения следующих показателей бензина или дизельного топлива: октанового числа, фракционного состава, содержания смол, серы и тетраэтилсвинца, вязкости, коксуемости, кислотности, зольности, плотности и др.

Улучшение качества топлива включает в себя следующие операции:

расчет требуемого количества топлива низкого качества и топлива, обладающего «запасом качества»;

подготовку топлив к смешению, выбор места для проведения смешения;

смешение топлив;

проверку однородности и качества полученной смеси.

Смешение небольшого количества бензина (5... 10 л) больших трудностей не вызывает, однако его следует проводить в месте, удаленном от огня, и обязательно учитывать ядовитость этилированного бензина.

Смешение большого количества бензина возможно только при наличии специального оборудования. Кроме того, следует иметь в виду, что автомобильные бензины А-76, А-80, А-92, АИ-93 являются этилированными.

Использование газового топлива

Эксплуатация газобаллонных автомобилей показала ряд их преимуществ перед бензиновыми. Так, отсутствие в этом случае жидкой фазы (фракций углеводородов) в топливовоздушной смеси обеспечивает большую равномерность ее распределения по цилиндрам двигателя и исключает смывание смазки с зеркала цилиндров. При этом резко снижаются загрязнения масла в двигателе и нагарообразование в нем. Срок службы двигателя возрастает в 1,5... 2 раза, а периодичность замены моторного масла в 2... 2,5 раза.

Наиболее эффективно использование смеси газа и бензина, которое позволяет:

снизить потребление бензина на 30... 35 % (средний расход бензина автомобилями ВАЗ-2109 и АЗЛК-21412 на автомагистрали при этом составляет соответственно 3,57 и 3,92 л на 100 км пути);

использовать бензин любой марки, в том числе без присадок тетраэтилсвинца.

Опыт эксплуатации газобаллонных автомобилей свидетельствует о том, что при неотрегулированном (или неисправном) газовом оборудовании фактический расход газа может превышать установленный на 80 % и более. Увеличение расхода газа чаще всего обусловлено нарушением работы экономайзерного устройства редуктора, т.е. поступлением газа в цилиндры двигателя не только на максимальных, но и при частичных нагрузках, что может быть вызвано:

негерметичностью мембраны (в результате разрушения, ослабления затяжек) или резинового уплотнения клапана (в результате разрушения, загрязнения зазора между седлом и клапаном или некачественной сборки);

нарушением момента срабатывания клапана экономайзера из-за уменьшения жесткости пружин;

засмоленностью проходных отверстий, а следовательно, нарушением оптимального режима работы двигателя.

Не менее важным фактором, определяющим повышенный расход газа (на 15...20 %), является также неправильная регулировка холостого хода двигателя. Стабильность регулировочных параметров обеспечивается исправностью газового редуктора и смесителя.

Топливная экономичность газобаллонного автомобиля обеспечивается полным и качественным техническим обслуживанием.

9.8. Обеспечение эффективного использования моторных масел

Марка масла, требуемого для двигателя, указывается в руководстве по эксплуатации автомобиля. Правильно выбранное масло снижает сопротивление в узлах трения, не вспенивается и хорошо покрывает трущиеся поверхности при работе двигателя. Содержащиеся в масле различного рода присадки (вязкостные, противоизносные, противокоррозионные и др.) защищают трущиеся поверхности от износа и коррозии и предотвращают образование лаковых отложений на деталях двигателя и осадков в картере.

Как в карбюраторных двигателях, так и в дизелях может быть использовано любое моторное масло при добавлении в него металлоплакирующей присадки.

Требуемое количество присадки определяется необходимой концентрацией ее в масле. Обычно на упаковке присадки указывается количество масла, на которое она рассчитана.

При добавлении металлоплакирующей присадки в моторное масло состав отработавших газов двигателя значительно изменяется: приходит в норму количество оксидов углерода и углеводородов.

Широко применяются присадки МКФ-18 и ее модификации, «Стимул-1», «Амо», «Ресурс» и МПП. Эффект от применения присадки проявляется через 450...500 км пробега автомобиля. При использовании присадки масло в двигателе можно не менять, а фильтр (центрифугу) можно заменять (очищать) через 15...20 тыс. км пробега, т.е. в два раза реже, чем при использовании обычного масла.

Присадки позволяют повысить компрессию двигателя, увеличить его мощность (до 30 %), а также понизить расход масла (в 2...18 раз), дымление двигателя (в 20...30 раз), расход топлива (на 10 %) и увеличить ресурс двигателя (в 2...4 раза).

Регенерация моторного масла

При работе двигателя в масле накапливаются продукты окисления, тяжелые фракции топлива, не успевшие сгореть в цилиндре двигателя, продукты конденсации водяных паров и механические примеси, поэтому масло необходимо очищать или менять через

определенные промежутки времени. Фильтр, служащий для очистки масла в двигателе, также следует своевременно менять или промывать.

Для замены можно использовать дизельное регенерированное масло. Для восстановления слитое масло отстаивают в течение двух-трех дней, а затем переливают в чистую сухую посуду через три-четыре слоя марли, вложенной в воронку и закрепленной. Процесс фильтрации длится 1... 1,5 ч, чтобы не поднимать осадок. Отфильтрованное масло можно снова использовать в двигателе автомобиля, а если в него добавить необходимое количество металлоплакирующей присадки, то оно прослужит без замены в легковом автомобиле еще 40... 45 тыс. км пробега, а в грузовом или автобусе — 30... 40 тыс. км. При последующем добавлении присадки в моторное масло оно будет пригодно для работы в двигателе без регенерации в течение следующего периода до замены.

Причины повышенного расхода смазочного масла

Каждый двигатель, даже в наилучших условиях работы, расходует определенное количество смазочного масла в зависимости от своей конструкции. При превышении заданного расхода необходимо определить причины и устранить их.

Главными причинами повышенного расхода масла являются: плохие механические условия для двигателя, особенно возможное частичное приклеивание бандажей к стенкам камеры сгорания;

движение машины на большой скорости в течение долгого времени (в этом случае большее количество масла попадает в камеру сгорания, а следовательно, сгорает в ней);

наличие чрезмерного зазора при закрытии клапанов; утечки через прокладки картера, уплотнительные кольца вала двигателя и т. п.;

потери, возникающие из-за испарения и зависящие от состава масла;

использование масла, имеющего несоответствующий двигателю показатель вязкости;

работа системы управления (резкое повышение или понижение скорости машины, вызывающее сильное повышение давления во впускной трубе, привлекает большое количество масла в камеру сгорания).

Для каждого типа двигателя задается диапазон значений расхода масла в зависимости от его качества (щелочности) и особенно важно при этом техническое состояние двигателя. Правильность выбранного диапазона расхода масла на практике определяется по следующим признакам.

При завышенной подаче масла отмечается:

**Нормы расхода смазочных материалов
для автомобильного транспорта (на 100 л общего расхода
бензина, дизельного топлива, сжиженного газа или на 100 м³ расхода
сжатого газа)**

Модель автомобиля	Моторное масло, л	Трансмис- сионное масло, л	Специальное масло, л	Смазка, кг
ВАЗ-2101, 2102, 2103, 2105, 2106, 2107, 2108, 2121 всех модификаций	0,70	0,10	—	0,05
ЗАЗ-965, 966, 968, 970; ЛУАЗ-969, 969А, 969М; ЛуМЗ-945, 949 всех модификаций	2,0	0,10	—	0,05
Москвич-403, 407, 408, 410, 423, 424, 426, 432; РАФ-8	2,2	0,12	0,01	0,10
ГАЗ М20, 21, 22; РАФ- 10,977	2,7	0,15	0,01	0,10

значительное количество углеродистых отложений на боковой поверхности головки поршня, расположенной над верхним кольцом; повышение отложений нагара по периметру выпускных окон и в выпускном тракте;

обильное количество масла на тронке поршня и зеркале цилиндров;

повышенный сброс масла в поршневую полость;

превышение щелочности проб масла, отбираемых из поршневых полостей цилиндров, на 25 % по сравнению со щелочностью свежего масла.

При заниженной подаче масла отмечаются:

появление сухих участков на поверхности тронки поршня и зеркале цилиндров;

ухудшение его подвижности, защемление в слое нагара в поршневых полостях масляных отложений;

появление местных прижогов на втулках цилиндров, а также следов прорыва газов.

Нормы расхода смазочных материалов для некоторых моделей автомобилей приведены в табл. 9.1.

Основные пути снижения расхода масел

Проблема снижения расхода моторных масел решается в основном за счет уменьшения их потерь на угар и увеличения срока службы до замены.

Уменьшение расхода масла на угар в двигателях достигается в основном за счет эффективного уплотнения цилиндропоршневой группы и снижения интенсивности износа ее деталей. Так как чрезмерное уменьшение расхода масла на угар может привести к повышенному износу и задиру деталей цилиндропоршневой группы из-за недостаточности их смазывания, возможности снижения расхода масла ограничены.

Увеличение срока службы масел до замены достигается уменьшением до определенного предела удельной (отнесенной к единице мощности двигателя) емкости системы смазки и улучшения их качества, т.е. в результате уменьшения интенсивности старения масел в двигателе за счет создания большего запаса их эксплуатационных свойств и совершенствования конструкции самих двигателей (улучшения рабочего процесса, газо- и маслоуплотнения цилиндропоршневой группы, применения эффективных систем очистки и охлаждения масла, а также обеспечения непрерывного его автоматического долива и т.п.).

Общий расход моторных масел в современных моделях карбюраторных двигателей легковых автомобилей в среднем составляет 0,4...0,6 % от расхода топлива, грузовых — 1,0...1,2 %, а дизелей — 1,6...1,8 %.

В настоящее время до 20...60 тыс. км пробега машины увеличены сроки службы масел, используемых в дизелях, система смазки которых оснащена одновременно полнопоточными и частичнопоточными бумажными или центробежными фильтрами. Ведутся работы по увеличению сроков службы моторных масел до 100 тыс. км.

Эксплуатационными испытаниями долго работающего масла в двигателе с полнопоточными фильтрами, частичнопоточной центрифугой и устройством для автоматического долива масла, а также в двигателях с полнопоточными и частичнопоточными фильтрами при низких расходах масла на угар и незначительном прорыве картерных газов установлена возможность работы масла без замены на протяжении 160 тыс. км при замене фильтроэлементов через 32 тыс. км.

9.9. Организация управления топливно-энергетическими ресурсами на предприятиях

Непрерывный рост автомобильного парка обуславливает увеличение потребности в топливах и других нефтепродуктах, поэтому все мероприятия, направленные на экономию нефтепродуктов на автотранспортных предприятиях (тщательный учет расходования ТСМ, систематический анализ фактического расхода по видам работ, упорядочение хранения, механизированная заправка,

качественное техническое обслуживание автомобилей), весьма актуальны.

Эффективность использования горючесмазочных материалов, количественная и качественная их сохранность во многом зависят от организации управления топливно-энергетическими ресурсами автотранспортного предприятия (АТП).

В транспортных управлениях и на АТП функционирует служба топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), основу которой составляет отдел или группа. На АТП с числом автомобилей свыше 300 единиц создаются самостоятельные структурные подразделения — отделы ТЭР; при меньшем числе автомобилей на АТП создается группа ТЭР, входящая в состав производственно-технического отдела. Начальнику отдела (группы) ТЭР по вопросам, связанным с использованием ТЭР, подчиняются водители и ремонтные рабочие.

Отдел ТЭР осуществляет свою деятельность в контакте с организациями, снабжающими АТП нефтепродуктами, газом, твердым топливом, а также тепловой и электрической энергией, т. е. с нефтебазами, автозаправочными станциями (АЗС), складами угля, дров, топливных брикетов, газонаполнительными станциями, организациями энергосбыта.

Основными задачами отдела (группы) являются:

планирование потребности, заказ, прием, хранение и выдача топливно-энергетических материалов;

организация рационального использования топливно-энергетических материалов, контроль и улучшение их качества;

организация сбора и хранения отработавших масел, сдачи их на регенерацию, рациональное использование и утилизацию.

Исходя из указанных задач отдел (группа) выполняет свои функции в соответствии с имеющимся на каждом АТП примерным (типовым) положением о его работе.

Нефтепродукты на склад АТП поступают централизованно. Работник, ответственный за их приемку и хранение, проверяет наличие и правильность заполнения товарно-транспортной накладной и паспорта качества. После этого проверяется состояние емкостей и тары, в которых поступили нефтепродукты. При обнаружении воды в нефтепродуктах производят ее слив, о чем делают соответствующую запись в приемочном акте.

На нефтепродукты, поступившие без паспорта качества, составляют акт. Хранят их в отдельной емкости. До установления сорта и качества таких нефтепродуктов расходовать их не разрешается.

Оприходование поступивших нефтепродуктов производится материально ответственным работником АТП в день их поступления. Основным документом для оприходования является товарно-транспортная накладная.

АТП, осуществляющие заправку автомобилей на собственных топливозаправочных пунктах, обязаны так организовать хранение

топлива и смазочных материалов, чтобы исключить их потери и не ухудшить качество. Также должны быть обеспечены механизация работ при выполнении складских операций, соблюдение правил техники безопасности и выполнение санитарно-гигиенических требований.

С местными органами пожарной охраны согласовываются размещение складов АТП, их гигиеническое оснащение, порядок функционирования, а также предельные объемы хранимых на складе нефтепродуктов.

Контроль качества нефтепродуктов на АТП — это важное мероприятие по обеспечению надежности работы автомобилей.

Для проверки качества нефтепродуктов на АТП проводятся приемные, контрольные и полные анализы.

Приемный анализ проводится отделом ТЭР АТП и включает в себя определение цвета, прозрачности, плотности, содержания механических примесей и воды в нефтепродуктах. Контрольный анализ проводится лабораторией транспортного управления для установления соответствия качества поступивших нефтепродуктов требованиям ГОСТов и ТУ.

Сохранение качества нефтепродуктов зависит от их химического состава, условий хранения, транспортирования и применения, а также от конструктивных особенностей используемых технических средств и состояния поверхностей, контактирующих с нефтепродуктами.

9.10. Нормирование расхода и сохранение моторных топлив

На основе норм расхода можно дифференцированно определять требуемое количество топлива для определенной марки и модели подвижного состава в зависимости от расстояния перевозок, числа ездов и массы перевезенного груза, дорожных и климатических условий.

В каждом автохозяйстве для всех видов техники расход нефтепродуктов должен производиться по утвержденным удельным и эксплуатационным нормам. Под нормой расхода понимается количество топлива, необходимое для выполнения каких-либо перевозок (или какой-либо другой работы) машиной при установленном режиме работы двигателя с учетом конкретных технико-эксплуатационных условий выполнения этих перевозок (работы).

Одним из основных требований, которому должны отвечать нормы, устанавливаемые на расход топлива, является их соответствие техническому прогрессу в автомобилестроении, а также более совершенным формам и методам организации транспортного процесса, внедряемым на автомобильном транспорте общего

пользования. Поэтому действующие нормы на расход топлива для автомобилей периодически пересматриваются и приводятся в соответствие как с изменившимися организационными формами работы автомобильного транспорта, так и с его постоянно совершенствующейся материальной частью.

Различают следующие виды норм расхода автомобильного топлива: контрольные, линейные, на работу оборудования, установленного на специальных автомобилях, маршрутные и групповые.

Введенные в действие с 1 июля 1989 г. линейные нормы расхода топлива для автомобильного транспорта предусматривают: для бортовых автомобилей и автопоездов, выполняющих работу, учитываемую в тонно-километрах, дополнительный расход топлива на каждые 100 т-км, а для бортовых автомобилей с прицепами и седельных тягачей с полуприцепами линейная норма расхода увеличивается на каждую тонну собственной массы прицепов и полуприцепов: бензина — на 2 л, дизельного топлива — на 1,3 л, сжиженного газа — на 2,5 л, сжатого природного газа — на 2 м³, а при газодизельном режиме их работы увеличение расхода природного газа на 1,2 м³, а дизельного топлива на 0,25 л.

Маршрутные нормы расхода топлива устанавливаются, как правило, для автобусов, выполняющих пассажирские перевозки по определенным, заранее запланированным маршрутам.

Утверждаются маршрутные нормы руководителями автотранспортных предприятий (объединений) дифференцированно для автобусов каждой марки на основании расчета, выполненного с учетом особенностей каждого отдельного маршрута. Основой для такого расчета служат линейные нормы, а также фактический расход топлива за предыдущий период работы (квартал, год).

Общий расход топлива, рассчитанный по маршрутным нормам, на автотранспортном предприятии должен быть в пределах потребности в топливе, определенной для данного предприятия в целом по действующим линейным нормам.

Потери от испарения топлив при заполнении и опорожнении резервуаров для их хранения, как показывают исследования, могут быть снижены при соблюдении следующих условий:

скорость заполнения резервуара должна быть максимально возможной;

скорость полной откачки топлива из резервуара, последующей его зачистки и проветриваемости должна быть максимально возможной;

установление скорости частичной откачки топлива из резервуара в зависимости от того, будет ли резервуар после частичной откачки быстро заполнен (тогда откачка должна производиться с максимально возможной скоростью) или же он должен длительное время простоять с остатком топлива (тогда откачку необходимо вести максимально медленно);

время между смежными циклами частичной откачки и заполнения резервуаров должно быть максимально сокращено.

Годовые потери от испарения топлива при вместимости резервуаров 200, 400, 1000, 2000 м³ составляют соответственно 5,75; 4,24; 3,25 и 2,75 % от вместимости резервуара.

Потери в резервуарных парках могут возникнуть в результате выхода наружу топлива или его паров при механических повреждениях корпусов резервуаров, крыш или трубопроводов.

Причинами таких повреждений чаще всего являются:

повышенное давление при несоответствии интенсивности за- качки топлива и пропускной способности дыхательной арматуры; закачка топлива с увеличенным содержанием растворенных га- зов или нагретого выше установленной температуры;

примерзание в холодное время года тарелок дыхательных кла- панов;

обледенение насадки огневого преградителя.

Механические повреждения возможны также в результате пе- реполнения резервуара, сильной коррозии металла или снижения его прочности под воздействием чрезмерно низкой или высокой температур.

Окраска резервуаров является наиболее простым и доступным способом борьбы с потерями топлив из-за «малых дыханий», не требующим капитальных затрат и применяемым в любых услови- ях, так как цвет в значительной степени влияет на нагревание стенок резервуара солнечными лучами, а следовательно, и на испарение нефтепродуктов. Например, находящийся в одинако- вых условиях хранения бензин нагревается в зависимости от цвета окраски резервуара следующим образом: до 11,5 °С — при алюми- ниевой окраске; до 14,6 °С — при серой; до 16,6 °С — при сурике; 22 °С — при зеленой; 30 °С — при черной. Подсчитано, что при хранении в резервуаре вместимостью 100 м³ при температуре 11 °С в год испаряется 850 кг бензина, при 21 °С — 3800 кг, а при 27 °С — 6500 кг.

Одним из самых эффективных способов является хранение легко испаряющихся топлив в заглубленных и подземных резервуарах, имеющих относительно постоянный температурный режим. При хранении таким образом почти полностью исключаются потери от «малых дыханий» топлива, так как будучи засыпанными грунтом резервуары не подвергаются солнечному облучению и, следователь- но, в них почти отсутствуют суточные изменения температуры га- зового пространства. По сравнению с наземным хранением потери от «малых дыханий» топлива в заглубленных резервуарах сокраща- ются в 8... 10 раз, а также несколько снижаются потери от «больших дыханий» (при отсутствии газоуравнительных трубопроводов).

Для хранения топлива наряду с металлическими резервуарами находят применение железобетонные. Отмечено, что при хране-

нии в заглубленных железобетонных резервуарах по сравнению с хранением в металлических наземных резервуарах потери топлива в весенне-летний период в южной климатической зоне сокращаются в 9 раз, в средней — в 7,5 раз, в северной — в 6 раз, а в осенне-зимний период в любой зоне — в 4,5 раза.

В 50-х годах XX века в США, Канаде, Скандинавских странах, СССР, а позднее и в западно-европейских странах начали строить подземные хранилища для природного газа, сырой нефти и нефтепродуктов. Такие хранилища создавались в устойчивых горных породах: гранитах, гнейсе, известняке и др., а также в отложениях каменной соли, глинах, суглинках, отработанных шахтах для добычи руды и вечномерзлых влагонасыщенных породах.

Ледогрунтовые хранилища имеют меньший объем, чем шахтные в устойчивых горных породах (обычно от несколько сотен до 15... 30 тыс. м³).

Главной особенностью эксплуатации ледогрунтовых хранилищ является необходимость их заполнения продуктом, охлажденным до отрицательной или минимально допустимой в каждом конкретном случае положительной температуры, т.е. хранилища необходимо оборудовать специальными охлаждающими устройствами, что значительно повышает стоимость строительства и эксплуатации комплекса.

В ледогрунтовых хранилищах принципиально невозможно хранение продуктов, имеющих высокую температуру застывания (летнего дизельного топлива, газойля, котельного топлива и т.п.).

9.11. Сохранение качества и количества смазочных материалов при приеме, хранении и транспортировании

Источниками потерь на нефтебазах могут служить любые объекты, связанные с проведением операций по приему, хранению, подогреву, перекачке и выдаче нефтепродуктов.

В последнее время на нефтебазах проводилась значительная модернизация и техническое усовершенствование конструкций сливноналивных железнодорожных эстакад резервуарных парков, причальных сооружений, автомобильных эстакад, технологических трубопроводов, устройств по затариванию нефтепродуктов, сооружений по очистке сточных вод и другие работы, направленные на сокращение потерь нефтепродуктов и сохранность их качества. Однако все это не в полной мере отвечает современным требованиям по сохранности количества и качества нефтепродуктов. При разработке и внедрении новых видов оборудования, устройств и аппаратуры особое внимание следует уделять вопросам их герметизации и автоматизации основных технологических процессов.

Хорошая герметизация оборудования и сооружений позволяет одновременно решить три важнейшие задачи:

сократить потери нефтепродуктов от испарения и проливов, сохраняя их качество и количество;

снизить пожароопасность на территории нефтебазы;

предотвратить загрязнение окружающей среды.

При транспортировании, хранении и заправке происходят потери в результате растекания и разбрызгивания масла по наружным поверхностям используемых бочек, ведер и кружек при наливке; подтекания и остатка его на шлангах, рукавах и раздаточных кранах, в резервуарах, бочках и кружках, а также из-за нарушения правил при периодическом сливе отстоя из резервуаров и при удалении остатков масел во время зачистки резервуаров.

Количество потерь зависит от технического состояния нефтебаз, квалификации обслуживающего персонала и технологии заправки, а также от вязкости масла и совершенства применяемого оборудования. Так, при заправке техники при помощи мерной кружки или ведра потери моторного масла достигают 4,56 % а при заправке с помощью механизированного заправочного агрегата или маслораздаточной колонки — 0,20 %.

Перед приемкой нефтепродукта на хранение необходимо:

осмотреть (и при необходимости зачистить) резервуар и тару, предназначенную для слива нефтепродукта;

для затаренных нефтепродуктов подготовить на складе места для хранения;

замерить уровень нефтепродукта, имеющегося в резервуаре, в который будет производиться слив поступившего нефтепродукта (из железнодорожных цистерн или наливных барж);

отделить резервуар, в который будет производиться слив нефтепродукта, от других резервуаров, закрыв соответствующие краны, задвижки и вентили;

проверить исправность средств перекачки, сливных устройств, кранов, вентилей, задвижек, рукавов и т. д.

Нефтепродукт следует сливать в первую очередь в тот резервуар, в котором хранился продукт той же марки, или в резервуар, заполненный не полностью. (После контрольного замера уровня продукта, оставшегося в резервуаре, необходимо определить возможность слива в него всего вновь поступившего нефтепродукта с условием сохранения его качества.)

В случае поступления нефтепродукта высшего сорта в резервуар, в котором ранее хранился продукт более низкого сорта, необходимо подготовить его в соответствии с требованиями ГОСТ 1510—84, чтобы не снизить качество сливаемого продукта.

Хранят смазочные масла и технические жидкости чаще всего в резервуарах, установленных под землей, а также в специальной таре в отапливаемом помещении. Резервуары для хранения масел

вместо дыхательного клапана могут быть снабжены вентиляционной трубкой с набивной металлической сеткой или проволокой.

Обвязка резервуаров приемно-сливными трубопроводами должна исключать случаи смешения нефтепродуктов разных марок при их приеме, хранении и выдаче и обеспечивать возможность внутрискладских перекачек одноименных нефтепродуктов (из одного резервуара в другой) с целью частичного или полного опорожнения какого-либо резервуара.

Тарные хранилища должны ежедневно осматриваться ответственным лицом с целью проверки состояния укупорки и тары и при обнаружении течи немедленно должны приниматься меры по ее устранению.

Для предупреждения случайного смешения нефтепродуктов все технические средства, используемые при их транспортировании, хранении, перекачке и для заправки техники должны иметь четкую легко запоминающуюся маркировку. Маркировка должна наноситься (устанавливаться, закрепляться) на технические средства сразу же после их заполнения нефтепродуктом и сохраняться в течение всего срока его транспортирования или хранения.

Маркировка технических средств должна содержать основную надпись — марку нефтепродукта, а также дополнительные надписи на резервуарах — стандарт, дату залива и анализа нефтепродукта, а на таре — стандарт, массу брутто и нетто, дату изготовления или залива, номер партии и номер бочки в партии нефтепродукта, а также предупредительные надписи, знак или кольца (полосы). На автозаправщиках и автоцистернах с нефтепродуктами и маслозаправщиках наносят предупредительную надпись «Огнеопасно», а на емкостях, заполненных ядовитыми техническими жидкостями, кроме того, делается предупредительная надпись «Яд».

9.12. Сбор отработанных нефтепродуктов

Масла, употребляемые для смазывания трущихся поверхностей, тратятся в механизмах не полностью: значительное их количество (30... 40 % и более) стекает и может быть собрано в специально предназначенную для этого посуду или же поглощено обтирочным материалом.

Эти отработанные масла по физическим и химическим свойствам отличаются от свежего масла больше или меньше — в зависимости от условий их работы (времени, температуры и рода смазываемой поверхности). Отработанные масла, стекающие с проточной системы смазки, работающей в незапыленном закрытом помещении, бывают мало загрязнены и химически изменены, а отработанные автотракторные масла претерпевают глубокие изменения.

Отработанные масла загрязняются пылью, волокнами обтирочного материала и частицами отколовшегося от трущихся поверхностей металла. В них проникают мельчайшие частицы кокса и капельки воды. Под действием кислорода воздуха и влаги и при повышении температуры углеводороды, составляющие основу смазочного масла, могут подвергаться различным химическим превращениям (окислению, осмолению, усталости), изменяющим первоначальные качества смазочного материала. В силу этого отработанные масла постепенно теряют свои качества и, наконец, становятся не пригодными для дальнейшего употребления по своему прямому назначению.

Отработанные нефтепродукты являются, как правило, отходами потребления и включают в себя отработанные моторные и промышленные масла, а также смесь отработанных нефтепродуктов, образующихся при зачистке резервуаров, трубопроводов, автомобильных и железнодорожных цистерн, танков судов, очистных сооружений, и извлекаемых из нефтесодержащих вод и нефтяных промывочных жидкостей.

Отработанное нефтяное масло — это масло, проработавшее установленный срок службы или утратившее в процессе эксплуатации свои качества и слитое из рабочей системы.

Отработанные нефтяные промывочные жидкости — это бензины, керосины, дизельные топлива, утратившие в процессе работы свои эксплуатационные свойства.

Для сбора отработанных масел и при их замене в автомобилях применяется различное оборудование. Слив масел из картеров двигателя, коробок передач, задних мостов на АТП, не имеющих стационарного поста для слива, производят в противни, изготовленные из половинок выбракованных воздушных баллонов системы тормозов. Однако транспортировать масло в таких противнях неудобно. Для этой цели целесообразно применять передвижные баки. В этом случае из двигателя автомобиля, установленного на смотровой канаве или поднятого подъемником, масло сливается в воронку, через которую по шарнирным трубопроводам оно поступает в бак. Шарнирное соединение трубопроводов позволяет подводить воронку под сливную пробку картера агрегата без точной установки самого бака.

Для слива трансмиссионного масла из картеров ведущих мостов применяется устройство, представляющее собой комбинацию торцевого гаечного ключа (под пробку сливного отверстия) с воротком и маслоприемником. Применение такого устройства позволяет полностью предотвратить разлив масла, повышает производительность и культуру производства. Изготавливается оно из выбракованных автомобильных деталей и материалов.

В 1994 г. было утверждено «Временное положение об организации сбора и рационального использования отработанных нефте-

продуктов». Учитывая существующие ныне хозяйственные права предприятий, этот документ носит рекомендательный характер и основывается на законе Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды». Большой упор в нем делается на добросовестность и гражданственность.

В соответствии с этим документом предприятия, на которых собираются отработанные нефтепродукты, могут использовать их на собственные нужды:

для регенерации (очистки) на собственных установках;

на технологические операции, подтверждаемые нормативно-технической документацией;

в качестве компонента котельно-печного топлива на основании документации, согласованной соответствующими организациями.

Рациональными являются следующие направления использования отработанных нефтепродуктов, принятые предприятиями нефтепродуктообеспечения:

промышленная переработка с целью получения базовых масел; регенерация на маслорегстанциях;

использование на нефтеперерабатывающих заводах в качестве сырья;

использование на технологические нужды;

производство продукции (эмусола, консервационного состава и др.);

использование в качестве компонента котельно-печного топлива;

поставка на экспорт.

Одним из широко распространенных направлений использования отработанных нефтяных масел является вовлечение их в производство топлив. По объему такая переработка масел значительно выгоднее вторичной переработки с целью получения базовых масел. В СНГ в качестве котельного топлива используют почти половину сбора отработанных масел, т.е. около 1 млн т в год. Примерно столько же от собираемых отработанных масел идет на производство топлив в США. Значительно возрос объем производства котельных топлив с использованием отработанных масел в Великобритании. Основное количество углеводородных отходов сжигают как низкокачественное топливо. Возможна также их очистка с применением процессов отстаивания, фильтрации и центрифугирования.

Существует промышленное получение из отработанных масел высококачественных топлив. В США технология производства котельных топлив из отработанных масел заключается, как правило, в отгонке из них воды и легких топливных фракций в простых отпарных колоннах. Полученный конечный продукт при невысокой зольности представляет собой высококачественное топливо. Легкие топливные фракции, получаемые в процессе вторичной переработки, могут содержать примеси, экологически опасные и вызывающие коррозию оборудования. Поэтому иногда их предпо-

читают уничтожать, а не использовать в качестве технологического топлива.

Нефтехимическая компания Lyondell Petrochemical Co (США) на своем заводе в Хьюстоне перерабатывает отработанные смазочные масла с получением бензина и котельно-печного топлива. Это первое крупное предприятие в США такого типа (мощность его по сырью до 113 тыс. м³ в год).

Планируется также смешение отработанного масла с промежуточными продуктами его переработки и получение сырья для процесса полунепрерывного коксования.

По мнению руководства компании, данная программа будет действовать, поскольку при ее осуществлении устранен основной недостаток вторичной переработки отработанных масел — отсутствие конкурентоспособного конечного продукта, т.е. пока существует спрос на бензин, будет и рынок для продуктов переработки отработанных масел.

Контрольные вопросы

1. Каковы принципы экономии топлива и смазочных материалов при эксплуатации автомобиля?
2. В чем заключаются особенности вождения автомобиля в сложных дорожных условиях?
3. Как поддерживать хорошее техническое состояние автомобиля?
4. Что представляет собой регенерация моторного масла?
5. Какова система управления ТЭР на АТП?
6. Какие виды норм расхода автомобильного топлива вы знаете?
7. В каких резервуарах необходимо хранить топливо для предотвращения его потерь?
8. Каковы принципы сохранения качества и количества смазочных материалов при их приеме, хранении и транспортировании?

ГЛАВА 10

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Все сорта топлива, смазочные материалы и специальные жидкости в той или иной степени ядовиты (токсичны) и огнеопасны, а топлива и органические растворители к тому же еще и взрывоопасны. Поэтому необходимо хорошо знать основные экологические свойства АЭМ, т.е. те свойства топлив, смазочных материалов и специальных жидкостей, которые воздействуют на человека

и окружающую среду и могут проявляться при хранении, транспортировании или использовании. Рассмотрим наиболее важные из этих свойств: токсичность, пожароопасность, взрывоопасность и способность электризоваться.

10.1. Токсичность ТСМ

Автомобильные бензины наиболее часто являются источниками отравления в условиях автотранспортных предприятий, так как они токсичны и способны проникать в организм человека через органы дыхания, кожу и пищеварительный тракт. Концентрация паров бензина в воздухе не должна быть более 0,3 мг/л. При непродолжительном вдыхании воздуха, содержащего бензин в количестве 5... 10 мг/л, происходит легкое отравление организма, характерными признаками которого являются головная боль, неприятные ощущения в горле, кашель, раздражение слизистой оболочки носа и глаз, неустойчивость походки, головокружение, возбуждение. Вдыхание воздуха с концентрацией паров бензина 35... 40 мг/л опасно для здоровья человека уже в течение 5... 10 мин. При более высоких концентрациях паров бензина в воздухе происходит тяжелое отравление с быстрой потерей сознания и судорогами.

Наибольшую опасность острого отравления парами бензина представляют собой работы, проводимые в закрытых ремонтных помещениях, а также при очистке резервуаров и тары от остатков бензина.

Серьезное отравление возможно и при попадании бензина внутрь организма человека, например при попытке продуть детали топливной аппаратуры. В этом случае может начаться тяжелое заболевание легких — пневмония.

Признаки легкого отравления проходят через некоторое время после удаления пострадавшего из атмосферы, содержащей пары бензина. Тяжелое отравление, вызвавшее быструю потерю сознания, может закончиться смертью.

Попадание бензина на кожу вызывает ее обезжиривание, растрескивание и гнойные поражения. Длительный или частый контакт кожи с бензинами может вызывать появление экземы и других кожных заболеваний.

Особое внимание следует обращать на меры техники безопасности при работе с этилированными бензинами. Слабое отравление тетраэтилсвинцом, содержащимся в них, вне зависимости от способа проникновения его в организм сопровождается головными болями, потерей аппетита, быстрой утомляемостью, притуплением памяти, бессонницей или ночными кошмарами. Тяжелые отравления протекают бурно: пострадавший сильно возбуждается, появляются зрительные и слуховые галлюцинации, и, как прави-

ло, оканчиваются параличом или смертью, наступающими в период от нескольких часов до 3... 5 сут.

Вследствие высокой температуры кипения тетраэтилсвинца легкие фракции этилированного бензина, испаряющиеся при его перекачке или заправке автомобилей, не содержат ТЭС и поэтому не токсичнее паров неэтилированного бензина. Только после испарения половины этилированного бензина, например пролитого на пол, в его парах появляются частицы тетраэтилсвинца.

Чаще всего отравления этилированными бензинами происходят при случайном попадании их в рот и пищевой тракт или на кожу. Опасно также попадание этилированного бензина на одежду: сам бензин быстро испарится, а этиловая жидкость на долгое время останется на ткани и будет поражать человека через кожу. По этой же причине нельзя отмывать руки этилированными бензинами. Не следует также курить или принимать пищу не вымыв руки после работы с этилированными бензинами.

Все детали двигателя, соприкасавшиеся с этилированным бензином, должны быть перед ремонтом промыты в керосиновой ванне. Чтобы избежать образования ядовитой свинцовистой пыли, перед удалением нагара следует смачивать детали керосином.

Если произошло отравление бензином, пострадавшего необходимо вынести из пораженной атмосферы на чистый воздух, а при проявлении возбуждения дать валериановые капли. Если дыхание резко ослаблено или наступило обморочное состояние, то пострадавшему дают нюхать нашатырный спирт и вдыхать чистый кислород. В более тяжелых случаях, когда дыхание прекратилось, делают искусственное дыхание до полного его восстановления и направляют пострадавшего в лечебное учреждение.

Дизельные топлива токсичнее, чем бензины. Однако, обладая более низкой испаряемостью, в парообразном состоянии они оказывают на организм человека меньшее отравляющее действие, чем бензины. Отмечают сильное раздражающее действие дизельных топлив в мелкораспыленном состоянии на слизистые оболочки. Предельно допустимая концентрация дизельных топлив в воздухе 0,3 мг/л.

Длительный и систематический контакт кожи с жидким дизельным топливом вызывает у человека различные кожные заболевания, резкие боли и отеки. Особенно сильное раздражающее действие оказывают сернистые дизельные топлива, и чем больше содержится в них серы, тем болезненнее поражение кожи (вплоть до омертвления тканей).

Ядовитость *выхлопных газов* общеизвестна. Наиболее опасна из всех их составляющих окись углерода СО, предельно допустимая концентрация которой в воздухе составляет 0,02 мг/л.

Профилактика отравлений окисью углерода в условиях АТП заключается в систематическом контроле ее содержания в воздухе

на рабочих местах и стоянках автомобилей и обеспечении хорошей вентиляции.

Для предупреждения поступления выхлопных газов в помещения необходима герметизация трубопроводов выхлопных систем. На автомобилях, предназначенных для перевозки людей, глушитель должен быть выведен из-под кузова, а щели в полу тщательно заделаны.

Категорически запрещается обогреться в кабине автомобиля при работе двигателя в режиме холостого хода (т. е. на богатой смеси), так как постепенно проникающие в кабину отработавшие газы создают опасную ситуацию. Отравление окисью углерода происходит незаметно и часто приводит к смертельному исходу. Для оказания первой помощи (до прибытия врача) пострадавшего необходимо срочно вынести на свежий воздух, укрыть чем-нибудь теплым и попытаться напоить горячим чаем. Если дыхание остановилось, необходимо делать искусственное дыхание до появления признаков жизни.

Смазочные масла и гидравлические жидкости на минеральной основе также являются токсичными веществами. К маслам, которые содержат присадки, нужно относиться с большей осторожностью, чем к маслам без присадок, так как действие токсичных веществ, содержащихся в них (серы, хлора, фосфора, цинка, свинца и др.), изучено еще недостаточно. При нарушении правил обращения с маслами и личной гигиены они могут вызывать экзему, фолликулярные поражения кожи и даже более тяжелые заболевания.

Этиленгликоль и его водные растворы — антифризы также весьма токсичны. При попадании внутрь организма они поражают центральную нервную систему и почки. Аналогичным токсичным действием обладают тормозные жидкости на гликолевой основе «Томь», «Роса», «Нева» и др. Смертельная доза этиленгликоля составляет всего 50 г (около 100 г антифриза).

При отравлении этиленгликолем, охлаждающей или тормозной жидкостями пострадавшему следует немедленно оказать первую помощь: тщательно промыть желудок водой или 2%-м раствором питьевой соды, искусственно вызвать рвоту, согреть и немедленно вызвать врача.

Для предупреждения отравлений охлаждающими и тормозными жидкостями необходимо строго контролировать их хранение, перевозку и расходование. На таре, в которой хранятся эти жидкости, обязательно должна быть четкая надпись «Яд».

Растворители и разбавители, которые используются на АТП, также токсичны и обладают высокой испаряемостью. Меры предосторожности при работе с ними и с лакокрасочными материалами, в которых они присутствуют, те же, что и при работе с бензинами.

При отравлении метиловым спиртом или дихлорэтаном пострадавшему оказывают такую же помощь, как и при отравлении тормозными и охлаждающими жидкостями.

10.2. Огнеопасность и электризация ТСМ

В практической деятельности АТП пожары чаще всего происходят от воздействия на эксплуатационные материалы открытого пламени, разрядов статического электричества, искры при ударе или курении, а также от попадания горючих жидкостей на нагретую поверхность. Разрабатываемая на каждом АТП система противопожарных мероприятий увязывается с общегосударственной и ведомственной системами и законоположениями по пожарной безопасности.

В эксплуатационных условиях наибольшую опасность представляет собой пустая тара из-под бензина, так как достаточно испарения из 200-литровой бочки 10...50 г бензина, чтобы получить взрывоопасную бензовоздушную смесь. Вот почему запрещается открывать ударами молотка или ключа пробку пустой стальной бочки из-под бензина или подходить к ней с огнем. При ремонте тары, если неизбежно использование открытого огня, необходимо принимать меры для предотвращения взрывов бензиновых паров, смешанных с воздухом. Это относится не только к бочкам, но и к топливным бакам автомобилей. Для устранения опасности взрыва при ремонте тары применяют следующие меры: заливают ее водой и в таком виде ремонтируют; пропаривают горячей водой, промывают, а затем ремонтируют; заполняют углекислым газом и затем ремонтируют. Эти же меры безопасности обязательны и при обращении с другими видами нефтепродуктов.

Некоторые топлива способны самовоспламеняться при контакте с кислородом воздуха и каталитическом воздействии металлической тары и поэтому требуют особой осторожности при применении.

Этиленгликоль и глицерин образуют опасные смеси с марганцевокислым калием.

Известно, что статическое электричество накапливается на наружной поверхности проводника, т.е. электризованные частицы топлива отдают свои заряды поверхности тары или трубопровода. Если они не заземлены, то для образования искры и взрыва достаточно даже 300...500 В. Электризация топлива зависит от материала, с которым оно контактирует, продолжительности и скорости движения топлива, его качества, влажности и температуры воздуха.

Для предупреждения возникновения взрыва и пожара от разрядов статического электричества необходимо:

- тщательно заземлять все перекачивающие средства, трубопроводы, цистерны, топливозаправщики и резервуары;

- не допускать налива топлива открытой струей и его разбрызгивания;

- не допускать перемешивания топлива с воздухом и водой;

- при заполнении автомобильных цистерн и других емкостей опускать наливную трубу до их днища и пока нижний конец трубы не

погрузится в топливо, соблюдать минимальную скорость заполнения емкости;

соблюдать осторожность, если на дне резервуара или любой другой емкости под нефтепродуктом имеется вода;

обязательно заземлять металлическим штырем шланг (рукав) для заправки автомобилей и пистолет (раздаточный кран);

на рамах автоцистерн, перевозящих топливо, укреплять заземляющую цепь, касающуюся земли на стоянке и при движении.

Опасность электризации топлив эффективно снижается при добавлении в них антистатической присадки. Однако в бензины и дизельные топлива антистатические присадки пока не добавляют.

При работе двигателя на этилированном бензине часть этиловой жидкости и продуктов ее разложения попадает в картер и загрязняет смазочное масло. Поэтому меры пожарной безопасности необходимо соблюдать и при сливе отработавшего масла из картера.

Огнеопасность нефтепродуктов характеризуется их температурой вспышки, т.е. такой температурой, при которой пары нефтепродукта образуют с воздухом смесь, вспыхивающую от поднесенного пламени. Температура вспышки топлив зависит от содержания в них легкоиспаряющихся фракций и давления насыщенных паров: чем выше давление насыщенных паров топлива, тем ниже температура вспышки. Температура вспышки различных бензинов, определяемая в приборе с закрытым тиглем, колеблется в пределах 30...45 °С, и по этому показателю бензины относят к первому классу огнеопасности.

Вследствие низкого давления насыщенных паров и малой летучести дизельные топлива значительно менее огнеопасны, чем бензины. Минимальные температуры образования взрывоопасных смесей дизельных топлив 57...70 °С, т.е. они значительно выше температур, при которых эксплуатируются автомобили с дизельными двигателями, и поэтому образование взрывоопасных концентраций паров топлива с воздухом в обычных условиях маловероятно.

Температура вспышки топлив для быстроходных автотракторных дизельных двигателей различных марок, определяемая в приборе с закрытым тиглем, не ниже следующих значений:

легкие дизельные топлива	30...35 °С
зимние топлива	35...50 °С
летние топлива	40...65 °С
специальные топлива	90 °С

По этому показателю дизельные топлива отнесены ко второму и третьему классам огнеопасности.

Пожарную опасность представляет собой туман из распыленного в воздухе дизельного топлива. В этом случае концентрация топлива даже при низких температурах воздуха может обеспечить

возникновение воспламенения и от случайно образовавшейся искры, например при ударе металла о металл, может произойти сильнейший взрыв.

Температуры самовоспламенения дизельных топлив (300... 400 °С) ниже температур самовоспламенения бензинов, т.е. контакт дизельного топлива, находящегося в любом состоянии, с поверхностями, нагретыми несколько выше этих температур, может вызвать воспламенение.

Взрывоопасные бензовоздушные смеси образуются лишь при определенных концентрациях и температурах. Минимальная температура, при которой в замкнутом сосуде, например бочке или топливном баке, возможно образование взрывчатой смеси, соответствует температуре вспышки. Следовательно, даже при очень низких зимних температурах возможны взрывы баков с бензином при неосторожном использовании источников пламени или искрении. Повышенную взрывоопасность представляют собой бочки или другая тара с остатками бензина: в парогазовой фазе практически всегда находится взрывчатая бензовоздушная смесь.

10.3. Воздействие ТСМ на природу и человека

Переход преимущественно к экономическим методам управления в нашей стране должен определять более ответственное отношение к природным ресурсам и состоянию окружающей среды.

Природные ресурсы — это важнейшие компоненты окружающей человека естественной среды, используемые в процессе общественного производства.

Окружающая среда — это совокупность природных, экономических, социальных условий и факторов, воздействующих на человека.

Экологические показатели характеризуют состояние окружающей среды и ее основных элементов — воды, воздуха, земли.

Проливы и утечки нефтепродуктов являются значительными факторами загрязнения окружающей среды.

В табл. 10.1 приведена классификация нефтяного загрязнения водоемов, разработанная в нашей стране по материалам многолетних исследований.

Загрязнение атмосферного воздуха вызывает большую озабоченность, чем любой другой вид разрушения природной среды.

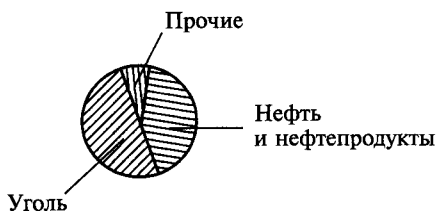
Источники антропогенного загрязнения атмосферы Западной Европы (по данным «Роял Датч Шелл») показаны на рис. 10.1. Эти выбросы в атмосферу являются причиной кислотных дождей, убивающих природу.

В то же время из рисунка видно, что газ — более экологически чистое топливо, чем уголь и нефть.

Классификация нефтяного загрязнения водоемов

Категория загрязнения	Характеристика загрязнения	Содержание нефти, мг/л	
		в грунте	в воде
Слабое	Нефтяная пленка отсутствует, привкус нефти слабый, запах не ощущается. Загрязнение не оказывает влияния на газовый режим, минерализацию, окисляемость и биохимическую потребность в кислороде (БПК) воды. Рыба в водоеме обитает нормально, размножается, но имеет привкус нефтепродуктов. Отрицательное влияние на планктон незначительное, на бентос — не установлено	< 0,1	< 0,1
Среднее	Вода имеет запах и привкус нефти, поверхность покрыта отдельными нефтяными пятнами. Влияние на газовый режим, минерализацию, окисляемость и БПК воды незначительное или не наблюдается. Рыба в водоеме обитает, но имеет привкус нефтепродуктов. Наблюдаются случаи гибели личинок рыб и нарушения нормального развития икры и представителей бентоса и планктона	0,1 ... 0,5	0,1 ... 1,0
Сильное	Вода имеет запах и привкус нефти, отдельные участки ее поверхности покрыты нефтяной пленкой. Наблюдается изменение газового режима, минерализации, окисляемости и БПК воды. Рыба избегает таких участков водоема. При случайной задержке в этой зоне она погибает. Личинки рыб и икра гибнут. Планктон и бентос отсутствуют	0,5 ... 1,0	10 ... 30
Очень сильное	Вода имеет запах и привкус нефти, поверхность ее покрыта сплошной нефтяной пленкой. Берега и растительность покрыты нефтью и мазутом. Иногда дно покрыто тяжелыми фракциями нефти. Изменяется газовый режим, минерализация, окисляемость и БПК воды. Рыба, планктон и бентос в воде отсутствуют. Вода непригодна для использования	1,0 ... 5,0	30

Диоксид серы (16 млн т)



Оксиды азота (8 млн т)



Летучие углеводородные соединения (10 млн т)

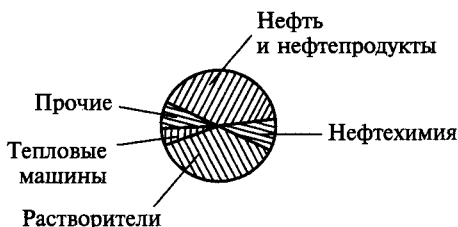


Рис. 10.1. Источники ежегодных выбросов загрязнений в атмосферу Западной Европы

Наличие вредных веществ в продуктах сгорания как газообразных, так и жидких органических топлив, обусловлено содержанием в последних неорганических веществ, балласта сернистых и азотистых соединений и других примесей, переходящих в продукты сгорания. Кроме того, при сжигании топлива образуются продукты незавершенного горения (сажа, угарный газ CO , оксиды азота NO_x и др.).

В табл. 10.2 приведено содержание токсичных веществ в отработавших газах (ОГ) дизельных двигателей.

Таблица 10.2

Содержание токсичных компонентов в отработавших газах дизельных двигателей

Компонент	Содержание в ОГ, %
CO	Менее 0,2
NO_x (в пересчете на N_2O_5)	0,25
Углеводороды (в пересчете на углерод)	Менее 0,01
Альдегиды (в пересчете на акролеин)	0,002
Сажа	0,25

Действие некоторых токсичных веществ на организм человека

Длительность и последствия воздействия	Содержание в воздухе, %		
	NO _x	SO ₂	CO
Несколько часов без заметных последствий	0,0008	0,0025	0,01
Признаки легкого отравления через несколько часов	0,0010	0,0050	0,01 ... 0,05
Возможно серьезное отравление через 30 мин	0,0050	0,008 ... 0,015	0,20 ... 0,30
Опасно для жизни при кратковременном воздействии	0,0150	0,0600	0,50 ... 0,80

В табл. 10.3 показано влияние оксидов азота, оксидов серы и угарного газа на организм человека.

Раздражающее и обжигающее действие на дыхательные пути NO_x может приводить к раковым заболеваниям дыхательных органов. Уже при концентрации оксида азота 15 мг/м³ даже при кратковременном действии может образовываться отек легких.

Концентрация NO_x в продуктах сгорания природного газа составляет в среднем 50...300 мг/м³, а при сжигании мазута — 150...600 мг/м³.

Оксиды азота, реагируя с атмосферной влагой, образуют кислоты, которые вызывают повышенную коррозию металлических конструкций.

В России система управления природоохранной деятельностью, связанная с функционированием автотранспортного комплекса, формировалась и базируется на принципах, заложенных в Конституции РФ и в статьях указов Президента РФ № 20 и № 173 1996 г., посвященных охране окружающей природной среды.

На территории Российской Федерации рекомендована к применению также серия стандартов, основанных на требованиях международных стандартов ISO 14000 и направленных на совершенствование управления и контроля за окружающей средой. Например, ГОСТ Р ИСО 14 001—98 и 14 004—98 содержат основные принципы внедрения системы экологического управления.

Международная организация по стандартизации ISO, объединяющая более 80 стран, в число которых входит и Россия, проводит значительную работу по созданию новых и унификации существующих требований к конструкции автомобиля в отношении его экологической безопасности. В настоящее время насчитывается более 2800 международных стандартов и рекомендаций, подготовленных ISO.

В России действует система государственных стандартов на токсичность и дымность отработавших газов автомобилей.

Для предупреждения загрязнения воздушного бассейна в нашей стране в законодательном порядке установлены нормы предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в атмосфере (табл. 10.4).

Таблица 10.4

Российские нормы ПДК вредных веществ в атмосфере

Вещество	ПДК, мг/м ³	
	Разовая	Среднесуточная
Акролеген	0,03	0,003
Бензин	5,0	1,5
Бенз(α)пирен	—	0,000001
Оксид углерода	0,3	1,0
Оксид азота	0,1	0,1
Оксид серы	0,5	0,15
Свинец	—	0,0007
Сажа	0,15	0,05
Формальдегид	0,035	0,012

Основной недостаток норм ПДК заключается в том, что они разработаны только для организма человека, хотя от загрязнения атмосферы страдает любой живой организм.

Нормированное содержание вредных веществ в автомобильных неэтилированных бензинах показано в табл. 10.5.

Можно выделить следующие направления борьбы с загрязнением атмосферы:

оптимизация процесса сжигания топлива;

очистка топлива от элементов, образующих при сжигании загрязняющие вещества;

очистка дымовых газов от загрязняющих веществ;

ассимиляция загрязнителей в атмосферном воздухе.

В процессе сжигания топлива образуется много побочных веществ. Все отработавшие газы потенциально вредны, даже пары воды и двуокись углерода. Эти газы поглощают инфракрасное излучение земной поверхности и часть его вновь отражают на Землю, создавая так называемый парниковый эффект. Если уровень концентрации CO₂ в атмосфере Земли будет увеличиваться, могут произойти глобальные климатические изменения.

Сегодня в России автомобильный транспорт выделяет в окружающую среду более 30 % всех загрязнений. В городах эта цифра

**Нормированные показатели содержания некоторых веществ в бензине
(ГОСТ 2084—77)**

Вещество	Содержание в неэтилированном бензине			
	А-72	А-76	АИ-93	АИ-95
Свинец, г/дм ³ , не более	0,013	0,013	0,013	0,013
Смола, мг/100 см ³ , не более:				
на производстве	5,0	3,0	Отсутствует	5,0
на месте потребления	10,0	8,0	5,0	—
Сера, %, не более	0,1	0,1	0,1	0,1

Примечание. В бензине, предназначенном для экспорта, предусмотрено отсутствие смол, а допустимая массовая доля серы составляет не более 0,001 %.

достигает 80 %. Так, в Москве ежегодно выбрасывается в атмосферу с отработавшими газами более 750 тыс. т оксида углерода, более 50 тыс. т углеводородов, более 70 тыс. т оксидов азота и более 2 тыс. т твердых частиц.

В США внимание к дизелю и дизельному топливу, с точки зрения их экологичности, все больше и в первую очередь в отношении большегрузных грузовых автомобилей (с массой более 3900 кг и фронтальной площадью свыше 4,2 м²) и автобусов. Агентство по охране окружающей среды (ЕРА) постоянно ужесточает требования по выбросам вредных веществ в атмосферу (табл. 10.6).

Улучшению экологической обстановки в мире будут способствовать меры по энергосбережению, которые уже дали результа-

Таблица 10.6

Нормы ЕРА для вредных выбросов мощных дизелей, г/л.с.·ч

Год	NO _x	HC	CO	Частицы
1988 (для всех видов автомобилей)	10,7	1,3	15,5	0,60
1990 (для всех видов автомобилей)	6,0	1,3	15,5	0,60
1991 (для грузовых автомобилей)	5,0	1,3	15,5	0,25
1991 (для городских автобусов)	5,0	1,3	15,5	0,10
1994 (для грузовых автомобилей)	5,0	1,3	15,5	0,10

Потребление топлива легковым автомобилем

Год	1979	1983	1986	1990	1995	2000
Расход топлива, л/100 км	16,3	13,7	12,9	10,8	9,8	9,2

ты в промышленности и на транспорте. В табл. 10.7 показана динамика потребления топлива американскими легковыми автомобилями на 100 км пробега.

Рассматривая подвижные источники выброса вредных веществ, необходимо отметить, что возможное снижение негативного влияния автомобильного транспорта на окружающую среду на 70...75 % определяется факторами, находящимися вне системы его эксплуатации. К числу таких факторов относятся: конструкция и эксплуатационные характеристики автомобиля и топлива, характеристики дорожной сети, уровень организации дорожного движения и т.д. Среди эксплуатационных факторов, определяющих уровень выбросов вредных веществ в окружающую среду, в первую очередь следует отметить качество технического обслуживания и ремонта автомобилей, организацию перевозок, структуру парка, подготовку персонала и т.д.

Содержание выбросов различных автотранспортных средств

Загрязняющее вещество	Легковой автомобиль	Грузовой автомобиль	Автобус	Всего
Фактические выбросы, тыс. т/год				
Оксид углерода	390,9	356,0	75,4	822,3
Углеводороды	46,0	78,3	17,3	141,6
Оксиды азота	24,0	20,5	6,3	50,8
Сажа	—	1,6	0,9	2,5
Общий выброс	460,9	456,4	99,9	1014,9
Выбросы технически исправных АТС, тыс. т/год				
Оксид углерода	188,2	157,8	33,7	379,7
Углеводороды	21,9	34,8	7,7	64,4
Оксиды азота	27,1	24,3	6,1	58,5
Сажа	—	0,7	0,4	1,1
Общий выброс	237,2	217,6	47,9	503,7

Основная причина загрязнения воздуха заключается в неполном и неравномерном сгорании топлива. В отработавших газах двигателя внутреннего сгорания содержится свыше 170 вредных компонентов, из них около 160 — производные углеводородов, прямо обязанные своим появлением неполному сгоранию топлива в двигателе. Наличие в отработавших газах вредных веществ обусловлено в конечном счете видом и условиями сгорания топлива.

Состав отработавших газов зависит от рода применяемых топлива, присадок и масла, режимов работы двигателя, его технического состояния, условий движения автомобиля и др. Токсичность отработавших газов карбюраторных двигателей определяется главным образом содержанием окиси углерода и окислов азота, а дизельных двигателей — количеством окислов азота и сажи.

В табл. 10.8 для сравнения показано содержание фактических выбросов различных автотранспортных средств (АТС) и выбросов в случае, если бы все эти АТС были технически исправны.

Контрольные вопросы

1. Каковы экологические свойства ТСМ и в чем они заключаются?
2. Как проявляются экологические свойства ТСМ при контакте с человеком и окружающей средой?
3. Какие меры безопасности необходимо соблюдать при работе с горючесмазочными материалами?
4. Как воздействуют ТСМ на природу и человека?
5. Что такое ПДК?
6. Каковы основные направления борьбы с загрязнениями атмосферы?

КОНСТРУКЦИОННО-РЕМОНТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ГЛАВА 11

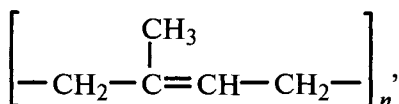
РЕЗИНОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

11.1. Натуральный каучук

Резина — сложный по составу материал, включающий в себя несколько компонентов, основным из которых является каучук. Свойства резины зависят, главным образом, от типа и особенностей каучука, поэтому рассмотрим основные свойства важнейших современных каучуков.

Натуральный каучук (НК) получают из так называемых каучуконосов — растений, преимущественно культивируемых в странах тропического пояса. В основном его добывают из млечного сока (латекса) каучуконосного дерева — бразильской гевеи.

Структурная формула натурального каучука имеет следующий вид:



где n колеблется от нескольких сотен до трех тысяч.

Из приведенной формулы видно, что натуральный каучук принадлежит к линейным высокополимерам с молекулой, построенной из многократно повторяющейся изопентановой группировки атомов. Он представляет собой высокомолекулярный ненасыщенный углеводород, имеющий большое число регулярно чередующихся двойных валентных связей между углеродными атомами.

Натуральный каучук не растворяется в воде, но растворяется в нефтепродуктах. На этом свойстве основано изготовление резиновых клеев. Большая степень насыщенности молекулы НК обуславливает довольно высокую способность его к химическим превращениям. В частности, по месту разрыва валентной связи между третичным и четвертичным атомами углерода могут присоединяться сера (процесс вулканизации), кислород (старение резины) и т.д.

Как и большинство известных линейных полимеров, натуральный каучук принадлежит к числу *типичных термопластов*.

11.2. Синтетические каучуки

По климатическим условиям в нашей стране не может произрастать гевея, а другие каучуконосы до сих пор не имеют промышленного значения. Поэтому основным сырьем для отечественной резиновой промышленности служат различные *синтетические каучуки* (СК).

К весьма перспективным универсальным СК относятся бутилкаучук — сополимер изобутилена с изопреном. Это один из лучших материалов для изготовления автомобильных камер, обладающий высокой газонепроницаемостью.

В современном ассортименте СК насчитывается около 200 наименований, причем многие из них по ряду свойств значительно превосходят НК. Особо необходимо отметить каучуки специального назначения, в первую очередь, сополимер бутадиена с нитрилом акриловой кислоты, выпускаемый под маркой СКН (нитрильный).

Взаимодействие нитрильных групп CN обуславливает наличие сильных межмолекулярных связей, поэтому СКН обладает по сравнению с СК общего значения повышенной прочностью, значительно большей стойкостью к действию нефтепродуктов, но одновременно и пониженной эластичностью. Чем больше в СКН нитрильных групп, тем выше его бензо- и маслостойкость, но одновременно и выше температура, при которой появляется хрупкость, т. е. такие каучуки менее морозостойчивы. Это важно учитывать при использовании деталей из малостойкой резины в зимний период.

11.3. Вулканизирующие вещества

В чистом виде натуральные и синтетические каучуки находят ограниченное применение (изготовление клеев, изолировочной ленты, медицинского пластыря, уплотнительных прокладок), так как обладают рядом недостатков, в частности, имеют недостаточную прочность. Например, прочность на разрыв разных сортов НК (после обработки на вальцах) колеблется от 1,0 до 1,5 МПа, а у бутадиенового (СКБ) и стереорегулярного каучуков (СКС) она не превышает 0,5 МПа.

Одним из эффективных способов увеличения прочности каучуков является *вулканизация* — химическое связывание молекул каучука с атомами серы. В результате вулканизации, например НК, которая наиболее эффективно проходит при температуре 140... 150 °С, получается вулканизированный каучук (вулканизат) с прочностью на разрыв около 25 МПа.

В состав резины вводят такое количество серы, которое обуславливает получение изделия с возможно большей прочностью.

Например, в резинах, идущих для изготовления автомобильных камер и покрышек, ее содержится 1...3% от доли имеющихся в них каучуков. С ростом концентрации серы увеличивается прочность резины, но одновременно уменьшается ее эластичность. В предельном случае, т.е. когда с каучуком соединяется максимально возможное количество серы (около 50%), получают очень прочный (предел прочности при растяжении 52...54 МПа) и совершенно неэластичный (твердый) химически инертный материал — *эбонит*. Из эбонита изготавливают детали электротехнического назначения и в том числе аккумуляторные банки.

11.4. Ускорители и наполнители резины

Кроме каучука и серы в состав резины входят и другие компоненты (ингредиенты). Рассмотрим наиболее значимые из них.

Для ускорения процесса вулканизации в состав любой смеси каучука с вулканизирующим веществом добавляются ускорители (тиурам, каптакс и др.), а для повышения прочности вулканизатов — активные наполнители (усилители).

Самым массовым усилителем является сажа — порошкообразный углерод с размерами частиц от 0,03 до 0,25 мкм. Сажа, как и другие усилители, вводится в современные резиновые материалы в значительных количествах — от 20 до 70% по отношению к содержащемуся в них каучуку.

Усилители обладают колоссальной эффективностью в составе СКБ, СКС и СКН, прочность которых при использовании наполнителей увеличивается в 10...12 раз и достигает при испытании на разрыв 10...30 МПа. Только благодаря саже, мировое производство которой составляет около 8 млн т, стал возможным достигнутый уровень выпуска универсальных каучуков типа СКС и др.

Кроме того, в состав резины в небольших количествах можно вводить красители, пластификаторы (для облегчения формования), антиокислители (для замедления процессов старения), парообразователи (при изготовлении пористых губчатых резин) и т.д.

Не подвергавшаяся вулканизации механическая смесь каучука, серы, наполнителей и других ингредиентов (общее число которых может достигать 15) называется *сырой резиной*, или *резиновой смесью*.

Из резиновой смеси изготавливают различными способами всевозможные изделия, заключительной отделочной операцией для которых является вулканизация, после чего они становятся пригодными к использованию. Сырая резина после вулканизации называется просто резиной.

Растворы сырой клеевой резины в бензине относятся к вулканизирующимся клеям, т.е. клеевое соединение деталей, получа-

емое с помощью таких клеев, должно обязательно подвергаться вулканизации. Образующиеся при этом внутри клеевой прослойки, а также между ней и склеиваемыми деталями серные мостики создают прочное соединение деталей.

Из специальных клеев можно назвать два образца: № 61 и № 88Н. Первый получают, растворяя резиновую смесь № 61 в бензине марки «Галоша», второй представляет собой раствор в смеси этилцетата с бензином сырой резины № 31Н, к которой добавлена бутилфенолформальдегидная смола.

Оба клея предназначены в основном для прикрепления резины к металлам, причем сушка их производится при комнатной температуре.

Кроме клеев, при ремонте автомобилей применяют специальные сорта сырой резины, основными из которых являются прослоечная протекторная и камерная. Резина обоих сортов предназначена для ремонта пневматических шин методом горячей вулканизации.

11.5. Армирование резиновых изделий

Армированными резиновыми изделиями для автомобилей являются резинотканевые шланги, приводные ремни и т. д. Автомобильные покрышки — это наиболее ответственные и дорогие армированные изделия, для изготовления которых используются специальные ткани — корд, чефер и др.

Корд состоит из прочных нитей основы и слабых, редко расположенных нитей утка. Его вырабатывают из искусственных (вискозных) и синтетических (капроновых, лавсановых) волокон, стекловолокна и стальной проволоки. Из корда образуется главный силовой элемент покрышки — ее каркас.

Чефер представляет собой техническую (грубую) ткань из одних и тех же нитей с одинаковым строением основы и утка. Он служит для обеспечения менее важных функций (отделки бортов покрышки), поэтому изготавливается преимущественно из хлопчатобумажной пряжи.

11.6. Физико-механические свойства резины

Предел прочности при растяжении, относительное и остаточное удлинения резины

Механические свойства вулканизированной резины характеризуются рядом показателей, важнейшие из которых определяют при испытаниях ее на растяжение и сжатие, для чего в соответствии с

ГОСТ 270—75 используют те же методы и такого же типа машины, какие применяются для оценки прочности металлов.

Пределом прочности при растяжении (разрывной прочностью) называется напряжение, возникающее в резине к моменту разрыва образца. Численно предел прочности δ_z равен частному от деления максимальной нагрузки P , зафиксированной при разрушении образца, на площадь его поперечного сечения, измеренную до начала растяжения.

Относительным удлинением при разрыве ϵ_z называется выраженное в процентах отношение прироста длины образца резины в момент разрыва к его первоначальной длине.

Остаточным удлинением при разрыве θ_z называется выраженное в процентах отношение прироста длины разорванного образца к его первоначальной длине.

Некоторые стандартные параметры для трех типов резины, употребляющейся при ремонте важнейших деталей автомобилей, приведены в табл. 11.1.

Таблица 11.1

**Основные показатели механических свойств резины
для ремонта автомобильных шин**

Тип резины	Предел прочности при разрыве, МПа, не менее	Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	Остаточное удлинение при разрыве, %, не более	Твердость по Шору
Резина для протектора	14	450	—	55...65
Резина для камеры	9	550	40	—
Прослоечная резина	20	500...850	40	Не менее 45

Совокупность относительного и остаточного удлинений характеризует *эластичность* резинового материала. Чем больше разность между этими показателями, тем лучше эластичность материала, которая должна соответствовать назначению детали.

При деформации сжатия разрушение образца из различных сортов монолитных (беспористых) резин наступает примерно при двукратном уменьшении его размера в направлении сжимающей нагрузки, или, иначе говоря, при относительном сжатии порядка 50 %.

Чрезвычайно важные эксплуатационные выводы вытекают из анализа способности резины обеспечивать *остаточные деформации*. В вулканизатах всех каучуков (кроме эбонита) происходит явление, внешне сходное с ползучестью металлов при повышенных температурах или с хладотекучестью термопластов. Сущность этого явления состоит в том, что в резине, находящейся в напряжен-

ном состоянии, возникают и накапливаются необратимые деформации. Чем длиннее срок пребывания в таком состоянии и выше действующая нагрузка, тем больше будут остаточные деформации, которые, как видно из табл. 11.1, достигают при разрушающих напряжениях нескольких десятков процентов. Поэтому сильно деформированные резиновые детали с течением времени безвозвратно изменяют свою форму и размеры, что особенно заметно на тонкостенных изделиях, листовых материалах и т. д. Например, длительно хранящиеся навалом чисто резиновые и даже армированные шланги приобретают сплюснутую форму, а резкие перегибы, допускаемые при складывании прорезиненной ткани, очень быстро и настолько устойчиво на ней фиксируются, что устранить их в последующем невозможно.

На основании изложенного можно сделать следующий вывод: чтобы обеспечить на возможно больший срок высокую работоспособность резиновых деталей, необходимо при их хранении, а также при эксплуатации автомобилей создавать такие условия, при которых бы возникающие в этих деталях напряжения и деформации были возможно меньшими. Такие условия сравнительно легко обеспечить при складском хранении и несколько труднее для эксплуатирующихся автомобилей.

Например, такие дорогие и ответственные по выполняемым функциям изделия, как автомобильные покрышки, не допускается хранить плашмя положенными друг на друга. Их хранят только на специальных стеллажах поставленными вертикально в один ряд по высоте и к тому же при периодической (через 2...3 мес.) смене места контакта протектора со стеллажом для сохранения профиля и размеров.

Для лучшей сохранности эксплуатирующихся покрышек не рекомендуется стоянка на шинах ненагруженных автомобилей более десяти суток, а с полной нагрузкой — более двух суток. При больших сроках бездействия автомобиль целесообразно ставить на под-

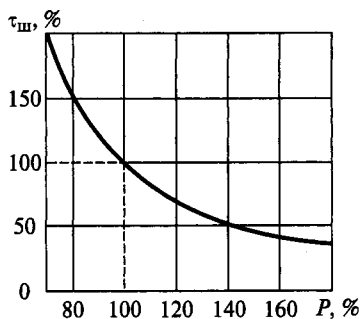


Рис. 11.1. Влияние нагрузки P (в % от максимально допустимой) на срок службы шины $\tau_{ш}$

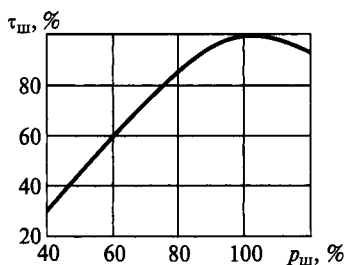


Рис. 11.2. Влияние давления воздуха в шине $p_{ш}$ (в % от нормального) на ее срок службы $\tau_{ш}$

ставки, обеспечивающие полное разобщение шин с полом или грунтом.

Правилами технической эксплуатации шин предписывается не допускать их перегрузки и поддерживать в них нормальное давление (не снижая давление в тех случаях, когда оно становится выше нормы за счет нагрева шин). Оба требования продиктованы не только заботой о сохранении формы и размеров шин, но и стремлением не снизить их долговечность (рис. 11.1, 11.2), предотвратить чрезмерное тепловыделение в них (см. рис. 11.6 и 11.7) и перерасход топлива.

Твердость резины

В технических условиях на резину, как и на другие материалы (металлы, минералы, пластмассы и т. д.), указывается ее твердость.

Твердостью называется способность материала сопротивляться проникновению в него постороннего твердого тела, вдавливаемого под действием определенной силы.

Наиболее широко для оценки твердости резины применяется твердомер ТМ-2 (рис. 11.3), мерой твердости по которому служит глубина погружения притупленной в форме усеченного конуса иглы 4, выраженная в условных делениях шкалы прибора.

При испытании твердомер ТМ-2 надо прижимать к изделию с минимальным усилием, но достаточным для того, чтобы обе его нижние площадки 2 и 3 плотно (без просветов) прилегали к поверхности резины 1. При этом следует иметь в виду, что толщина образца h , к которому прижимается твердомер, должна быть не менее 6 мм.

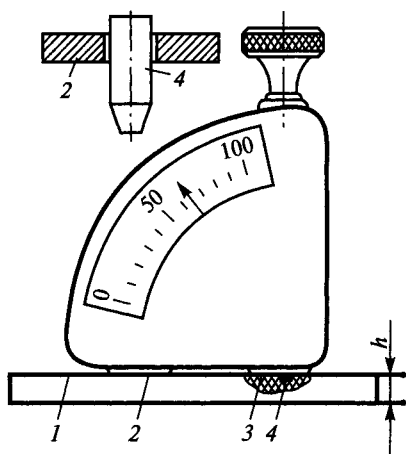


Рис. 11.3. Измерение твердости резины с помощью твердомера ТМ-2 (Шора):

1 — резина; 2, 3 — нижние площадки прибора; 4 — игла

С целью облегчения формования изделий из сырой резины ей придают путем специальной обработки — *пластикации каучука* — необходимую пластичность. При измерении твердости такой резины игла твердомера непрерывно погружается в испытуемый образец, в результате чего показание прибора убывает и через несколько минут становится близким к нулю. Из-за повышенной пластичности сырой резины игла оставляет на образце не исчезающую со временем лунку. В процес-

се вулканизации пластичность резины убывает и на конечном этапе практически полностью исчезает, а твердость и эластичность, непрерывно возрастающие по мере вступления в реакцию новых порций серы, достигают в готовом вулканизате определенных значений.

На изменении пластичности основан один из методов контроля степени вулканизации, как целых деталей, так и отдельных их участков, ремонтируемых с помощью сырой резины. Стабильное, укладываемое в рамки технических требований показание твердомера, сочетающееся с тем, что его игла не оставляет заметного следа на вулканизате, свидетельствует о правильности выбранного режима вулканизации.

Чрезмерно высокая твердость полученного материала, выходящая за допустимые пределы, при полной уверенности в правильности выбора сорта сырой резины говорит о его *перевулканизации*.

Стойкость к истиранию и коэффициент трения резины

Оценка *износостойкости* (сопротивления истиранию) и стремление к ее повышению преимущественно касается резины, идущей на изготовление деталей, которые по условиям работы перемещаются путем скольжения или качения относительно других предметов и при этом подвергаются износу. Из резиновых изделий для автомобилей к этой категории, в первую очередь, относятся пневматические шины, которым приходится работать в исключительно тяжелых условиях, сочетающих в себе восприятие высоких ударных нагрузок в очень широком диапазоне температур, царапающее и абразивное воздействие полотна дороги и грунта, неблагоприятное влияние влаги, солнца, кислорода и т.д.

Экспериментальное определение износостойкости резин производится в соответствии с ГОСТ 426—77 на специальной установке, которая позволяет при нормированных условиях подвергать истиранию образец резины, прижимаемый к наждачной шкурке с давлением 32,5 кПа. Показатель износостойкости, называемый *удельным показателем истирания*, определяется потерей объема испытуемого образца, вычисленной по отношению к единице работы, затраченной на истирание. Для резин, идущих на изготовление протекторов автомобильных покрышек для легковых автомобилей, этот показатель должен составлять не более 0,08 мм³/Дж, а для грузовых — не более 0,14 мм³/Дж.

Каждый водитель, а тем более техник-эксплуатационник, обязан иметь четкое представление о *коэффициенте трения резины* по некоторым материалам. Этим коэффициентом определяются тормозные возможности автомобиля и проходимость его по дорогам с разным покрытием. В зависимости от вида и состояния покрытия поверхностей коэффициент трения при скольжении резины по ним колеблется в пределах от 0,1 до 0,8.

Хорошее сцепление шин с асфальтобетонным покрытием обеспечивается высоким коэффициентом трения между протектором и сухим асфальтобетоном (0,6...0,8). Но достаточно пройти небольшому дождю, и сила трения между протектором и мокрым асфальтобетонным покрытием становится почти в два раза меньше. Еще больше уменьшается сцепление шин с асфальтобетонным покрытием из-за жидкой грязи, заносимой с обочин или образующейся от пыли и глины в дождливую погоду. Однако наименьший коэффициент трения (0,1) соответствует движению автомобиля по обледеневшей дороге.

Следует учитывать, что вождение автомобиля по мокрой дороге и в условиях гололеда связано с большим напряжением водителя.

11.7. Изменение свойств резины в зависимости от температуры

С изменением температуры очень сильно изменяются свойства резины, причем работоспособность деталей из нее по разным причинам уменьшается как при нагревании, так и при охлаждении.

Как следует из рис. 11.4, с понижением температуры резины предел прочности растет, а эластичность падает и при -80°C она становится практически равной нулю.

Отметим, что прочность резины, увеличивающаяся с понижением температуры в первом приближении по линейному закону (рис. 11.4), достигает при -80°C примерно такого же значения, какое при комнатной температуре имеет совершенно лишенный эластичности вулканизат — эбонит.

Таким образом, основным неблагоприятным следствием понижения температуры является уменьшение эластичности резины, которая по мере охлаждения приближается по хрупкости к эбониту. Уже при -4°C наиболее распространенные сорта резины не способны обратимо деформироваться в необходимых пределах, и только вулканизаты на базе специальных морозостойких каучуков сохраняют требующуюся эластичность при температуре -50°C и ниже. Из чего следует, что резиновые изделия в зимнее время требуют к себе пристального внимания и осторожного обращения.

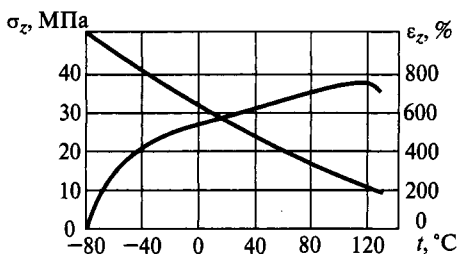


Рис. 11.4. Зависимости предела прочности на растяжение σ_z и относительного удлинения ϵ_z резины из натурального каучука от температуры

Все работы, связанные с монтажом или демонтажем резиновых деталей в зимнее время, надо проводить, предварительно прогрев их до комнатной температуры. Особенно важно прогревать пневматические шины, сильно охладившиеся при длительной стоянке или продолжительной остановке автомобилей на морозе. Такое нагревание происходит само по себе в процессе движения автомобиля за счет превращения в тепло энергии непрерывного деформирования перекатывающихся шин. Однако первое время после трогания с места холодные шины имеют недостаточную эластичность и вследствие этого легко могут быть повреждены в результате больших динамических нагрузок. Поэтому сначала машина должна двигаться с небольшой скоростью по наиболее ровным участкам местности или дороги, избегать крутых поворотов, резкого торможения и т. д.

В высшей степени осторожное обращение при зимней эксплуатации автомобилей требуется с деталями, изготовленными из бензо- и маслостойкой резины. По сравнению с обычной резиной она обладает пониженной морозостойкостью, и поэтому уже при -20°C изделия из нее становятся хрупкими.

С повышением температуры до $110 \dots 120^{\circ}\text{C}$ относительное удлинение резины увеличивается, а при дальнейшем нагревании, как видно из рис. 11.4, начинает уменьшаться. Переход от роста относительного удлинения к его спаду объясняется наступающим при этих температурах частичным разрывом серных мостиков между макромолекулами каучука, сопровождающимся одновременным резким снижением его эластичности и повышением пластичности.

Другие важные в эксплуатационном отношении свойства резины с повышением температуры изменяются только в худшую сторону: прочность, износостойкость и твердость уменьшаются, а остаточное удлинение и способность к необратимым деформациям увеличиваются. Так, нагреванию резины с 20 до 100°C соответствует двухкратное и даже трехкратное снижение предела прочности на разрыв. Еще в большей степени уменьшаются в этом случае износостойкость и твердость резины. В результате при повышенной температуре пробег автомобильных шин уменьшается (рис. 11.5).

Кроме того, вследствие сильного понижения твердости и прочности резины с повышением температуры увеличивается возможность появления надрезов и вырывов целых кусков протекторов покрышек при наезде автомобилей на всякого рода неровности и препятствия.

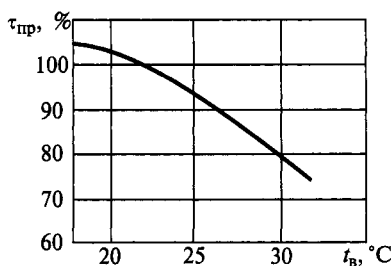


Рис. 11.5. Зависимость пробега шин $\tau_{пр}$ от температуры воздуха $t_{в}$

Итак, все резиновые детали и в особенности те, которые деформируются в процессе работы, нужно в некоторых случаях зимой подогреть, а летом охладить, а также принимать меры по уменьшению их нагрева. В автомобильных шинах надо поддерживать нормальное давление и не перегружать их. Несоблюдение этих элементарных правил эксплуатации шин ведет к чрезмерному тепловыделению в них со всеми вытекающими отсюда вредными последствиями (рис. 11.6, 11.7).

В жару летом возможно значительное нагревание и нормально накачанных неперегруженных шин. В этом случае рекомендуется для их охлаждения периодически делать в пути остановки, а иног-

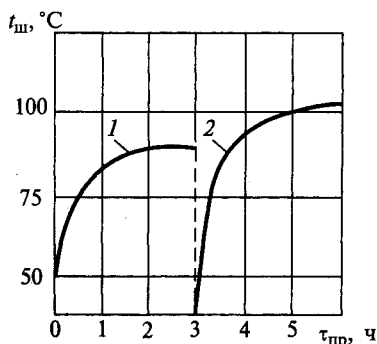


Рис. 11.6. Зависимость температуры воздуха в шине $t_{ш}$ от времени пробега $\tau_{пр}$:

1 — при нормальном давлении; 2 — при давлении, пониженном по сравнению с нормой на 30 %



Рис. 11.7. Зависимость температуры деталей шины $t_{ш}$ от времени пробега $\tau_{пр}$ при различных нагрузках:

1 — в камере; 2 — в плечевой части шины

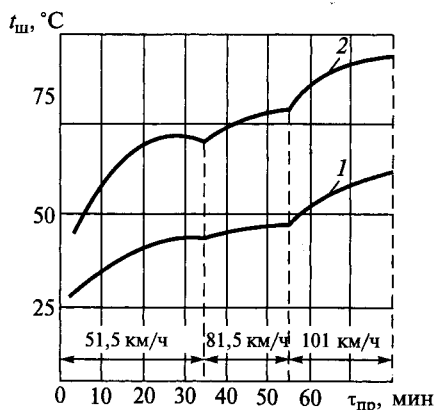


Рис. 11.8. Зависимость температуры деталей шины $t_{ш}$ от времени пробега $\tau_{пр}$ при различных скоростях:

1 — в середине беговой дорожки; 2 — в боковой части

да, чтобы не довести до аварийного состояния покрышку вследствие перегрева, — идти на снижение скорости движения, от которой сильно зависит тепловой режим шин (рис. 11.8).

11.8. Изменение свойств резины в процессе старения

Каучуки и их вулканизаты, как всякие ненасыщенные соединения, способны к различного рода химическим превращениям. Важнейшей реакцией, которая непрерывно происходит при хранении и эксплуатации резиновых изделий, является окисление резины, ведущее к изменению ее химических, физических и механических свойств. Только эбонит, превращающийся в полностью насыщенное соединение за счет присоединения к макромолекулам каучука предельно возможного количества серы, представляет собой химически инертный материал. Совокупность всех изменений, происходящих в резине в процессе длительного окисления, принято называть ее *старением*.

Старение принадлежит к категории сложных многостадийных превращений, на определенных этапах которого значительно уменьшаются эластичность, износостойкость и в некоторой степени прочность резины. Иначе говоря, с течением времени работоспособность резиновых изделий, а следовательно, и надежность работы автомобилей снижаются. К разряду наиболее неблагоприятных изменений резины, возникающих вследствие старения, относится необратимое снижение ее эластичности. В результате повышенная хрупкость резины, в первую очередь ее поверхностных слоев, обуславливает появление в деформируемых деталях трещин, постепенно углубляющихся и в конце концов приводящих к разрушению изделия.

Последствия старения резины аналогичны последствиям от понижения температуры, с той лишь разницей, что последние по своему характеру являются временными и частично или полностью устранимыми с помощью нагревания, тогда как первые никакими способами нельзя ослабить и тем более устранить.

Борьба со старением ведется различными методами. Очень эффективной является добавка *противостарителей* (ингибиторов), 1...2 % которых по отношению к содержащемуся в резине каучуку замедляют процесс окисления в сотни и тысячи раз. С той же целью некоторые резиновые изделия выпускаются с заводов в герметичной упаковке (в полиэтиленовых чехлах).

Однако технологических средств оказывается недостаточно, поэтому дополнительно приходится применять ряд эксплуатационных мер. С повышением температуры старение усиливается, при-

чем от нагревания на каждые 10 °С скорость старения возрастает в два раза. Замечено также, что окисление резины интенсивнее на тех участках, которые испытывают большее напряжение. Следовательно, необходимо содержать резиновые изделия по возможности в недеформированном состоянии.

11.9. Колеса и шины

Автомобильные колеса различают по их назначению, типу применяемых шин, конструкции и технологии изготовления.

Основные параметры колес некоторых автомобилей отечественного производства приведены в табл. 11.2.

Пневматические шины легковых автомобилей подразделяются по способу герметизации внутреннего объема, расположению нитей корда в каркасе, отношению высоты к ширине профиля, типу протектора и ряду других специфических особенностей, вызванных их назначением и условиями эксплуатации.

По способу герметизации внутреннего объема различают *камерные* и *бескамерные* шины.

Камерные шины состоят из покрышки, камеры с вентилем и ободной ленты, надеваемой на обод. Размер камеры всегда несколько меньше внутренней полости покрышки во избежание образования складок в накаченном состоянии. Вентиль представляет собой обратный клапан, позволяющий нагнетать воздух в шину и препятствующий выходу наружу. Ободная лента предохраняет камеру от повреждений и трения о колесо и борт покрышки.

Таблица 11.2

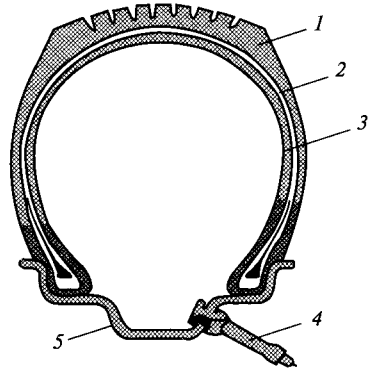
Основные параметры колес некоторых отечественных легковых автомобилей

Показатель	Москвич-2140	АЗЛК-2141	ВАЗ «Жигули»	ВАЗ «Самара»	ВАЗ «Нива»	ГАЗ-31029
Размер колеса*	5J-13	5J-14	4 ¹ / ₂ J-13	5J-13	6J-16	6J-14
Вылет, мм	30	45	29	38	17	—
Диаметр расположения крепежных болтов, мм	115	108	98	98	139,7	139,7
Диаметр отверстия под ступицу, мм	74	60	58,1	58,1	108	90

* В размере колеса первая цифра — ширина обода, буква J — форма профиля обода, а число после дефиса — монтажный диаметр колеса.

Рис. 11.9. Бескамерная шина автомобиля:

1 — протектор; 2 — герметизирующий воздухонепроницаемый резиновый слой; 3 — каркас; 4 — вентиль; 5 — глубокий обод



Бескамерные шины (рис. 11.9) отличаются наличием воздухонепроницаемого резинового слоя, наложенного на первый слой каркаса (вместо камеры), и имеют следующие преимущества (по сравнению с камерными):

меньшую массу и лучший теплообмен с колесами;

повышенную безопасность при движении машины, так как при проколе воздух выходит только в месте прокола (при мелком проколе достаточно медленно);

упрощенный ремонт в случае прокола (нет необходимости в демонтаже).

В то же время монтаж и демонтаж бескамерных шин усложненные и требуют большей квалификации, и зачастую возможны только на специальном шиномонтажном станке.

Бескамерные шины применяются для колес с ободами специального профиля и повышенной точности изготовления.

Камерные и бескамерные шины по расположению нитей корда в каркасе покрышки могут быть как диагональной, так и радиальной конструкции.

Маркировка шин

Диагональные и радиальные шины различаются не только конструкцией, но и маркировкой.

Например, в обозначении диагональной шины 6,15-13/155-13:

6,15 — условная ширина профиля шины (B) в дюймах;

13 — посадочный диаметр (d) шины (и колеса) в дюймах;

155 — условная ширина профиля шины в мм.

Вместо последнего числа 13 может быть указан посадочный диаметр в мм (330).

Радиальные шины имеют единое смешанное миллиметрово-дюймовое обозначение. Например, в маркировке 165/70R13 78S Steel Radial Tubeless:

165 — условная ширина профиля шины (B) в мм;

70 — отношение высоты профиля шины (H) к ее ширине (B) в процентах;

R — радиальная;

13 — посадочный диаметр в дюймах;

78 — условный индекс грузоподъемности шины;

S — скоростной индекс шины (максимально допустимая скорость движения автомобиля) в км/ч.

Для повседневной езды по российским дорогам целесообразно ограничиться отношением H/B не ниже 0,65, причем это касается довольно больших шин, т.е. шин для автомобилей типа ГАЗ-3110 «Волга». На моделях ВАЗ лучше не применять шины с H/B ниже 0,70, а на автомобиле ВАЗ-111 «Ока» и вовсе нецелесообразна установка каких-либо иных шин кроме заводских размером 135R12.

Современные скоростные сверхнизкопрофильные шины с $H/B = 0,30 \dots 0,60$ пригодны для работы только на гладких шоссежных дорогах с хорошим качеством покрытия, которых в нашей стране практически нет.


Каждый российский изготовитель шин имеет свой фирменный знак или же, как например Московский шинный завод, знак модели «ТАГАНКА».

Маркировка шины включает в себя букву (или буквы), кодирующие предприятие-изготовитель (например, К — Кировский шинный завод; Я — Ярославский шинный завод и др.) и цифры (цифру) внутривзаводского индекса этой шины.

На боковине шины ставится ее серийный номер и кодируется другая, достаточно полезная (в случае выставления рекламации) информация (табл. 11.3).

Таблица 11.3

Товарные знаки шинных заводов СНГ

Индекс в заводском номере шины	Товарный знак	Завод-изготовитель
Б		Бакинский шинный завод (Азербайджан)
Бр		Барнаульский шинный завод (Россия)
Бел		ПО «Бобруйскшина» (Беларусь)

Индекс в заводском номере шины	Товарный знак	Завод-изготовитель
Бц		Белоцерковское ПО шин и резиноасбестовых изделий (Украина)
Вл		Волжский шинный завод (Россия)
В		Воронежский шинный завод (Россия)
Д		ПО «Днепршина» (Украина)
Е		Ереванский шинный завод (Армения)
К		Кировский шинный завод (Россия)
Кя		Красноярский шинный завод (Россия)
Л		ПО «Красный треугольник» (Санкт-Петербург)
М		Московский шинный завод
Нк		ПО «Нижнекамскшина» (Россия)

Индекс в заводском номере шины	Товарный знак	Завод-изготовитель
О		ПО «Омкшина» (Россия)
Оп		Опытный шинный завод НИИШПА (Москва)
С	  *	Свердловский шинный завод (Россия)
Ч		ПО «Чимкентшина» (Россия)
Я		Ярославский шинный завод (Ярославль)

* Старый товарный знак.

Особенности шин различного назначения

Современные шины для легковых автомобилей в зависимости от назначения подразделяются на три основные группы: дорожные, универсальные и зимние. Шины различаются качеством резиновых смесей и рисунком протектора.

Дорожные летние шины наиболее распространенные. Для них характерны:

четко выраженные продольные канавки для отвода воды из пятна контакта;

слабо выраженные поперечные канавки;

отсутствие микрорисунка.

Дорожные всесезонные шины разрабатывались с целью приблизить показатели дорожных шин к характеристикам зимних, не ухудшая их основных летних качеств.

Современные всесезонные шины для легковых автомобилей в той или иной степени отвечают этой цели, но, конечно, каждая по-своему. Ибо совместить необходимые эксплуатационные качества зимней и летней резин чрезвычайно сложно.

Универсальные шины (отечественная терминология) предназначены для работы на дорогах любого качества и отличаются от дорожных прежде всего более глубоким и разветвленным рисунком протектора.

Зимние шины предназначены для работы на очищенных от рыхлого снега дорогах, состояние и сцепные качества покрытия которых в зависимости от ситуации оцениваются от минимальных (гладкий лед или «снеговая каша» из снега и воды) до небольших (укатанный снег на морозе).

Эксплуатация и уход за шинами

Водитель прежде всего должен соблюдать требования по эксплуатации шин, изложенные в «Перечне неисправностей и условий, при которых запрещается эксплуатация транспортных средств» и «Правилах дорожного движения», а также рекомендации руководства по эксплуатации своего автомобиля. Специфические требования изложены в «Правилах эксплуатации автомобильных шин».

Необходимо ежедневно осматривать шины и удалять из протектора застрявшие предметы, следить за техническим состоянием подвески, сохранностью балансировочных грузиков на колесах и, конечно, периодически проверять внутреннее давление в шинах.

Известно, что снижение на 20 % внутреннего давления в шине снижает ее общий пробег на 30 %.

В целях равномерного износа шин всех колес целесообразна их периодическая перестановка в соответствии с рекомендациями инструкции по эксплуатации автомобиля. Впрочем, многие считают, что длительная работа шин без перестановки позволяет обнаружить причины ненормального их износа и вовремя произвести регулировку геометрии установки колес либо устранить появившуюся неисправность.

Если вы случайно окажетесь на заброшенной дороге, то, прежде чем пытаться развернуть автомобиль, не поленитесь выйти из машины и осмотреть место, на котором предстоит маневрировать. Ночью очень полезным подспорьем окажется электрический фонарик. Максимальная же осторожность требуется зимой, потому что неизвестно, что под снегом — и только вам решать, разгрести снег или положиться на «авось».

Шину может проткнуть простой шип от какого-нибудь южного растения. Если под южными звездами вы ищете убежище для своего автомобиля в лесополосе, будьте начеку! Некоторые колючки не уступают по прочности гвоздям и поражают своими размерами.

Стекло для шины часто страшней гвоздя, особенно в дождливую погоду, и оно может входить в резину, как в масло, потому что силы мокрого трения невелики. Так что россыпи «хрусталя» на дороге лучше объезжать.

Мелкие камешки и гравий менее опасны, поскольку уступают стеклу в остроте кромок. После каждой поездки, осматривая шины, удаляйте из них застрявшие гвозди, камешки, стеклышки. Очень часто шина прокалывается не сразу, а постепенно, по мере углубления в нее гвоздя.

Часто трудно заставить себя подкачать колесо, хотя известно, что езда на недокаченных шинах ухудшает динамические показатели машины, нарушает ее устойчивость, управляемость, увеличивает расход топлива. Наконец, сами шины быстрее изнашиваются: протектор истирается, каркас корда внутри (незаметно для глаз) ветшает.

Никогда не стоит наезжать даже на кажущиеся вполне безобидными предметы на дороге, так как под ними может быть, например, камень.

И совсем уж непростительно наезжать на открыто лежащие на дороге предметы — кирпичи, камни, бревна. В первую очередь от этого страдают, конечно, шины, особенно плохо накаченные.

Контрольные вопросы

1. Какие свойства резины обусловили применение ее в технике?
2. Каковы свойства натурального и синтетических каучуков?
3. Какие компоненты входят в состав резины?
4. Как подразделяются и маркируются шины?

ГЛАВА 12

ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

12.1. Ремонтное окрашивание легковых автомобилей

Срок службы легковых автомобилей в значительной степени определяется коррозионной стойкостью их кузовов, которые зачастую приходят в негодность быстрее, чем двигатель и другие агрегаты. Особенно неблагоприятное воздействие на кузова автомобилей оказывает соль, которой посыпают дороги, в совокупности с механическими воздействиями мелких камней, песка и вибрации.

После трех лет эксплуатации на кузовах легковых автомобилей обычно возникает 130...150 очагов коррозии общей площадью 150...230 см².

Характерно, что свыше 65 % очагов коррозии представляют собой такие ее виды, которые в процессе эксплуатации не удастся полностью остановить. По данным польских исследователей, если

коррозию автомобиля за первые три года эксплуатации условно принять за 1, то на четвертый год эксплуатации она составит 1,38, на шестой — 1,5, на восьмой — 1,75.

Практика эксплуатации автомобилей показывает, что наиболее эффективным методом защиты от коррозии является окрашивание поверхностей в сочетании с дополнительной обработкой их защитными противокоррозионными составами.

В большинстве современных автомобилей кузов является несущим, т. е. он несет на себе все основные агрегаты.

Кузов — это основа автомобиля (50 % его стоимости).

Технологический процесс окрашивания кузовов автомобилей должен проводиться по следующей схеме:

обезжиривание препаратом КМ-1 и фосфатирование препаратом КФ-1 либо КФ-12 в агрегате подготовки поверхности;

нанесение первого слоя водоразбавляемой грунтовки методом электроосаждения;

нанесение второго слоя грунтовки, выполняющей роль грунтошпаклевки;

нанесение уплотнительных мастик на швы кузова и противошумной мастики на днище;

мокрое шлифование;

нанесение трех слоев меламиноалкидной эмали способом «мокрой по мокрому»;

сушка в проходных конвекционных печах;

исправление дефектов (рихтовка, шлифование, протирка, сушка, подкрашивание, полирование).

Такая сложная, многостадийная технология позволяет получать очень качественные, надежные и красивые покрытия и в то же время предельно автоматизировать процессы при серийном производстве автомобилей.

Толщина слоев комплексного покрытия при окрашивании на автозаводах должна составлять, мкм:

Электрофорезная грунтовка	20... 25
Вторая грунтовка	30... 45
Эмаль	35... 45
Общая толщина покрытия	85... 115

Процессы подготовки поверхности и окрашивания на автозаводах постоянно совершенствуются. Так, например, с целью улучшения качества фосфатной пленки и, следовательно, защитных свойств покрытий начали применять активатор фосфатирования.

Одновременно с нанесением лакокрасочного покрытия на кузов наносят противошумный и герметизирующие составы, проводят противокоррозионную обработку днища.

Все большее распространение получает процесс внесения в скрытые полости антикоров «Мольвин-МЛ» и НГМ-МЛ.

Используемую для защиты днища битумную мастику БПМ-1 постепенно заменяет поливинилхлоридный пластизол «Диплозоль-11А», покрытие из которого значительно более стойкое.

Задний и передний мосты автомобиля, коробки передач, рычаги передней подвески и детали рулевого управления окрашивают водоразбавляемой грунтовкой ВМЛ-0143 и эмалью МЧ-123 либо эмалью МС-17 черного цвета.

Карданный вал окрашивают грунтовкой ГФ-089 и эмалью МЧ-123 или МС-17, а пружины передней подвески и штанги стабилизаторов — эмалью МС-17. Диски колес автомобилей «Жигули» окрашивают порошковой краской П-ЭП-134 с металлическим блеском.

Однако, несмотря на все усилия автозаводов по противокоррозионной защите автомобилей, через 2...3 года эксплуатации автомобиль начинает ржаветь. Ржавчина появляется на каждом крошечном участке оголенного металла, в порах и микротрещинах покрытий.

Также коррозия скрытно идет под слоем краски и грунтовки. Полностью остановить ее нельзя, но замедлить, так чтобы кузов не разрушился в течение 12...15 лет, можно.

Неблагоприятным фактором, определяющим коррозию автомобиля, является хранение его на открытом воздухе, особенно в осенне-зимний период из-за осадков, соляного тумана и грязи. Агрессивные вещества проникают в стыки, щели и под уплотнения, вызывая гораздо более интенсивную коррозию, чем во время эксплуатации, так как неподвижный автомобиль на воздухе корродирует быстрее и интенсивнее, чем работающий.

По характеру распространения различают *сплошную* и *местную* коррозию. Сплошная коррозия может происходить по всей поверхности кузова, но в основном начинается она на нижней его части, изнутри крыльев, а также в пустотелых конструкциях (дверях, порогах и т.д.).

Внутри салона автомобиля сплошная коррозия обычно начинается под ковриками в углублениях и выемках пола.

12.2. Основные сведения о лакокрасочных материалах и их маркировка

Основные виды лакокрасочных материалов, применяемых для ремонтного окрашивания, — это грунтовки, шпатлевки и эмали.

Грунтовками называют лакокрасочные материалы, наносимые непосредственно на поверхность металла и характеризующиеся хорошей адгезией (сцеплением) как с металлом, так и с последующими слоями шпатлевки и эмали.

Грунтовочные покрытия должны быть устойчивы к действию растворителей, повышенных температур (во время сушки последующих слоев покрытия), не должны размягчаться при нанесении

шпатлевки и эмали. Так как грунтовки содержат большое количество неорганических противокоррозионных пигментов, они не дают блеска и после высыхания образуют матовую поверхность.

На практике часто используют двукратное или смешанное грунтование, при котором сначала наносят слой грунтовки одного типа, а затем на него слой грунтовки другого типа. Общая толщина слоя грунтовки не должна превышать 25...40 мкм.

Шпатлевками называют лакокрасочные материалы, предназначенные для выравнивания поверхности перед нанесением верхних декоративных слоев эмали.

Эмали — это материалы, применяемые для верхнего (наружного) слоя лакокрасочного покрытия и образующие непрозрачные цветные пленки.

На этикетках лакокрасочных материалов обычно пишут «Эмаль», «Лак», «Краска», «Грунтовка» или «Шпатлевка», их цвет, а затем буквенно-цифровое обозначение из 4...6 индексов.

Буквы в обозначении определяют состав пленкообразующего вещества лакокрасочного материала, а цифры — его назначение.

Первая цифра указывает, для работы в каких условиях предназначено покрытие, например: 1 — атмосферостойкое; 4 — водостойкое (в том числе к горячей воде); 5 — специальное (например, светящееся); 6 — маслобензостойкое; 7 — химически стойкое; 8 — термостойкое.

В обозначении грунтовок после буквенного индекса пишут 0, а в обозначении шпатлевок 00.

Иногда после цифрового индекса в обозначении идут буквы, характеризующие цвет или особенности материалов (например, ГС — горячая сушка, ХС — холодная сушка, НГ — негорючая, М — для матовых покрытий).

Примеры обозначений:

Грунтовка ФЛ-03К — грунтовка на основе фенольной смолы, № 3, красная.

Грунтовка ВЛ-02 — грунтовка на основе поливинилбутираля, № 2.

Шпатлевка ЭП-00-10 — шпатлевка эпоксидная, № 10.

Эмаль НЦ-11 — эмаль на основе нитроцеллюлозы для атмосферостойких покрытий, фисташковая.

Лак КО-815 — лак на основе кремнийорганической смолы для термостойких покрытий.

12.3. Фосфатирование

Фосфатирование — процесс химической обработки стальных изделий с целью получения на их поверхности слоя не растворимых в воде фосфорно-кислых соединений.

В зависимости от требуемых свойств в автомобилестроении применяют три вида фосфатных покрытий:

грунтовочные противокоррозионные покрытия, наносимые перед окрашиванием, для улучшения защитных свойств и повышения адгезионной прочности лакокрасочных покрытий;

противокоррозионные покрытия для временной (при хранении) защиты деталей, работающих обычно в контакте с маслом и смазкой или подвергающихся относительно слабому коррозионному воздействию среды (пружины, крепежные изделия и т.д.);

антифрикционные покрытия, снижающие коэффициент трения совместно работающих деталей.

Для фосфатирования используют фосфатирующие растворы, пасты, грунтовки.

Различают несколько видов фосфатирования: обычное (нормальное), ускоренное, холодное и аморфное.

На автозаводах фосфатирование проводят растворами КФ-1 и КФ-12 при температуре 45...50 °С.

Концентрат КФ-1 имеет следующий процентный состав (по массе): окись цинка — 13,7; ортофосфорная кислота (87%-я) — 31,9; азотная кислота (57%-я) — 14,3; вода — 40,1.

При ремонтных работах реально проведение только холодного фосфатирования с использованием паст или растворов, которое отличается повышенным содержанием солей и соответственно более высокой кислотностью.

Для фосфатирования стальных крупногабаритных изделий используют пасты следующего состава, г на 1 л воды:

Ортофосфорная кислота (плотность 1,41)	80...85
Цинковые белила (сухие)	15...17
Натрий азотокислый	1,2
Тальк	1500...3000

12.4. Грунтование

Грунтование — нанесение слоя лакокрасочного материала, непосредственно контактирующего с подложкой.

Целью грунтования является улучшение сцепления основного покрытия с подложкой, а также дополнительное придание покрытию противокоррозионных свойств.

Для грунтования применяют лакокрасочные материалы, называемые грунтовками. По составу они отличаются от эмалей повышенным содержанием пигментов и тем, что пигменты в них применяются преимущественно противокоррозионные.

Основные требования к грунтовкам — хорошая адгезия к металлу и вышележащим слоям покрытия (эмалям и шпатлевкам) и высокие противокоррозионные свойства.

Адгезионная прочность грунтовочных слоев обратно пропорциональна их толщине, поэтому грунтовки наносят тонким слоем, хотя при большей толщине они имели бы гораздо лучшие защитные свойства.

Различают следующие виды грунтовок:

грунтовки с инертными пигментами, которые не взаимодействуют с пленкообразующей основой и не влияют на коррозионный процесс (например, грунтовки ГФ-021, ФЛ-03КК, НЦ-081);

пассивирующие грунтовки, т.е. содержащие пассивирующие пигменты, например хроматы. Это грунтовки Ф-017, ФЛ-03Ж, КФ-030, а также свинцово-суричная грунтовка, часто используемая для защиты днища и крыльев автомобилей. Последнюю готовят непосредственно перед употреблением, смешивая сухой свинцовый сурик с натуральной олифой в соотношении 2:1 по массе, и наносят только кистью. Хранить ее можно при температуре до 10 °С не более 14 сут, при температуре от 11 до 20 °С — не более 7 сут, при более высокой температуре — не более 3 сут;

протекторные грунтовки ПС-1 и ЭП-057, содержащие металлический порошок с более отрицательным потенциалом, чем железо, обеспечивающий катодную защиту. Причем грунтовку ПС-1 готовят непосредственно перед употреблением, смешивая цинковую пыль с 10 %-м раствором полистирола в ксилоле (из расчета 1,5 массовой части цинковой пыли на 1 массовую часть раствора).

Специально для защиты днища и крыльев автомобиля предназначена протекторная «Автогрунтовка цинконаполненная».

Протекторные грунтовки обеспечивают длительную защиту поверхностей в жестких коррозионных условиях и позволяют сваривать грунтованный металл;

фосфатирующие грунтовки, применяемые по стали, цинку, меди, алюминию и его сплавам, магниевым сплавам, олову и другим металлам и представляющие собой двухкомпонентные составы. Основным их компонентом является суспензия пигментов в поливинилбутиральном спиртовом лаке, а вторым — водно-спиртовой раствор ортофосфорной кислоты (кислотный разбавитель).

12.5. Шпатлевание

При использовании шпатлевок необходимо руководствоваться двумя основными правилами.

Во-первых, все шпатлевки (кроме эпоксидных и шпатлевок на основе ненасыщенных полиэфиров) можно наносить только на загрунтованную или окрашенную поверхность. Во-вторых, толщина слоя шпатлевки должна быть минимальной.

Предельная толщина шпатлевочного слоя определяется усадкой материала, %:

Полиэфирные, эпоксидные шпатлевки	0...0,1
Алкидные, пентафталевые	2...4
Нитрошпатлевки	10... 15

Большинство шпатлевок представляют собой густые пастообразные массы, удобные для нанесения шпателем. При этом любая шпатлевка должна удовлетворять следующим требованиям:

иметь минимальную усадку при высыхании;

консистенция ее должна быть такой, чтобы она легко сходила со шпателя, равномерно ложилась на поверхность и хорошо заполняла дефекты;

высохший слой шпатлевки должен быть твердым (надрезаться ножом с большим трудом) и без пузырей и трещин;

слой шпатлевки после высыхания должен шлифоваться, причем не набухать и не выкрашиваться под действием воды при мокром шлифовании;

обладать хорошим сцеплением с грунтовочным слоем и с последующими слоями покрытия.

Разновидностью шпатлевок являются грунтошпатлевки. Обычно это составы на основе эпоксидных смол и в отличие от большинства других шпатлевок их можно наносить непосредственно на металл.

Лучшим материалом для выправления дефектов автомобильных кузовов на сегодня являются двухкомпонентные полиэфирные шпатлевки. Они легко разравниваются, практически не дают усадки и позволяют за один прием нанести слой толщиной 2...3 мм. Продолжительность их отверждения при комнатной температуре 5...60 мин.

В России освоен выпуск полиэфирной шпатлевки ПЭ-00-85 марок А и Б белого цвета. Марка А предназначена для выравнивания поверхностей, подвергающихся возможному (при сушке) воздействию температуры до 120 °С в течение трех часов. Марка Б предназначена для выравнивания поверхностей с возможным последующим воздействием температуры до 135 °С в течение одного часа.

12.6. Нанесение и сушка эмалей

Нанесение верхних слоев лакокрасочного покрытия — эмали имеет целью улучшить его защитные функции, придать красивый внешний вид либо специальные свойства, например способность светиться, противостоять обледенению и т. д.

Первый нанесенный слой эмали называют выявительным, так как на нем отчетливо выделяются все дефекты зашпатлеванной поверхности. После сушки выявительного слоя проводят окончательное выправление всех мелких дефектов поверхности с помощью шпатлевки. Зашпатлеванные места высушивают и шлифуют.

Затем наносят еще несколько слоев эмали. При ремонтном окрашивании желательно использовать лакокрасочные материалы на основе того же пленкообразующего, которое было нанесено на заводе-изготовителе.

Эмали, предназначенные для окрашивания автомобилей, имеют большую и разнообразную цветовую гамму, а покрытия из них обладают повышенным блеском и сохраняют декоративный вид при длительной эксплуатации в различных климатических условиях.

Эмаль МЛ-197 предназначена для окрашивания загрунтованной и зашпатлеванной поверхности кузова и деталей в салоне легкового автомобиля. Покрытия, выполненные этой эмалью, стойки к перепаду температур, удару, истиранию и обладают хорошими декоративными свойствами. В условиях умеренного климата они сохраняют защитные свойства не менее трех лет.

Эмаль МЛ-1110 обладает хорошими защитными свойствами в различных атмосферных условиях, влаго- и водостойкостью, повышенным блеском.

Для сушки эмалей МЛ-197 и МЛ-1110 можно применять медицинский рефлектор с бесцветной лампой.

Эмаль МЛ-12 может быть использована для ремонтного окрашивания, но по декоративным качествам она уступает эмалям МЛ-1110 и МЛ-197.

Эмаль МЛ-152 специально предназначена для ремонтной подкраски небольших участков. Покрытия, выполненные этой эмалью, стойкие к перепаду температур от -50 до $+50$ °С, а также к действию минерального масла и бензина. При первичном окрашивании эмаль наносят в два слоя, по старой краске — в один. Для сушки можно применять рефлектор.

Эмаль МЛ-1121 рекомендуется применять вместо эмалей МЛ-12 и МЛ-1110. Покрытия, выполненные этой эмалью, имеют повышенный блеск, хорошие физико-механические и защитные свойства. Наносить ее нужно по загрунтованной поверхности способом «мокрую по мокрому».

Покрытия из эмали МЛ-1198 обладают металлическим эффектом, имеют хорошие механические и защитные свойства. Эта эмаль выпускается серебристого, золотистого и сине-зеленого цветов, поставляется вместе с лаком МЛ-198.

Эмаль МЛ-1195 однопигментная. Покрытия из этой эмали рекомендуются для эксплуатации в условиях умеренного и холодного климата.

12.7. Шлифование и полирование покрытий

На практике часто встречаются случаи, когда отдельные участки покрытия отличаются по внешнему виду, так как имеют вол-

нистости, наплывы, меньший глянec и др. В этом случае применяют шлифование и полирование поверхности.

От того, насколько тщательно выполнена операция шлифования, во многом зависит качество окрашивания. Правильно зашлифованная поверхность должна быть совершенно гладкой, без крупных рисок. Для облегчения шлифования лучше сначала использовать шлифовальные шкурки крупной зернистости, а затем для заглаживания рисок — шкурки мелкой зернистости.

Шлифовальные шкурки выпускаются самых разных марок. Для чего предназначена шлифовальная шкурка, какую имеет зернистость и можно ли использовать ее для шлифования со смазочно-охлаждающими жидкостями (в том числе с водой для так называемого мокрого шлифования), определяют по маркировке на ее рабочей стороне.

12.8. Защита от коррозии двигателя и системы выпуска газов

Система выпуска газов современных автомобилей работает в тяжелых условиях. Изнутри ее разрушают горячие отработавшие газы, пары кислот, конденсат влаги, а снаружи — вода, грязь, соль, камни. Кроме того, тенденция к уменьшению высоты современного автомобиля приводит к тому, что его выпускная система приближается к дорожному полотну, вследствие чего глушитель и трубы корродируют быстрее.

Можно выделить пять основных видов коррозии:

общая внутренняя;

общая внешняя;

местная в местах сварки, щелях, зазорах;

под влиянием механических нагрузок и деформации;

под влиянием высоких температур.

Общая внутренняя коррозия системы выпуска газов развивается вследствие образования при сгорании топлива воды, оксидов углерода, азота и серы. Кроме того, этилированные топлива содержат рафинирующие добавки в виде хлоридов и бромидов, которые являются источниками образования соляной и бромистоводородной кислот.

Коррозия внутренних поверхностей глушителя ускоряется также от действия нагара, образующегося во время работы двигателя.

Эффективным способом защиты от коррозии наружных поверхностей системы выпуска газов является их окрашивание. Однако при этом надо учитывать, что температура отработавших газов, измеренная у выпускного трубопровода, обычно находится в пределах 420...760 °С, а металл выхлопной трубы нагревается соответственно до 240...540 °С, т. е. для их окрашивания пригодны

только термостойкие, в основном кремнийорганические эмали и лаки.

Термостойкость лаков значительно повышается при добавлении к ним 6... 10 % алюминиевой пудры. Причем смешивать пудру с лаком нужно непосредственно перед употреблением, так как при длительном хранении (более 4... 6 ч) пудра теряет способность всплывать. В результате ухудшаются эксплуатационные показатели и внешний вид покрытия.

Специально для окрашивания деталей системы выпуска отработавших газов автомобиля предназначены эмали КО-828 и КО-813 цвета алюминия. В качестве растворителя для них используют сольвент или РКБ-1.

Двигатель автомобиля окрашивают нитроглифталеовой эмалью с алюминиевой пудрой или эмалью МС-17 светло-серого цвета. Перед употреблением в эмаль МС-17 добавляют 2 % сиккатива № 63 или № 64.

В процессе эксплуатации двигатель может нагреваться до 80 °С. При этом масла, пыль, сажа и другие загрязнения скапливаются и создают довольно толстую пленку, которая, являясь хорошим теплоизолятором, затрудняет охлаждение двигателя.

Используя «Автоочиститель двигателя», можно быстро и качественно очистить его поверхность. В состав очистителя входят растворители, поверхностно-активные вещества, ингибиторы коррозии и др.

12.9. Защита от коррозии днища, шасси и скрытых полостей автомобиля

В настоящее время лучшими защитными материалами для днища и крыльев автомобиля считаются поливинилхлоридные пластили. Срок их действия от 3 до 7 лет. На автозаводах из материалов этого класса обычно используют пластизол Д-11А. Покрытия из него обеспечивают также уменьшение шумов при движении автомобиля. Пластизол наносят методом безвоздушного распыления и высушивают при 130 °С в течение 30 мин.

К этому же классу относятся битумные и каучуковые покрытия. Битумные покрытия защищают металл 1... 2 года. Они хорошо противостоят действию соли, воды и влаги, но недостаточно стойкие к ударам камней, щебня и морозу.

В настоящее время из отечественных противокоррозионных покрытий выпускаются «Автоантикор-2 битумный для днища», мастика сланцевая автомобильная МСА-3, автоантикор для днища резинобитумный, мовиль, «Мольвин-МЛ», «Резистин» и др. Все составы обладают хорошей смачивающей способностью, легко проникают в дефекты сварочных швов, трещины, узкие зазоры

между листами металла, а также в рыхлую ржавчину, пропитывая ее и замедляя процесс коррозии там, где он уже начался.

Контрольные вопросы

1. Для чего служит окрашивание автомобилей?
2. Какие виды лакокрасочных материалов применяются для ремонтного окрашивания автомобилей?
3. Что такое фосфатирование?
4. Для чего выполняют грунтование и шпатлевание?
5. Как наносят эмаль?

ГЛАВА 13

ПЛАСТИЧЕСКИЕ МАССЫ, КЛЕИ, ОБИВОЧНЫЕ, УПЛОТНИТЕЛЬНЫЕ И ИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

13.1. Полимерные материалы

Использование полимерных материалов позволяет значительно снизить трудоемкость ремонта автомобиля, так как при этом не требуется сложного оборудования и высокой квалификации рабочих, а также появляется возможность производить ремонт без разборки узлов и агрегатов. Во многих случаях использование полимерных материалов позволяет не только заменить сварку или наплавку, но и производить ремонт таких деталей, которые другими известными способами отремонтировать невозможно или опасно.

Наиболее широко при ремонте автомобилей используют анаэробные полимеры и композиционные материалы.

Анаэробные полимерные составы представляют собой жидкие смеси различной вязкости, способные длительное время оставаться в исходном состоянии без изменения свойств и быстро отвердевать с образованием прочного слоя в узких зазорах при температурах 15... 35 °С при условии прекращения контакта с кислородом воздуха.

Основой анаэробных составов являются способные к полимеризации соединения акрилового ряда, чаще всего диметакриловые эфиры полиалкиленгликолей. Также в них входят ингибирующие и иницирующие системы, обеспечивающие длительное хранение и быстрое отверждение в зазорах, загустители, модификаторы, красители и другие добавки.

Различают анаэробные полимерные материалы высоко-, средне- и низкопрочные. Высокая термическая и химическая стойкость

этих материалов после отверждения позволяет обеспечивать работоспособность отремонтированных узлов и деталей при эксплуатации их в контакте с органическими растворителями и агрессивными средами в широком интервале температур и давлений.

На скорость отверждения анаэробных полимеров влияют материалы, контактирующие с ними. По этому признаку материалы подразделяются на три группы:

активные — ускоряющие отверждение (сплавы меди, никель, малоуглеродистые стали);

нормальные — не влияющие на скорость отверждения (железо, углеродистые стали, цинк);

пассивные — замедляющие отверждение (высокоуглеродистые стали, золото, титан и его сплавы, материалы с антикоррозионными покрытиями, пластмассовые изделия).

Композиционные полимерные материалы обычно классифицируются по виду армированного наполнителя или связующего.

Связующие делятся на термопласты (способные размягчаться и затвердевать при изменении температуры) и реактопласты, или терморезактивные смолы (в которых при нагревании происходят структурные и химические превращения).

Эпоксидные смолы являются одним из лучших видов связующих для многих композиционных материалов, так как обладают хорошей адгезией к большинству наполнителей, армирующих компонентов и подложке.

Разнообразие доступных эпоксидных смол и отверждающих агентов позволяет получить после отверждения материалы с широким сочетанием свойств.

К преимуществам композиционных полимерных материалов относятся:

высокие жесткость, прочность, теплостойкость;

стабильность размеров;

низкие газо- и паропроницаемость;

регулируемые электрические и фрикционные свойства;

невысокая стоимость.

Полимерные композиционные материалы во многих случаях заменяют пайку, сварку и наплавку, а также обеспечивают восстановление таких деталей, ремонт которых известными способами затруднен или невозможен, поэтому их называют «холодной сваркой».

Ценные физико-механические свойства эпоксидных смол проявляются в результате превращения их под действием отвердителей в сетчатый полимер.

Эпоксидные композиции обладают уникальным набором технологических свойств, а полимерные материалы на их основе отличаются таким сочетанием прочностных, теплофизических, диэлектрических, адгезионных, влагозащитных и других показателей, какого не имеет ни одна другая группа высокомолекулярных соединений.

Основное достоинство технологии ремонта с использованием эпоксидных олигомерных композиций заключается в возможности их отверждения при любых температурах. Свойства отвержденной эпоксидной композиции во многом определяются характеристиками эпоксидной смолы, условиями и режимами протекания процесса их отверждения.

Существующие отвердители можно разбить на четыре группы: аминные отвердители; ангидриды дикарбоновых и поликарбоновых кислот; олигомерные отвердители; катализаторы и ускорители отверждения эпоксидных смол.

Однако для практического использования пригодны лишь немногие соединения, так как использование композиционных материалов при ремонте автомобилей требует отверждения эпоксидных композиций при комнатной температуре или при умеренном нагревании, а в случае необходимости и при отрицательных температурах.

Отвержденные эпоксидные смолы в чистом виде обладают повышенной хрупкостью, т. е. плохо выдерживают удары и вибрации. Для повышения эластичности в их состав вводят пластификаторы. Пластификация определяет изменение вязкости полимерной композиции, увеличение гибкости молекул и подвижности надмолекулярных структур.

Пластификаторы не только уменьшают хрупкость, но и повышают морозостойкость и стойкость к резкому изменению температур отвержденных композиций.

Пластификаторы можно вводить вручную, однако в этом случае возможно неравномерное смешивание состава с образованием большого количества пузырьков воздуха. Поэтому целесообразно использовать готовые компаунды, в которые уже введены пластификаторы.

В эпоксидный компаунд входит олигоэфиракрилат МГФ-9, представляющий собой эфир, полученный на основе метакриловой и фталевой кислот и триэтиленгликоля. В качестве пластификаторов эпоксидных смол также используют низкомолекулярные полиамидные смолы (Л-18, Л-19, Л-20), являющиеся одновременно отвердителями.

В производственной практике ремонта автомобилей наибольшее распространение получили многочисленные композиции на основе эпоксидных смол ЭД-20 и ЭД-16 (табл. 13.1), в которых в качестве пластификатора используется дибутилфталат с отвердителем полиэтиленполиамином.

Из отечественных сертифицированных композиционных материалов, изготавливаемых согласно ТУ 06-05-205278121-003—94, в розничной продаже имеется компаунд «Десан». Это универсальный компаунд, представляющий собой двухкомпонентный состав, при сме-

Характеристики эпоксидно-диановых смол

Показатель	ЭД-22	ЭД-20	ЭД-16
Молекулярная масса	Не более 390	390... 430	480... 540
Плотность при 25 °С, г/см ³	1,165	1,166	1,168
Внешний вид	Низковязкая прозрачная жидкость	Вязкая прозрачная жидкость	Высоковяз- кая жидкость
Цвет	От светло-коричневого до коричневого		
Содержание эпоксидной группы, %	22,1 ... 23,5	19,8... 22,0	16,0... 18,0
Температура размягчения, °С	—	0	10
Динамическая вязкость при 25 °С, мПа·с	8000... 13 000	13 000... 28 000	Не определяют

шивании основы и отвердителя которого происходит молекулярная реакция, позволяющая использовать поверхностную активность различных материалов и обеспечивающая адгезию компаунда с металлами, деревом, керамикой, резиной, стеклом.

13.2. Синтетические клеи

Клеями называют жидкие или пастообразные многокомпонентные системы, основой (связующим) которых являются высокомолекулярные вещества, обладающие высокой адгезией к твердым поверхностям.

В зависимости от природы связующего различают клеи *органического происхождения* (животного и растительного) и *синтетические*.

Клеи первой группы (столярный, казеиновый и др.) практически вышли из употребления при изготовлении и ремонте автомобилей. Применение синтетических клеев благодаря их универсальности и высоким качествам с каждым годом расширяется. Достаточно сказать, что клеевое соединение оказывается эффективным по отношению не только к однородным, но и к разнородным материалам, причем по прочности и герметичности оно не хуже, а при склеивании тонкостенных деталей даже лучше неразъемных соединений других видов (например, заклепочного или полученного точечной сваркой). Процесс склеивания прост и, как правило,

не требует сложной оснастки. Однако многие из клеевых соединений имеют низкую теплостойкость, а некоторые со временем теряют свои свойства вследствие старения клеевой прослойки.

В число основных операций, выполняемых при склеивании, входят: подготовка поверхностей; приведение клея в рабочее состояние; нанесение клея на подготовленные поверхности, которые затем должны соединиться под необходимым давлением; выдержка склеиваемых участков деталей при определенной температуре для полного затвердевания клеевого слоя.

Подготовка поверхностей к склеиванию состоит из тех же операций, которые выполняются перед окраской. Дополнительно будущие участки клеевого шва подгоняют друг к другу и в заключение делают шероховатыми.

Для приведения клея в рабочее состояние можно при необходимости снижать его вязкость с помощью растворителей или подогрева, а также вводить отвердители, наполнители и другие компоненты.

Для того чтобы выдавить из зазора между склеиваемыми поверхностями воздух и избыток клея и создать сплошную клеевую пленку толщиной порядка 0,1 мм, шов опрессовывают. При такой толщине клеевой пленки прочность шва получается максимальной и к минимуму сводится опасность его разрушения вследствие неравенства коэффициентов линейного расширения склеиваемых материалов и затвердевшего клея.

Механизм отверждения различных клеев неодинаков: в одном случае жидкий клей становится твердым вследствие чисто физического процесса — испарения растворителя, в другом — вследствие химических превращений (полимеризации и поликонденсации), а в третьем — является результатом и испарения и химических изменений связующего компонента.

Для ускорения отверждения и улучшения качества шва окончательную сушку химически превращаемых клеев ведут при подогреве (горячее отверждение).

В эпоксидные клеи наряду со связующим компонентом вводят отвердитель, в присутствии которого клеевые соединения высыхают и без подогрева (холодное отверждение). Но при этом надо учитывать два обстоятельства:

скорость высыхания и прочность клеевого шва с холодным отверждением будут меньше, чем с горячим (при прочих равных условиях);

в клеи холодного отверждения отвердитель необходимо вводить непосредственно перед их использованием с расчетом, что они будут израсходованы в течение допустимого срока хранения (в зависимости от типа клея этот срок колеблется от 20 мин до нескольких часов).

Переход любого клея из жидкого состояния в твердое сопровождается его усадкой, от которой неизбежно в клеевой прослойке появляются разрывы, ослабляющие прочность шва. Введение в

состав клея наполнителя в значительной мере уменьшает усадку, а добавка пластификатора снижает хрупкость клеевого соединения.

Одним из показателей качества клеевого шва является его прочность (на разрыв или сдвиг). Она в равной мере зависит от сил сцепления внутри затвердевшего клея (когезии), которые уменьшаются с увеличением его толщины, и от сил адгезии. Очевидно, что прочность шва будет определяться той силой, которая в нем окажется слабее. Это обстоятельство следует учитывать при выборе марки клея и типа соединения.

Классификационным признаком клеев является вид связующего, т.е. различают клеи карбинольные, фенольные, эпоксидные, полиамидные, полиакриловые, полиуретановые, резиновые и др.

Рассмотрим для примера некоторые из них.

Широкое применение нашли клеи БФ-2, БФ-4, БФ-6 (бутваро-фенолоальдегидные) — спиртовые растворы термореактивной фенолоформальдегидной смолы, модифицированной (для повышения эластичности швов) бутваром. БФ-2 и БФ-4 служат для соединения твердых материалов, а БФ-6 — для склеивания тканей между собой и для крепления их к металлам, пластмассам и т.д. Все клеи сери БФ поставляются потребителю в готовом виде. Клеевое соединение из них сушат при температуре 90... 150 °С в течение 1... 3 ч.

К группе фенольных клеев относится также клей марки ВС-10Т, которым приклеивают фрикционные накладки тормозных колодок.

Очень прочное соединение однородных и разнородных твердых материалов обеспечивают выпускаемые промышленностью эпоксидные клеи горячего и холодного отверждения. Они преимущественно используются в виде пастообразных масс (композиций), причем не только для склеивания, но и для заделки трещин, выравнивания вмятин и других операций при ремонте автотракторных деталей. Чтобы такого рода материалы (компаунды), поставляемые в готовом виде (без отвердителя) или приготавливаемые ремонтными предприятиями из отдельных компонентов, давали особо малую усадку при отверждении, в их состав вводится до 60 % наполнителей (порошкообразных металлов, графита, сажи и др.).

Эпоксидные клеи при попадании на незащищенную кожу и их пары при вдыхании могут вызывать серьезные отравления. Соблюдение необходимых мер предосторожности при работе с ними является обязательным.

Ценным свойством цианакриловых клеев является их универсальность. Кроме того, благодаря малому времени отверждения, цианакриловые клеи позволяют значительно сократить и упростить технологические операции.

Цианакриловые клеи характеризуются:

высокой адгезией к любым металлам;

быстрым отверждением (время схватывания составляет от нескольких секунд до нескольких минут);

Физико-механические свойства цианакриловых клеев

Показатель	КМ-200С	ТК-300С	ТК-301С	ТК-300Э (Ni) + Ni	ТК-300Э (Ag) + Ag
Внешний вид	Бесцветная прозрачная жидкость				
Относительная плотность	1,05 ... 1,15			1,24 ... 1,25	
Время схватывания на стальных образцах при 20 °С, мин	1	1	2	5	5
Жизнеспособность клея после смешивания, ч	—	—	—	1	1
Диапазон рабочих температур, °С	-60 ... +125	-50 ... +250*	-60 ... +200*	-60 ... +250	
Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом · м	10^{13}	10^{13}	10^{13}	$(4 \dots 8) 10^{-6}$	
Предел прочности клеевого шва при отрыве на стальных образцах, МПа	30 ... 35	25 ... 30	25 ... 30	14 ... 16	14 ... 15

* Выдерживает кратковременный нагрев до температуры до 300 °С.

Физико-механические характеристики акриловых клеев

Показатель	Ан-105	Ан-110	Ан-109	Ан-106
Внешний вид	Однородная жидкость			
Цвет компонента А	Красный			Коричневый
Цвет компонента Б	Зеленый	Синий		Розовый
Время схватывания на стали, мин, не более	3	1,5	3	5
Предел прочности при отрыве через 24 ч при 20 °С, МПа	40	30	35	35
Предел прочности при отрыве через 24 ч при 20 °С на замасленной поверхности, МПа	—	—	17	—
Диапазон рабочих температур, °С	-60...+150			-60...+200

сохранением рабочих характеристик в широком диапазоне температур.

Эти клеи (табл. 13.2) состоят из одного компонента и не вызывают коррозии. В случае, когда необходимо получить эластичное клеевое соединение, т.е. при склеивании деталей, испытывающих вибрационные нагрузки и резкие перепады температур, используют клеи типа КМ.

Акриловые клеи представляют собой вязкие однородные жидкости, которые длительное время могут оставаться в исходном состоянии и быстро отверждаться между склеиваемыми поверхностями с образованием прочного клеевого соединения. Физико-механические характеристики акриловых клеев, выпускаемых в России, приведены в табл. 13.3.

Акриловые клеи применяются для склеивания металлов (в том числе замасленных), стекла, керамики, пластмасс.

Особенность такого клея заключается в том, что он состоит из двух компонентов (А и Б), которые наносятся на склеиваемые поверхности отдельно. Отверждение происходит только после совмещения склеиваемых поверхностей при комнатной температуре.

Клеевой шов имеет высокую стойкость к вибрациям и ударным нагрузкам.

13.3. Обивочные материалы

Обивочные материалы предназначены для отделки (обивки) сидений и кузовов автомобилей. Обивка повышает комфортабельность салона и кабины, улучшает их тепло- и звукоизоляцию.

Обивочные материалы должны обладать высокой прочностью на растяжение, износостойкостью и необходимой эластичностью. Они не должны изменять своего вида и свойств при попадании нефтепродуктов, должны легко очищаться от всевозможных загрязнений (пыли, жировых и масляных пятен), иметь по возможности красивый вид и в то же время быть дешевыми.

В качестве обивочных материалов применяют разнообразные ткани, в том числе и с нанесенными на их поверхности полимерами, а также синтетические пленки. К обивочным относятся ткани «Горьковчанка», «ВАЗ» (обе полшерстяные), парусина и др. Из обивочных пленочных материалов можно назвать поливинилхлоридные пленки типа 0,4 и 0,4Т.

Для обивки сидений и спинок грузовых автомобилей и автобусов широко используют дерматин (ткань, одна сторона которой имеет покрытие типа нитроэмалевого), текстовинит (с лицевой стороной, покрытой пластикатом) и автобим (с лицевой стороной, покрытой хлорированным пластикатом).

Для отделки легковых автомобилей широко применяется искусственная кожа типа 600/60, 750/30-20Е и 450/30-40 (тканевая и трикотажная основы с монолитным или пористо-монолитным поливинилхлоридным покрытием).

13.4. Уплотнительные материалы

При сборке автомобильных узлов возникает необходимость герметизации мест соприкосновения некоторых деталей друг с другом, для чего служат уплотнительные материалы, подразделяющиеся на прокладочные и набивочные. Из первых готовятся всевозможные прокладки, зажимаемые между стыкующимися поверхностями неподвижных деталей, а из вторых — сальниковые устройства, предназначенные для герметизации зазоров между деталями, перемещающимися относительно друг друга.

Любые уплотнительные материалы должны обладать высокой прочностью, необходимой упругостью (эластичностью) и в то же время иметь не очень большую жесткость (малый модуль упругости). Эти свойства обеспечивают сохранность при монтаже и демонтаже изделий из уплотнительных материалов и плотное прилегание их даже к сильно шероховатым поверхностям при сравнительно небольших давлениях. Кроме того, некоторые из такого рода материалов должны быть стойкими при высоких температурах, контак-

те с нефтепродуктами, водой и т.д. Материалы, идущие на изготовление сальников, должны быть еще и износостойкими.

К наиболее распространенным прокладочным материалам относятся пробка, различные виды химически обработанной бумаги (пергамент, картон, фибра, предельная рабочая температура которых 150°C), войлок (допускающий нагрев не выше 75°C), асбест (работоспособный до 350°C), различные марки паронитов (листы из вальцованных вулканизованных смесей асбеста, каучуков и наполнителей, допускающие нагрев до 150°C), маслобензостойкий паронит МБП-5 (обеспечивающий надежное уплотнение до 250°C), ферронит 101 (армированный металлической сеткой паронит, работоспособный до 400°C) и др. В последнее время стали применять в качестве прокладок в кузовах автомобилей новые синтетические материалы (например, пенополиэтилен ППЭ-2), нетканые материалы из лубяных волокон (800Л, 920Р, 1200ЛР) и др.

При изготовлении сальниковых уплотнений используются как отдельно, так и в сочетании друг с другом металлы, резина, пластмассы, ткани, волокна и войлок.

13.5. Изоляционные материалы

Изоляционными называются материалы, практически не проводящие электрический ток.

Изоляционные материалы должны иметь достаточную прочность, малую гигроскопичность, а некоторые из них и высокую теплостойкость.

Этим требованиям удовлетворяют многие рассмотренные ранее материалы: пластмассы, резина, эбонит, лаки, асбест, фибра и др. Кроме того, в качестве изоляционных материалов применяют слюду (диэлектрик, выдерживающий нагрев до 500°C), электротехнический картон (например, марки ЭВС), изоляционные ленты (полоски ткани, покрытые с одной или обеих сторон резиновым клеем, или поливинилхлоридные ленты, промазанные с одной стороны клеевым составом), различные лаки (роль пленкообразователя в которых выполняют битумы), растительные масла и некоторые полимеры.

Контрольные вопросы

1. Какие полимерные материалы применяются при ремонте автомобилей?
2. Какими свойствами должны обладать клеи, применяемые при изготовлении и ремонте автомобилей?
3. Какие материалы применяются для обивки сидений и кузовов автомобилей?
4. Для чего служат уплотнительные материалы?

ПРИЛОЖЕНИЕ

ФОРМА ПАСПОРТА КАЧЕСТВА МОТОРНОГО МАСЛА

Фирма _____

Адрес _____

Телефон лаборатории _____ факс _____

Телефон отдела реализации _____ факс _____

Сертификат соответствия _____

Знак сертификации _____

Срок действия сертификата и кем он выдан _____

Паспорт № _____

Наименование нефтепродукта _____

Стандарт _____

Соответствие зарубежной классификации _____

Номер емкости _____ Вместимость канистры _____

Число канистр _____ Номер партии _____

Дата изготовления _____ Масса нетто, кг _____

Показатель	Норма	Фактическое значение
1. Вязкость кинематическая, мм ² /с, при 0 °С		
2. Индекс вязкости, не менее		
3. Зольность сульфатная, % массовые, не более		
4. Щелочное число, мг КОН на 1 г масла, не менее		
5. Массовая доля механических примесей, %, не более		
6. Массовая доля воды, %, не более		
7. Температура вспышки, определяемая в открытом тигле, °С, не ниже		
8. Температура застывания °С, не выше		
9. Коррозионность на пластинах из свинца, г/м ² , не более		

Показатель	Норма	Фактическое значение
10. Стабильность по индукционному периоду осадкообразования (ИПО), в течение 40 ч		
11. Цвет на колориметре ЦНТ, единицы ЦНТ или ASTM, не более		
12. Плотность, при 20 °С, г/см ³ , не более		
13. Массовая доля активных элементов, %, не менее: кальция цинка фосфора		
14. Испаряемость на приборе NOACK, % массовые, не более		

(штамп отдела
технического контроля)

Показатели гарантируются технологией производства и определяются разработчиком при постановке масла на производство.

Дата выдачи паспорта _____

Начальник лаборатории _____
(подпись) (Фамилия И.О.)

Руководитель бригады _____
(подпись) (Фамилия И.О.)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гуреев А. А., Иванова Р. Я., Шеголев Н. В.* Автомобильные эксплуатационные материалы. — М.: Транспорт, 1974. — 275 с.
2. *Павлов В. П., Заскалько П. П.* Автомобильные эксплуатационные материалы. — М.: Транспорт, 1982. — 208 с.
3. *Васильева Л. С.* Автомобильные эксплуатационные материалы. — М.: Транспорт, 1986. — 279 с.
4. *Грамолин А. В., Кузнецов А. С.* Топливо, масла, смазки, жидкости, материалы для эксплуатации и ремонта автомобилей. — М.: Машиностроение, 1995. — 63 с.
5. *Чулков П. В., Чулков Н. П.* Топлива и смазочные материалы: ассортимент, качество, применение, экономия, экология. — М.: Политехника, 1996. — 302 с.
6. *Башкирцев В.* Ремонт автомобилей полимерными материалами. — М.: За рулем, 1999. — 30 с.
7. Колеса и шины: Краткий справочник. — М.: За рулем, 1999. — 95 с.
8. *Шангин Ю. А.* Ремонтное окрашивание легковых автомобилей. — М.: Транспорт, 1994. — 155 с.
9. *Гаевик Д. Т.* Как сэкономить топливо и смазку на автомобиле. — М.: Машиностроение, 1993. — 33 с.
10. *Гаевик Д. Т.* Справочник смазчика. — М.: Машиностроение, 1990. — 350 с.
11. *Криницкий Е.* Природный газ — перспективное и реальное моторное топливо // Автомобильный транспорт. — 2000. — № 6.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
----------------	---

ЧАСТЬ I ТОПЛИВОСМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Глава 1. Нефть как сырье для производства топлива и масел	7
1.1. Химический состав нефти	7
1.2. Методы переработки нефти	10
1.3. Очистка топлив и масел	14
Глава 2. Автомобильные бензины	15
2.1. Требования к качеству автомобильных бензинов	15
2.2. Теплота сгорания топлив	18
2.3. Испаряемость автомобильных бензинов и их фракционный состав	19
2.4. Давление насыщенных паров	21
2.5. Нормальное и детонационное сгорание рабочей смеси	22
2.6. Методы оценки детонационной стойкости	25
2.7. Методы повышения октанового числа	26
2.8. Стабильность бензинов	27
2.9. Коррозионное воздействие бензинов на металлы	29
2.10. Механические примеси и вода в бензине	30
2.11. Марки бензинов и их характеристики	31
Глава 3. Автомобильные дизельные топлива	36
3.1. Требования к качеству дизельных топлив	36
3.2. Вязкость дизельных топлив	38
3.3. Помутнение и застывание дизельных топлив	39
3.4. Испаряемость дизельных топлив	40
3.5. Механические примеси и вода в дизельных топливах	41
3.6. Оценка самовоспламеняемости дизельных топлив	42
3.7. Свойства дизельного топлива, влияющие на образование отложений в двигателе	45
3.8. Коррозионные свойства дизельных топлив	46
3.9. Марки дизельных топлив и области их применения	47
Глава 4. Газообразные топлива	54
4.1. Требования к качеству газообразных топлив	54
4.2. Сжиженные газы	55
4.3. Автомобили, работающие на СНГ	58
4.4. Сжатые углеводородные газы	60
4.5. Автомобили, работающие на сжатом природном газе	62

Глава 5. Топлива нефтяного происхождения	64
5.1. Синтетические спирты	64
5.2. Метилтретичнобутиловый эфир	66
5.3. Газовые конденсаты	66
5.4. Водород	68
Глава 6. Смазочные масла	70
6.1. Моторные масла	70
6.2. Маркировка моторных масел	76
6.3. Трансмиссионные масла	85
Глава 7. Пластичные смазки	94
7.1. Природа и структура смазок	94
7.2. Основные эксплуатационные свойства смазок	96
7.3. Назначение некоторых современных смазок	98
Глава 8. Технические жидкости	103
8.1. Охлаждающие жидкости	103
8.2. Жидкости для гидравлических систем	108
8.3. Тормозные жидкости	109
8.4. Амортизаторные жидкости	109
8.6. Пусковые жидкости	111
Глава 9. Организация рационального применения топлив, смазочных материалов и специальных жидкостей на автомобильном транспорте	112
9.1. Принципы экономии топлива и смазочных материалов	113
9.2. Особенности вождения автомобиля в сложных дорожных условиях	118
9.3. Пуск и прогрев двигателя	121
9.4. Режимы работы двигателя	123
9.5. Обеспечение нормальной работы карбюратора	125
9.6. Поддержание хорошего технического состояния автомобиля ...	126
9.7. Использование различных типов топлив в автомобилях	131
9.8. Обеспечение эффективного использования моторных масел	135
9.9. Организация управления топливно-энергетическими ресурсами на предприятиях	138
9.10. Нормирование расхода и сохранение моторных топлив	140
9.11. Сохранение качества и количества смазочных материалов при приеме, хранении и транспортировании	143
9.12. Сбор отработанных нефтепродуктов	145
Глава 10. Техника безопасности и охрана окружающей среды при использовании автомобильных эксплуатационных материалов	148
10.1. Токсичность ТСМ	149
10.2. Огнеопасность и электризация ТСМ	152
10.3. Воздействие ТСМ на природу и человека	154

ЧАСТЬ II

КОНСТРУКЦИОННО-РЕМОНТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Глава 11. Резиновые материалы	162
11.1. Натуральный каучук	162
11.2. Синтетические каучуки	163
11.3. Вулканизирующие вещества	163
11.4. Ускорители и наполнители резины	164
11.5. Армирование резиновых изделий	165
11.6. Физико-механические свойства резины	165
11.7. Изменение свойств резины в зависимости от температуры	170
11.8. Изменение свойств в процессе старения	173
11.9. Колеса и шины	174
Глава 12. Лакокрасочные материалы	180
12.1. Ремонтное окрашивание легковых автомобилей	180
12.2. Основные сведения о лакокрасочных материалах и их маркировка	182
12.3. Фосфатирование	183
12.4. Грунтование	184
12.5. Шпатлевание	185
12.6. Нанесение и сушка эмалей	186
12.7. Шлифование и полирование покрытий	187
12.8. Защита от коррозии двигателя и системы выпуска газов	188
12.9. Защита от коррозии днища, шасси и скрытых полостей автомобиля	189
Глава 13. Пластические массы, клеи, обивочные, уплотнительные и изоляционные материалы	190
13.1. Полимерные материалы	190
13.2. Синтетические клеи	193
13.3. Обивочные материалы	198
13.4. Уплотнительные материалы	198
13.5. Изоляционные материалы	199
Приложение	200
Список литературы	202

Учебное издание

Нина Борисовна Кириченко

Автомобильные эксплуатационные материалы

Учебное пособие

8-е издание, стереотипное

Редактор *В. Н. Махова*

Технический редактор *Н. И. Горбачева*

Компьютерная верстка: *Н. В. Соколова*

Корректор *А. П. Сизова*

Изд. № 1222222222. Подписано в печать 02.05.2012. Формат 60×90/16.
Гарнитура «Таймс». Печать офсетная. Бумага офс. № 1. Усл. печ. л. 13,0.
Тираж 2 000 экз. Заказ № 32781.

ООО «Издательский центр «Академия». www.academia-moscow.ru
125252, Москва, ул. Зорге, д. 15, корп. 1, пом. 266.

Адрес для корреспонденции: 129085, Москва, пр-т Мира, 101В, стр. 1, а/я 48.
Тел./факс: (495) 648-0507, 616-00-29.

Санитарно-эпидемиологическое заключение № РОСС RU. АЕ51. Н 16067 от 06.03.2012.

Отпечатано в соответствии с качеством предоставленных издательством
электронных носителей в ОАО «Саратовский полиграфкомбинат».
410004, г. Саратов, ул. Чернышевского, 59. www.sarpk.ru



Издательский центр «Академия»

*Учебная литература
для профессионального
образования*

Наши книги можно приобрести (оптом и в розницу)

Москва:

129085, Москва, пр-т Мира, д. 101в, стр. 1
(м. Алексеевская)
Тел.: (495) 648-0507, факс: (495) 616-0029
E-mail: sale@academia-moscow.ru

Филиалы:

Северо-Западный

194044, Санкт-Петербург, ул. Чугунная,
д. 14, оф. 319
Тел./факс: (812) 244-92-53
E-mail: spboffice@acadizdat.ru

Приволжский

603101, Нижний Новгород, пр. Молодежный,
д. 31, корп. 3
Тел./факс: (831) 259-7431, 259-7432, 259-7433
E-mail: pf-academia@bk.ru

Уральский

620142, Екатеринбург, ул. Чапаева, д. 1а, оф. 12а
Тел.: (343) 257-1006
Факс: (343) 257-3473
E-mail: academia-ural@mail.ru

Сибирский

630009, Новосибирск, ул. Добролюбова, д. 31, корп. 4, а/я 73
Тел./факс: (383) 362-2145, 362-2146
E-mail: academia_sibir@mail.ru

Дальневосточный

680038, Хабаровск, ул. Серышева, д. 22, оф. 519, 520, 523
Тел./факс: (4212) 56-8810
E-mail: filialdv-academia@yandex.ru

Южный

344082, Ростов-на-Дону, ул. Пушкинская,
д. 10/65
Тел.: (863) 203-5512
Факс: (863) 269-5365
E-mail: academia-UG@mail.ru

Представительства:

в Республике Татарстан

420034, Казань, ул. Горсоветская,
д. 17/1, офис 36
Тел./факс: (843) 562-1045
E-mail: academia-kazan@mail.ru

в Республике Дагестан

Тел.: 8-928-982-9248

www.academia-moscow.ru



Предлагаем вашему вниманию следующие книги:

Н. Б. КИРИЧЕНКО

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ: ПРАКТИКУМ

Объем 96 с.

Практикум необходим для подготовки молодого специалиста, который будет эксплуатировать автомобили с двигателями внутреннего сгорания. Методики лабораторных анализов, приведенные в практикуме, соответствуют действующим стандартам. Практикум снабжен инструкцией по технике безопасности при проведении лабораторных работ и тестами для проверки усвоения материала.

Для студентов учреждений среднего профессионального образования. Может быть полезен специалистам в области топлив и смазочных материалов.

А. П. ПЕХАЛЬСКИЙ, И. А. ПЕХАЛЬСКИЙ **УСТРОЙСТВО АВТОМОБИЛЕЙ**

Объем 528 с.

Учебник предназначен для изучения спецдисциплины «Автомобили» и является частью учебно-методического комплекта по специальности «Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта». В учебнике описаны назначение, устройство и работа механизмов, агрегатов, систем и приборов современных отечественных автомобилей. Освещены вопросы влияния конструкции автомобиля на безопасность движения, охрану окружающей среды и экономичность автомобиля. Рассмотрены механизмы, агрегаты и системы автомобилей семейства ВАЗ, «ГАЗель», «Волга» (ГАЗ-31029, -3110), ИЖ-2126, ЗИЛ и ЗИЛ-5301 «Бычок», а также автомобилей семейств ГАЗ-3307, КамАЗ, МАЗ и др.

Для студентов учреждений среднего профессионального образования.

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ



**Издательский центр
«Академия»
www.academia-moscow.ru**