

А.В. Милованов, С.М. Ведищев

ТОПЛИВО И СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ



ИЗДАТЕЛЬСТВО ТГТУ

**Министерство образования Российской Федерации
Тамбовский государственный технический университет**

А.В. Милованов, С.М. Ведищев

ТОПЛИВО И СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Утверждено Ученым советом университета
в качестве учебного пособия

**Тамбов
Издательство ТГТУ
2003**

ББК 40.72
УДК 631.3-6; 621.89 (075.8)
М60

Рецензенты:

Доктор технических наук,
заведующий лабораторией использования смазочных материалов
и отработанных нефтепродуктов ВИИТиН,

В.В. Остриков

Кандидат технических наук, доцент

С.Н. Кузьмин

Милованов А.В., Ведищев С.М.

Л88 Топливо и смазочные материалы: Учеб. пособие. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2003. 80 с.
ISBN 5-8265-0218-5

В учебном пособии рассмотрены основные пути и способы получения топлива и смазочных материалов. Изложены эксплуатационные свойства топлива и смазочных материалов и специальных жидкостей, их основные показатели качества и влияние на технико-экономические характеристики в используемых машинах и механизмах, приведены экологические свойства (токсичность, электролизация).

Учебное пособие составлено в соответствии с примерной программой по дисциплине "Топливо и смазочные материалы" рекомендованной Министерством образования России для подготовки дипломированного специалиста 660300 – "Агроинженерия" (специальность 311300 – Механизация сельского хозяйства).

ISBN 5-8265-0218-5

© Тамбовский государственный
технический университет
(ТГТУ), 2003

© Милованов А.В., Ведищев С.М.,
2003

Учебное издание

**Милованов Александр Васильевич,
Ведищев Сергей Михайлович**

**ТОПЛИВО И СМАЗОЧНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ**

Учебное пособие

Редактор В.Н. Митрофанова
Компьютерное макетирование Е.В. Кораблевой

Подписано к печати 18.12.2003
Формат 60 × 84/16. Бумага офсетная. Печать офсетная
Гарнитура Times New Roman. Объем: 4,65 усл. печ. л.; 4,57 уч.-изд. л.
Тираж 100 экз. С. 819

Издательско-полиграфический центр
Тамбовского государственного технического университета
392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14

ВВЕДЕНИЕ

Экономические преобразования, произошедшие в последние годы в России, привели к кардинальным переменам на товарном рынке. На фоне бурного роста парка автомобилей в несколько раз возросло число АЗС, а также значительно изменился ассортимент предлагаемых нефтепродуктов.

Все более жесткие требования сейчас предъявляются и к эксплуатационным материалам (бензинам, дизельным топливам, смазочным маслам) в плане повышения качества и экономичного использования. Поэтому знание состава, свойств, областей применения и эксплуатационных характеристик нефтепродуктов является необходимым всем, кто связан с их производством, транспортировкой, хранением, потреблением, маркетингом.

На внутреннем рынке нефтепродуктов в настоящее время появились также бензины, дизельные топлива, моторные и трансмиссионные масла всевозможных зарубежных фирм. Обилие отечественных и зарубежных нефтепродуктов требует ориентироваться в эксплуатационных характеристиках.

Цель настоящей работы – дать основные сведения о составе, свойствах, особенностях применения топлив и масел для автомобильного транспорта, сопоставить отечественные и зарубежные марки; осветить практические вопросы, связанные с количественным и качественным учетом нефтепродуктов, методы и средства определения плотности нефтепродуктов, содержания воды и механических примесей.

1 Общие сведения о нефти и получении нефтепродуктов

РАЗВИТИЕ СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА СВЯЗАНО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНЕРГИИ. В СВЯЗИ С УСКОРЕНИЕМ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО ВАЖНАЯ РОЛЬ ОТВОДИТСЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ РЕСУРСАМ.

ПРИ СКЛАДЫВАЮЩЕЙСЯ СТРУКТУРЕ СОВРЕМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА БОЛЬШУЮ РОЛЬ СОСТАВЛЯЮТ ЖИДКИЕ И ГАЗООБРАЗНЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА – ГАЗ, ДИЗЕЛЬНОЕ ТОПЛИВО, БЕНЗИН, МАЗУТ И РАЗЛИЧНЫЕ МАСЛА. В КАЧЕСТВЕ ОСНОВНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СРЕДСТВА ВСЕХ МОБИЛЬНЫХ МАШИН (АВТОМОБИЛЕЙ, ТРАКТОРОВ, КОМБАЙНОВ), БЛАГОДАРЯ КОМПАКТНОСТИ, ЭКОНОМИЧНОСТИ И МАЛОЙ УДЕЛЬНОЙ МАССЕ (КГ/КВТ) ГОСПОДСТВУЮЩЕЕ ПОЛОЖЕНИЕ ЗАНЯЛИ ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ (Д.В.С.) – КАРБЮРАТОРНЫЕ И ДИЗЕЛЬНЫЕ.

С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ЭКОНОМИИ ЖИДКОГО ТОПЛИВА, А ТАКЖЕ УМЕНЬШЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ВСЕ БОЛЕЕ АКТИВНО НАХОДИТ ПРИМЕНЕНИЕ ГАЗОВОЕ ТОПЛИВО. ТАКОВЫМ ЯВЛЯЕТСЯ ВЫДЕЛЯЮЩИЙСЯ ПРИ ДОБЫЧЕ НЕФТИ ПОПУТНЫЙ ГАЗ, ПРОПАНО-БУТАНОВАЯ СМЕСЬ, ПОЛУЧАЕМАЯ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ НЕФТИ, ПРИРОДНЫЙ, А ТАКЖЕ ГЕНЕРАТОРНЫЙ ГАЗ – ПРОДУКТ СУХОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ДЕРЕВА ИЛИ УГЛЯ.

НЕСМОТРИ НА БОГАТЫЕ ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ НАШЕЙ СТРАНЫ И БОЛЬШОЙ ОБЪЕМ ПРОИЗВОДСТВА ТОПЛИВА, ТРЕБУЕТСЯ ЭКОНОМНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ. ЧТОБЫ РЕШИТЬ ЭТУ ЗАДАЧУ НЕОБХОДИМО ЗНАТЬ И ПРИМЕНЯТЬ В ПРОИЗВОДСТВЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И СВОЙСТВА ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ, С ОДНОЙ СТОРОНЫ, А С ДРУГОЙ СТОРОНЫ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ ГДЕ ОНИ ПРИМЕНЯЮТСЯ, ЧТОБЫ ПОВЫСИТЬ НАДЕЖНОСТЬ И ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ЭТИХ УСТРОЙСТВ В ЭКСПЛУАТАЦИИ.

1.1 ТОПЛИВО

НАЗНАЧЕНИЕ, КЛАССИФИКАЦИЯ И СВОЙСТВА ТОПЛИВА. НЕ КАЖДОЕ ВЕЩЕСТВО СПОСОБНОЕ ГОРЕТЬ МОЖЕТ БЫТЬ ИСПОЛЬЗОВАНО В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА. ТОПЛИВО ПРЕДСТАВЛЯЕТ СОБОЙ ВЕЩЕСТВО, УМЫШЛЕННО СЖИГАЕМОЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕПЛОТЫ И ДОЛЖНО ОТВЕЧАТЬ СЛЕДУЮЩИМ ТРЕБОВАНИЯМ:

- 1 ПРИ СГОРАНИИ ВЫДЕЛЯТЬ КАК МОЖНО БОЛЬШЕ ТЕПЛОТЫ;**
- 2 СРАВНИТЕЛЬНО ЛЕГКО ЗАГОРАТЬСЯ И ДАВАТЬ ВЫСОКУЮ ТЕМПЕРАТУРУ;**

- 3 БЫТЬ ДОСТАТОЧНО РАСПРОСТРАНЕННЫМ В ПРИРОДЕ;
- 4 ЕГО КОЛИЧЕСТВО И НАХОЖДЕНИЕ ДОЛЖНО БЫТЬ РЕНТАБЕЛЬНЫМ ПРИ ДОБЫЧЕ;
- 5 ДЕШЕВЫМ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ;
- 6 СОХРАНЯТЬ СВОИ СВОЙСТВА ПРИ ХРАНЕНИИ И ТРАНСПОРТИРОВКЕ.

ЭТИМ ТРЕБОВАНИЯМ НАИБОЛЕЕ ПОЛНО ОТВЕЧАЮТ ВЕЩЕСТВА ОРГАНИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ: ТАКИЕ КАК НЕФТЬ, ИСКОПАЕМЫЙ УГОЛЬ, ГОРЮЧИЕ СЛАНЦЫ, ТОРФ.

ПО АГРЕГАТНОМУ СОСТОЯНИЮ ВСЕ ВИДЫ ТОПЛИВА МОГУТ БЫТЬ РАЗДЕЛЕНЫ НА ГАЗООБРАЗНЫЕ, ЖИДКИЕ И ТВЕРДЫЕ, А ПО ПРОИСХОЖДЕНИЮ НА ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ИСКУССТВЕННЫЕ (ТАБЛ. 1).

1 ОБЩАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ТОПЛИВА

Агрегатное состояние	Топливо	
	естественное	искусственное
Газообразное	Природный и нефтепромысловый газы	Газы (генераторный, водяной, светильный, коксовый, нефтеперерабатывающих заводов)
Жидкое	Нефть	Бензин, керосин, дизельное топливо, смазочное масло, спирт, различные смолы
Твердое	Ископаемые угли, горючие сланцы, торф, дрова	Каменноугольный кокс, брикетированное и пылевидное топливо, древесный уголь

Топливо состоит из горючей части и негорючей. Горючая часть представляет собой совокупность органических соединений, в которую входят углеводород, водород, кислород, азот и сера.

Негорючая часть (балласт) состоит из минеральных примесей, золы и влаги. Минеральные примеси разделяют на внешние и внутренние. Первые попадают в топливо из окружающей среды при его добыче, транспортировке и хранении, а вторые – входят в его химический состав.

Состав горючей части топлива.

Углерод С – основная горючая часть топлива. С увеличением его содержания тепловая ценность топлива повышается. В различных видах топлива содержится от 50 до 70 % С.

Водород Н – вторая по значимости составляющая горючей части топлива. В сравнении с углеродом Н содержится в топливе меньше (до 25 %), а теплоты при сгорании выделяет в четыре раза больше.

Кислород О – не горит и не выделяет теплоты. Его содержание в зависимости от вида топлива составляет 0,5 ... 45 %.

Азот N – не горит. Содержание в твердом и жидком топливе составляет 0,5 ... 1,5 %.

Сера S – при ее сгорании выделяется определенное количество теплоты. Но сам продукт сгорания является весьма нежелательной частью топлива, ибо сернистый SO₂ и серный SO₃ ангидриды вызывают сильную газовую или жидкостную коррозию металлических поверхностей. Содержание серы в твердом топливе составляет от долей % до 8 %, а в нефти от 0,1 до 4 %.

Зола А – представляет собой не горючий твердый компонент, является нежелательной и даже вредной примесью, так как ее присутствие усиливает абразивный износ, усложняет эксплуатацию котельных установок из-за оседания ее на стенках. У топлива с высоким содержанием золы понижена теплота сгорания и температура воспламеняемости.

Влага W – весьма нежелательная примесь, так как, во первых, часть теплоты забирается на ее испарение, в результате чего снижается теплота и температура сгорания, а во вторых влага вызывает коррозию металла.

Теплота сгорания топлива. Условное топливо. Количество воздуха необходимое для горения топлива.

О качестве топлива судят по его теплоте сгорания. Для характеристики твердых и жидких видов топлива служит показатель удельной теплоты сгорания, который представляет собой количество теплоты, выделяемое при полном сгорании единицы массы (кДж/кг). Для газообразных видов топлива применяется показатель объемной теплоты сгорания, представляющий собой количество теплоты выделяемое при сгорании единицы объема (кДж/м³). Кроме того, газообразное топливо в ряде случаев оценивают по количеству теплоты, выделяемой при полном сгорании одного моля газ (кДж/моль).

Теплоту сгорания определяют не только теоретически, но и опытным путем, сжигая определенное количество топлива в специальных приборах, называемых калориметрами. Теплоту сгорания оценивают по повышению температуры воды в колориметре. Результаты, полученные этим методом, близки к значениям, рассчитанным по элементарному составу топлива.

При сжигании одинаковых масс различных видов топлива выделяется различная теплота сгорания. Поэтому для удобства сравнительной оценки введено понятие условного топлива. За единицу его принято топлива, при полном сгорании 1 кг или 1 м³ которого выделяется 29307,6 кДж. Таким топливом является донецкий каменный уголь.

Горение – химический процесс соединения горючего вещества и окислителя. Практически горение представляет собой окисление топлива кислородом воздуха. В результате этого процесса выделяется определенное количество тепловой энергии и резко повышается температура.

Процесс горения топлива может протекать как при не достатке, так и при избытке окислителя. Топливо полностью сгорает при стехиометрическом соотношении топлива и окислителя, которое соответствует уравнениям химических реакций окисления горючих элементов. Для того чтобы судить о полноте сгорания топлива, необходимо знать: количество воздуха, теоретически необходимого для горения топлива; действительное количество воздуха, которое потребуется для полного сгорания топлива; теоретическую температуру горения; состав продуктов сгорания.

Количество кислорода, теоретически необходимого для сгорания 1 кг твердого или жидкого топлива может быть подсчитано на основании стехиометрических соотношений для реакций горения элементов горючей массы топлива. Исходя из этого, для полного сгорания 1 кг топлива рассматриваемого элементарного состава потребность кислорода может быть определена по следующей формуле

$$Q_T = \frac{2,67C + 8H + S - O}{100}.$$

В этом случае предполагается, что содержащийся в топливе кислород полностью затрачивается на горение. В действительности же при сжигании топлива подводится не чистый кислород, а воздух, в котором содержится лишь 23,2 % кислорода по массе. Тогда в действительности, теоретически необходимое количество воздуха в (кг) будет определяться следующим образом

$$Q_T = \frac{2,67C + 8H + S - O}{23,2}.$$

Если количество воздуха выражают в объемных единицах (м³), то уравнение для его определения выразится так

$$Q_T = \frac{2,67C + 8H + S - O}{23,2 \cdot 1,293} = \frac{2,67C + 8H + S - O}{30}.$$

Однако в реальных условиях невозможно добиться полного сгорания топлива при наличии только теоретически необходимого количества воздуха. Поэтому, для полного сгорания топлива в двигатели внутреннего сгорания подают несколько большее количество воздуха, по сравнению с теоретически рассчитанным, называемое действительным.

Действительное количество воздуха при сгорании топлива определяют с помощью специальных газовых счетчиков или по коэффициенту избытка воздуха α .

Коэффициентом избытка воздуха α называется отношение количества воздуха действительно израсходованного на сгорание топлива Q_d , к количеству воздуха теоретически рассчитанного необходимого для полного сгорания топлива Q_T

$$\alpha = \frac{Q_d}{Q_T}.$$

Уменьшение коэффициента избытка воздуха по отношению к его оптимальному значению приводит к повышенному расходу топлива за счет не полного его сгорания. При чрезмерном увеличении α процесс сгорания будет менее эффективным из-за потерь на нагрев избыточного воздуха. Температуру, которую приобретают газообразные продукты сгорания, называют температурой горения топлива.

Процесс горения можно определять по составу продуктов сгорания топлива. Так, отсутствие в продуктах сгорания оксида углерода CO свидетельствует о полном сгорании топлива, и наоборот.

Для определения состава продуктов сгорания предназначены специальные приборы, которые позволяют в контролируемой трубе определить содержание углекислого газа CO₂, оксида углерода CO и кислорода O₂.

Так для карбюраторных двигателей содержание CO не должно превышать 1,5 % по массе от всех выхлопных газов, на минимальных оборотах холостого хода, и 2,0 % при повышенной частоте вращения коленчатого вала. Повышенная частота вращения коленчатого вала указывается в технических условиях эксплуатации для каждого двигателя индивидуально. А в общем случае она лежит в диапазоне от 2000 мин⁻¹ до 0,8 частоты коленчатого вала, при которой двигатель развивает максимальную мощность. Однако во время эксплуатации при контрольных проверках на линии, допускается содержание CO до 3 % при минимальной частоте вращения коленчатого вала.

Дымность дизельных двигателей в эксплуатации не должна превышать 40 % в режиме свободного ускорения и 15 % при минимальной частоте вращения коленчатого вала. Содержание углеводородов не должно превышать 1200 объемных частей на 1 млн. объемных частей воздуха для двигателей с числом цилиндров до четырех включительно, и 3000 объемных частей на 1 млн. объемных частей воздуха для двигателей с числом цилиндров более четырех на минимальных оборотах холостого хода.

Нефть – основное сырье для получения топлива и смазочных масел.

Нефть представляет собой сложную смесь различных соединений углерода с водородом. По элементарному составу она содержит 83 ... 87 % углерода; 11 ... 14 % водорода; 0,1 ... 1,2 % кислорода; 0,02 ... 1,7 % азота; 0,01 ... 5,5 % серы. По внешнему виду нефть маслянистая жидкость от темно-коричневого до желтого цвета. Ее плотность составляет 0,75 ... 1,3 г/см³.

На основании исследований ученых установлено, что нефть имеет органическое происхождение. Исходными веществами для образования нефти послужили продукты распада растительных и животных организмов. Они разлагались главным образом под действием бактерий, которые, отмирая, сами входили в образующийся органический остаток. Образовавшиеся в результате распада органические соединения накапливались в осадочных отложениях прибрежно-морских зон, а также к ним добавлялись аналогичные вещества, приносимые водными потоками из различных зон. В течение последующих геологических периодов при погружении морского дна и перемещениях осадочных пород содержащееся там органическое вещество под действием тепла и давления распадалось и превращалось в газообразные и жидкие углеводороды нефти. Таким образом, состав и свойства нефти зависят от характера исходного органического вещества, свойства окружающих пород и времени образования.

Основную массу нефти составляют углеводороды трех главных групп – парафиновые, нафтеновые и ароматические.

Парафиновые углеводороды составляют основную массу нефти, они устойчивы к реакциям разложения. Эти качества оказывают большое влияние на эксплуатационные свойства топлива в частности (на мягкость работы, высокие противодетонационные свойства). Однако они обладают низкой температурой застывания, что делает их присутствие в зимних видах топлива и смазочных маслах крайне нежелательным.

Нафтеновые углеводороды более инертны к окислению по сравнению с парафиновыми. Поэтому они понижают температуру застывания, что является ценным составным компонентом зимних видов

топлива и масел. Содержание нефтяных углеводородов в нефти колеблется в пределах от 20 до 30 %, а в масляных фракциях достигает 70 %.

Ароматические углеводороды обладают высокой термической стойкостью к реакциям разложения. Для этих углеводородов характерны более высокие значения вязкости, плотности, температуры кипения. По этим причинам их присутствие повышает противодетонационные свойства карбюраторного топлива. В силу этих же причин ароматические углеводороды нежелательны в дизельном топливе, так как они вызывают увеличение периода задержки самовоспламенения, что вызывает жесткую работу дизеля. В нефти содержится от 10 до 50 % ароматических углеводородов.

В процессе термической обработки нефти образуются непредельные углеводороды. Они легко окисляются и имеют склонность к реакциям присоединения и уплотнения, в результате чего образуются смолисто-асфальтовые вещества. Это весьма нежелательно для моторного топлива и смазочного масла, а также это свойство вызывает смолообразование в топливе при хранении, особенно в крекинг-бензинах.

Помимо выше названных составляющих в нефти содержатся органические кислоты. Они не вызывают коррозию черных металлов, но с цветными металлами интенсивно взаимодействуют (особенно с цинком и свинцом).

Смолисто-асфальтовые вещества являются сложными соединениями углерода, водорода и кислорода. Наибольшее количество смолисто-асфальтовых веществ содержится в тяжелых фракциях нефти.

Сернистые соединения могут быть в свободном виде или в составе смолисто-асфальтовых веществ. Они бывают активные и нейтральные. Первые вступают в реакцию с металлами, и их наличие в нефтепродуктах недопустимо. Вторые менее вредные, даже некоторые из них повышают прочность масляной пленки. Для топлива все сернистые соединения нежелательны, так как при сгорании выделяется сернистый и серный газы, которые, вступая в реакцию с водой, вызывают сильную коррозию деталей двигателя.

Азотистые соединения, минеральные примеси, и вода содержатся в нефти в небольших количествах и практически полностью могут быть удалены при очистке и отстаивании нефтепродуктов.

Получение топлива и смазочных масел из нефти. Основная масса жидкого топлива и смазочного масла получается путем прямой перегонки нефти, или при перегонке химическим способом (крекинг-способ). Принципиальная схема комплексной переработки нефти и остаточного продукта – мазута представлены на рис. 1, 2.

Прямая перегонка нефти представляет собой процесс разделения ее на отдельные фракции, отличающиеся между собой в первую очередь температурой кипения. Для этого нефть нагревают, а образующиеся пары отбирают и конденсируют по частям. В результате перегонки получают топливные дистилляты и остаток, называемый мазутом, который в дальнейшем может быть использован для химической переработки или получения смазочных масел.

Процесс прямо перегонки нефти проводят на установках непрерывного действия, позволяющих в едином технологическом процессе осуществить испарение и фракционирование дистиллятов, такая нефтеперегонная установка показана на рис. 3. Процесс разделения нефти на топливные дистилляты и затем мазута на масляные дистилляты происходит следующим образом.

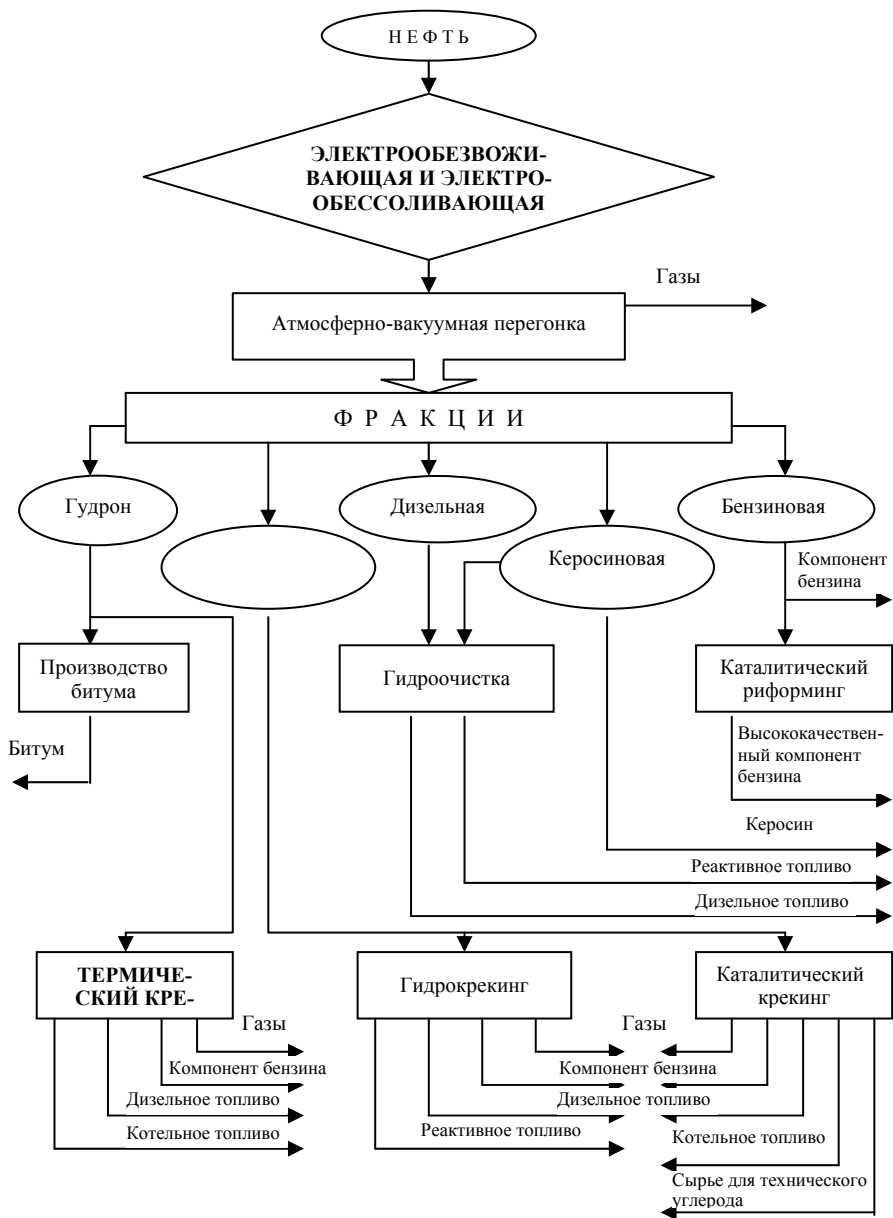


Рис. 1 Принципиальная схема комплексной переработки нефти

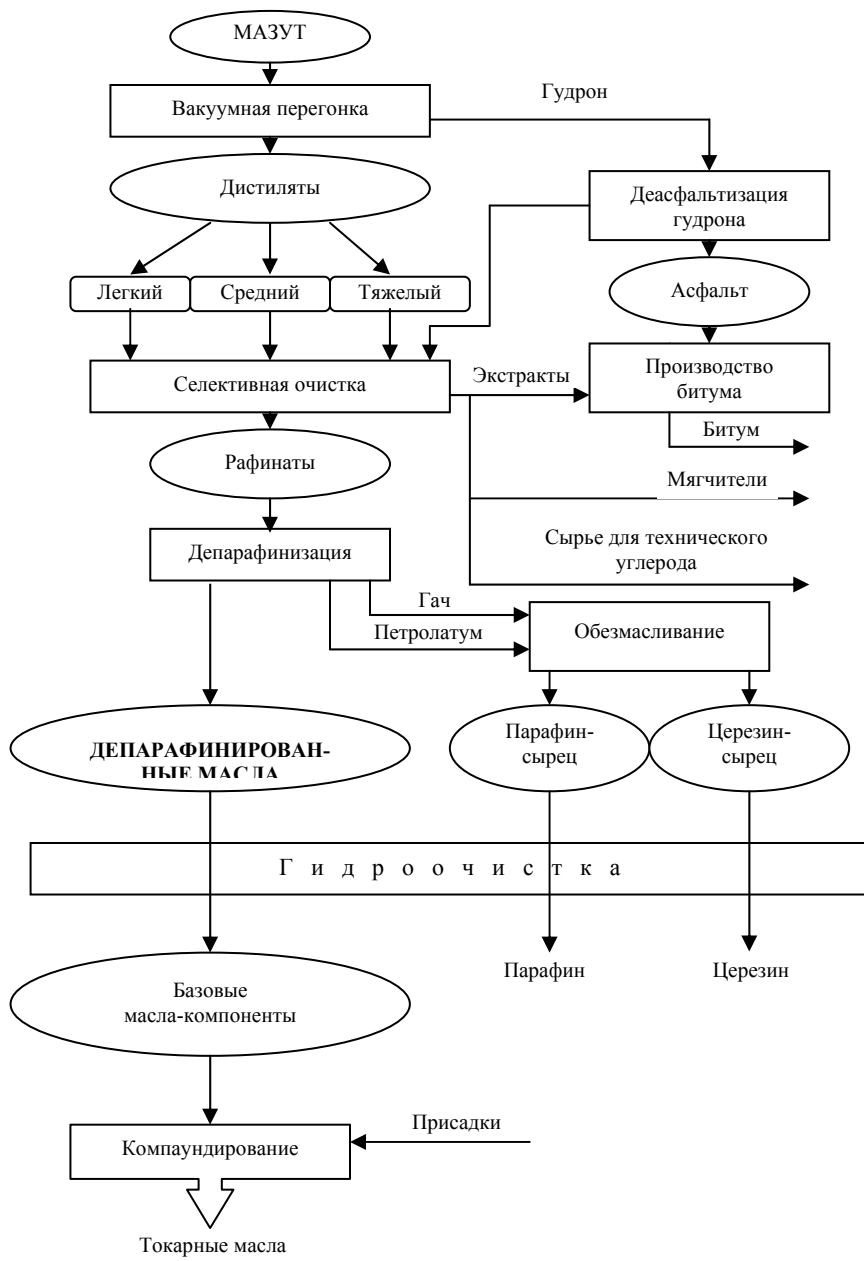


Рис. 2 Принципиальная схема переработки мазута

Подаваемая насосом 2 нефть под давлением около 1 МПа поступает в небольшую испарительную колонну 3, откуда легкокипящая часть идет в ректификационную колонну 5, а основная масса поступает в трубчатую печь 4. Нефть, проходя по змеевику, плавно нагревается поточными газами, до температуры 330 ... 350 °С, а затем частично испаряется. Смесь паров нефти и неиспарившейся ее части из змеевика трубчатой печи поступает в ректификационную колонну 5.

Пары нефти поднимаются в верхнюю часть колонны, которая разделена металлическими тарелками с отверстиями 6, прикрытыми колпачками. Поднимающаяся вверх в колонне смесь паров нефти охлаждается и конденсируется на соответствующих тарелках. Сверху колонны подается орошение; в качестве оросителя используется часть легкокипящей фракции.

В результате первой перегонки получают топливные дистилляты при соответствующих температурах нагрева: бензиновый – 40 ... 200 °С; керосиновый – 140 ... 300 °С; газойлевый – 250 ... 350 °С. В остатке получают мазут, который далее используют для получения масляных дистиллятов по аналогичной схеме, только мазут нагревают до температуры 420 ... 430 °С.

После отгона из мазута масляных дистиллятов в остатке получают гудрон или полугудрон. Применяя глубокую обработку гудронов и полугудронов серной кислотой получают высоковязкие остаточные смазочные масла (в основном авиационные).

Химический (деструктивный) метод переработки нефти (крекинг-метод). При прямой перегонке нефти выход светлых фракций, в частности для бензинов составляет не более 9 ... 12 %, редко до 20 %. Повышение спроса на бензин вызвало необходимость увеличения его производства, что оказалось возможным благодаря применению деструктивных методов (расщепления высокомолекулярных фракций на фракции с меньшей молекулярной массой), такой метод получил название крекинг-процесс. Используя этот процесс стало возможным увеличить выход бензиновых фракций из нефти до 50 ... 60 %.

Крекинг-процесс, протекающий под действием теплоты, называется термическим, а в присутствии катализатора – каталитическим. Основными факторами термического крекинга являются температура, давление, время процесса. Если крекинг-процесс осуществляется при давлении 2 ... 5 МПа и температуре 400 ... 500 °С, он называется жидкофазным крекингом, а при давлении 0,2 ... 0,6 МПа и температуре 550 °С и выше – парофазным. Например, если при 400 °С для получения 30 % бензина из мазута необходимо около 12 ч., то при нагреве до 500 °С время процесса составляет всего лишь 30 мин.

Каталитический крекинг по сравнению с термическим более совершенный технологический процесс, так как часть образующихся непредельных углеводородов превращается в предельные за счет катализатора. Вследствие этого качество бензинов каталитического крекинга более высокое чем термического. Катализаторами служат алюмосиликаты.

Путем выделения из природного газа и газов крекинга легких бензиновых углеводородов с последующим их сжижением получают "газовый" бензин. Такой бензин находит применение в качестве высококачественной добавки к бензинам прямой перегонки и крекинг-бензинам.

Получение жидкого топлива из не нефтяного сырья. Бурное развитие машиностроения вызвало необходимость расширения сырьевой базы для получения жидкого топлива и смазочных масел. Благодаря достижениям науки теперь для получения жидкого топлива могут служить угли, сланцы, торф, газообразные продукты, а также спирты (этиловый и метиловый). Промышленная технология располагает следующими основными способами получения жидкого топлива: термическая переработка твердых горючих ископаемых (с получением смол для последующей перегонки); деструктивная гидрогенизация; синтез газов.

Термическая переработка. При такой переработке твердое горючее нагревают без доступа воздуха до температуры 500 ... 550 °С. Конечным продуктом является полукокс, смола и газы. Полученную смолу подвергают фракционной перегонке как нефть. При этом получают бензина 18 ... 22 %, керосина 20 ... 25 % и мазута 50 ... 60 %. Последний – используют как сырье для крекинг-процесса.

Деструктивная гидрогенизация заключается в расщеплении исходного сырья и гидрировании с целью присоединения водорода для получения смеси углеводородов. Процесс происходит следующим об-

разом. Исходное сырье измельчают в порошок, а затем смешивают со смолой или остатком нефти. Полученную пасту вводят в реактор, где находится водород и определенные катализаторы. При температуре 480 ... 500 °С и давлении 20 ... 30 МПа пасту насыщают водородом, и она сжижается. И далее полученную жидкую массу направляют на фракционную перегонку. При гидрогенизации угля выход бензина доходит до 60 %, газа до 30 %.

Синтез газов основан на получении углеводородов путем взаимодействия оксида углерода СО с водородом, при повышенном давлении в присутствии катализатора. В результате синтеза газов получается бензин и конденсатное масло. Выход бензина составляет 40 ... 45 %, дизельного топлива 15 ... 20 % и тяжелой фракции 10 ... 17 %.

Спирты – этиловый и метиловый могут служить заменителями бензина. Они обладают высоким октановым числом (90 – 94), имеют большую, чем у бензина, скрытую теплоту испарения, что снижает тепловую напряженность деталей двигателя, но одновременно затрудняет пуск двигателя особенно в холодную погоду. Из-за меньшей теплопроводности спиртов их расход увеличивается, однако высокая полнота сгорания обуславливает значительно меньше выделение оксида азота и нагароотложение. В перспективе спирты могут применяться в виде добавок к бензинам. При опытной эксплуатации автомобилей на бензинометанольной смеси, содержащей 3 ... 5 % метилового спирта, экономия бензина составила 1,5 ... 3 %.

Получение синтетических масел. Основную массу смазочных масел получают путем перегонки нефтяного мазута, однако, для современных машин требуются масла более высокого качества с заранее заданными эксплуатационными свойствами. Такие масла называются синтетическими или полусинтетическими, их получают путем синтеза определенных групп углеводородов с введением ряда специализированных соединений.

Различают две группы синтетических масел. Одни из них обладают устойчивостью к воздействию высоких температур, низкой температурой застывания, и хорошими антикоррозийными свойствами. Вместе с тем смазывающая способность у них по сравнению с нефтяными несколько хуже. Они называются полисилоксановые масла.

Другой группой синтетических масел, является полиалкиленгликоли, это продукт конденсации двухатомных спиртов. Эти масла не образуют отложений на нагретых деталях двигателя, обладают хорошими смазывающими качествами и вязкостными свойствами, а также низкой температурой замерзания. Применение таких масел ограничено их высокой стоимостью.

Способы очистки топлива. Методы очистки подразделяются на химические, при которых нежелательные соединения топлива вступают в химические реакции с реагентом, и физические – при которых топливо очищают путем растворения нежелательных соединений или абсорбцией.

К химическим способам очистки относится очистка серноокислотная H_2SO_4 , щелочная NaOH, гидрогенизационная.

К физическим – очистка селективными (избирательными) растворителями и различными абсорбентами – они также выступают в качестве катализаторов непредельных углеводородов, вызывая реакции полимеризации.

Способы очистки смазочных масел. Масляные дистилляты после перегонки мазутов содержат целый ряд нежелательных веществ, таких, как смолисто-асфальтовые, органические кислоты, легко окисляющиеся и полимеризующиеся углеводы, которые очень сильно снижают качество масел.

Наиболее широко применяются следующие способы очистки масляных дистиллятов: кислотно-щелочная, кислотно-контактная, селективная, а также деасфальтизация и депарафинизация.

Депарафинизация проводится для масляных дистиллятов, получаемых из парафинистой нефти. При этом процессе из масла удаляются углеводороды, склонные к кристаллизации при понижении температуры.

Деасфальтизация применяется для масел с высоким содержанием смолисто-асфальтовых веществ, затрудняющих серно-кислотную или селективную очистку. После деасфальтизации масляный дистиллят поступает на основную очистку. При деасфальтизации используют специальные растворители, которые преобразуют смолисто-асфальтовые вещества в осадок, после чего этот осадок удаляется механическим путем.

Общие физико-химические показатели нефтепродуктов. Для надежной и долговечной работы механизмов и систем топливо-смазочные материалы должны соответствовать требованиям ГОСТ. При

этом основным критерием характеризующим качество топливо-смазочных материалов являются физико-химические свойства. Рассмотрим основные из них.

Плотность – это масса вещества, содержащаяся в единице объема. Различают абсолютную и относительную плотность.

Абсолютная плотность определяется как

$$\rho = \frac{m}{W},$$

где ρ – плотность, кг/м³; m – масса вещества, кг; W – объем, м³.

Плотность имеет значение при определении весового количества топлива в резервуарах. Плотность всякой жидкости, в том числе и топлива, изменяется с изменением температуры. Для большинства нефтепродуктов плотность уменьшается с увеличением температуры и увеличивается с уменьшением температуры.

На практике часто имеют дело с безразмерной величиной – относительной плотностью. Относительной плотностью нефтепродукта называется отношение его массы при температуре определения к массе воды при температуре 4 °С, взятой в том же объеме, поскольку масса 1 л воды при 4 °С точно равна 1 кг. Относительная плотность (удельный вес) обозначается ρ_4^{20} . Например, если 1 л бензина при 20 °С весит 730 г, а 1 л воды при 4 °С весит 1000 г, то относительная плотность бензина будет равна:

$$\rho_4^{20} = \frac{730}{1000} = 0,730.$$

Относительная плотность нефтепродукта ρ_4^{20} принято выражать величиной, относящейся к нормальной температуре (+20 °С), при которой значения плотности регламентируются государственным стандартом. В паспортах, характеризующих качество нефтепродукта, плотность также указывается при температуре +20 °С. Если известна плотность ρ_4^t при иной температуре, то по ее значению можно вычислить плотность при 20 °С (т.е. привести фактическую плотность к стандартным условиям) по формуле

$$\rho_4^{20} = \rho_4^t + \gamma(t - 20),$$

где γ – средняя температурная поправка плотности, величина, которая берется в зависимости от величины измеряемой плотности ρ_4^t по табл. 1.

1 Температурные поправки к плотности нефтепродуктов

Плотность, г/см ³	t поправка на 1 °С	Плотность, г/см ³	t поправка на 1 °С
0,6900 ... 0,6999	0,000910	0,8500 ... 0,8599	0,000699
0,7000 ... 0,7099	0,000897	0,8600 ... 0,8699	0,000686

0,7100 ... 0,7199	0,000884	0,8700 ... 0,8799	0,000673
0,7200 ... 0,7299	0,000870	0,8800 ... 0,8899	0,000660
0,7300 ... 0,7399	0,000857	0,8900 ... 0,8999	0,000647
0,7400 ... 0,7499	0,000844	0,9000 ... 0,9099	0,000633
0,7500 ... 0,7599	0,000831	0,9100 ... 0,9199	0,000620
0,7600 ... 0,7699	0,000818	0,9200 ... 0,9299	0,000607
0,7700 ... 0,7799	0,000805	0,9300 ... 0,9399	0,000594
0,7800 ... 0,7899	0,000792	0,9400 ... 0,9499	0,000581

Рассматривая плотность как весовую, по объему V_t и плотности ρ_4^t (замеренных при одной и той же температуре t) находится вес топлива при замеренной температуре

$$G_t = V_t \rho_4^t.$$

При повышении температуры объем нефтепродуктов увеличивается и определяется по формуле

$$V_2 = V_1(1 + \Delta t \beta),$$

где V_2 – объем нефтепродукта при повышении температуры на 1 °С; V_1 – первоначальный объем нефтепродукта; Δt – разность температур; β – коэффициент объемного расширения нефтепродукта (табл. 2).

**2 Коэффициенты объемного расширения нефтепродуктов
в зависимости от плотности при +20 °С на 1 °С**

Плотность, г/см ³	β	Плотность, г/см ³	β
0,700 ... 0,710	0,00127	0,800 ... 0,810	0,00095
0,710 ... 0,720	0,00123	0,800 ... 0,810	0,00092
0,720 ... 0,730	0,00120	0,800 ... 0,810	0,00089
0,730 ... 0,740	0,00116	0,800 ... 0,810	0,00087
0,740 ... 0,750	0,00113	0,800 ... 0,810	0,00084
0,750 ... 0,760	0,00110	0,800 ... 0,810	0,00082
0,760 ... 0,770	0,00107	0,800 ... 0,810	0,00079
0,770 ... 0,780	0,00104	0,800 ... 0,810	0,00077
0,790 ... 0,80	0,00098	0,800 ... 0,810	0,00072

Наиболее распространенными методами измерения плотности ареометрический, пикнометрический и метод гидростатического взвешивания. В последнее время успешно развиваются автоматические методы: вибрационные, ультразвуковые, радиоизотопные, гидростатические.

Ареометрический метод основан на использовании показаний ареометра (нефтеденсиметра), который представляет собой стеклянный цилиндрический корпус, заканчивающийся в верхней части запаянным стержнем с помещенным внутри градуировочной шкалой плотности (рис. 4). Нижняя часть балластной камеры заполнена балластом постоянного веса (дробь или высечка). Обычно в нижнюю часть ареометра впаивается термометр с ценой деления 1 °С, что позволяет одновременно с измерением плотности определять и температуру нефтепродукта.

Применение ареометров основано на законе Архимеда, согласно которому на тело, погруженное в жидкость, действует выталкивающая сила, направленная вертикально вверх и равная весу вытесненной жидкости в объеме погруженной части ареометра.

Пикнометр представляет собой стеклянную колбу с высоким узким горлом, на которой имеется черта, указывающая объем пикнометра, например, 20 мл. Пикнометрический метод основан на определении относительной плотности – отношения массы испытываемого нефтепродукта к массе воды, взятой в том же объеме и при той же температуре. Плотность нефтепродуктов с использованием этого метода определяют с точностью до четвертого знака после запятой. Используя для взвешивания аналитические весы с погрешностью не более 0,0002 г. Методика определения плотности нефтепродуктов пикнометрическим методом изложена в ГОСТ 3900–85.

При определении взвешивания в сосуд с жают поплавков (масса и уравнивают весы Вестфаля). Метод измерения взвешиванием также основан

Для оперативного измерения температуры светлых нефтепродуктов на необходимой глубине, портативные плотномеры разработанные фирмой и 1997 г. соответственно. ванного датчика плотности преобразователя, тросом с разъемом на измерений плотности и жидкокристаллический взрывозащищенном плотности 650 ... 1070 кг/м³;

Вязкость – свойство част- взаимному перемещению под динамическую и практических условиях вязкость, которая равна отношению динамической вязкости к плотности:

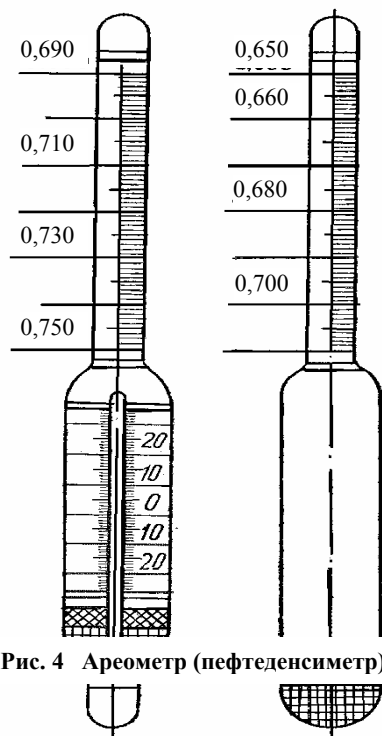


Рис. 4 Ареометр (нефтеденсиметр)

плотности методом гидростатического исследуемым нефтепродуктом погру-объем которого известны) и гирями – рейтерами (весы Мора-плотности гидростатическим на законе Архимеда.

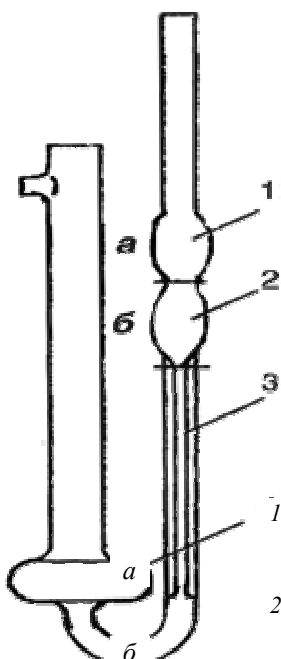
реция реальной плотности и продуктов непосредственно в резервуа- без отбора проб применяются Densimeter 921 и Density Meter DM-230, "LEMIS" по заявке ГП Роснефть в 1994 Плотномер состоит из комбиниро- температуры и электронного соединенных между собой кабелем- корпусе преобразователя. Результаты температуры выводятся на дисплей. Плотномер выполнен во исполнении. Диапазон измерения температуры –20 ... +50°.

тиц жидкости оказывать сопротивление действием внешней силы. Различают кинематическую вязкость. В больше интересует кинематическая

$$\nu = \frac{\eta}{\rho} C m .$$

Вязкость жидкости определяется в капиллярных вискозиметрах и измеряется в стоксах (С), размерность которого мм²/с.

Кинематическая вязкость нефтепродуктов определяется по ГОСТ 33–82 в капиллярных вискозиметрах ВПЖ-1, ВПЖ-2 и Пинкевича (рис. 5). Вязкость прозрачных жидкостей при положительных температурах находят с помощью вискозиметров ВПЖ-1. Вискозиметры ВПЖ-2 и Пинкевича применяют для различных температур и жидкостей. Кинематическая вязкость топлива, предназначенного для применения в высокооборотных дизелях, нормируется при 20 °С, низкооборотных – при 50 °С, моторных масел – при 100 °С.



Капиллярный вискозиметр Пинкевича

Определение кинематической вязкости в капиллярном вискозиметре основано на том, что вязкость жидкости прямо пропорциональна времени истечения ее через капилляр, обеспечивающий ламинарность потока.

Вискозиметр Пинкевича состоит из сообщающихся трубок различающихся диаметром. Для каждого вискозиметра указывается его постоянная C , представляющая собой отношение вязкости калибровочной жидкости ν_{20}^k при $20\text{ }^\circ\text{C}$ ко времени протекания τ_{20}^k этой жидкости под действием собственной массы также при $20\text{ }^\circ\text{C}$ из объема 2 от метки a до метки b через капилляр 3 в расширение 4 (рис. 5).

Рис. 5 Капиллярный вискозиметр Пинкевича:
1, 2, 4 – расширение;
3 – капилляр

$$C = \frac{\nu_{20}^k}{\tau_{20}^k}$$

Вязкость нефтепродукта при температуре $t\text{ }^\circ\text{C}$ находится по формуле

$$\nu = C\tau_t,$$

где C – постоянная вискозиметра; τ_t – время, за которое нефтепродукт перетекает от метки a к метки b , с.

Влияние физико-химических свойств топлива на процесс смесеобразования. Одно из важнейших требований к качеству дизельного топлива – легкая прокачиваемость при различных температурах окружающей среды. Это качество определяется вязкостью и температурой застывания топлива. Вязкость дизельного топлива зависит от температуры и примерная зависимость приведена в табл. 3.

3 Зависимость вязкости топлива от температуры

Дизельное топливо	Кинематическая вязкость, мм ² /с, при температуре, °С			
	20	0	–10	–20
Летнее	6,36	12,94	20,59	50,92
Зимнее	4,26	8,36	12,43	20,6

При повышении вязкости дизельное топливо хуже проходит через топливные фильтры, что способствует снижению подачи топлива и падению мощности.

Распыливание топлива ухудшается с повышением вязкости за счет образования крупных капель, хотя увеличивается глубина их проникновения в среду сжатого воздуха.

При малой вязкости процесс смесеобразования также ухудшается из-за снижения скорости проникновения капель топлива в камеру сгорания, в результате чего топливовоздушная смесь неоднородна.

Оптимальная вязкость дизельного топлива с точки зрения распыливания и прокачиваемости – 3 ... 8 мм²/с при 20 °С. Поскольку для приборов системы питания дизельное топливо служит одновременно смазывающей жидкостью, то использования топлива с вязкостью меньше указанных значений недопустимо. В противном случае возрастает износ плунжерных пар, а также снизится коэффициент подачи топлива в камеру сгорания из-за увеличения утечек топлива через зазоры прецизионных пар. При повышении вязкости с 3 до 8 мм²/с коэффициент подачи топлива увеличивается на 15 ... 16 % [1].

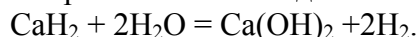
На вязкость также оказывает большое влияние и давление: с повышением давления вязкость топлива возрастает.

Содержание воды в нефтепродуктах. Вода в нефтепродуктах может находиться в свободном, эмульсионном и растворенном состояниях (гигроскопическом). Наличие воды в топливе недопустимо, так как при низких температурах образуются кристаллы льда, способные нарушить подачу топлива в двигатель. Кроме того, вода является одной из причин коррозии топливных агрегатов. Вода практически не смешивается с нефтяными продуктами и в следствии большой ее плотности всегда оседает на

дно емкости. Количество воды в растворенном состоянии зависит от химического и фракционного состава топлива и влажности окружающего воздуха.

Качественное (визуальное) определение содержания воды в бензинах возможно только при наличии капелек размером более 40 ... 50 мкм.

Количественное определение содержания гигроскопической воды в топливе основано на взаимодействии гидрида кальция с водой и измерении объема выделившегося при этом водорода



Механические примеси можно определять качественно, заливая топливо в стеклянный цилиндр диаметром 40 ... 55 мм и визуально наблюдая за взвешенными и осевшими на дно частицами.

Количественно весовым способом механические примеси определяют фильтрацией 100 г топлива через беззольный фильтр. Содержание механических примесей вычисляют по формуле

$$Q = \frac{m_1 - m_2}{m_3} \cdot 100 \%,$$

где Q – количество механических примесей, г на 100 г образца; m_1 – масса фильтра с механическими примесями, г; m_2 – масса чистого фильтра, г; m_3 – масса исследуемого топлива, г.

1.2 Эксплуатационные свойства топлива для карбюраторных двигателей (бензинов)

Карбюраторный двигатель – это разновидность двигателей внутреннего сгорания, который представляет собой устройство, в котором химическая энергия топлива при сгорании преобразуется вначале в тепловую энергию, а затем в механическую работу. К этому типу относятся поршневые и реактивные двигатели и газовые турбины. На автомобилях и тракторах в основном используются поршневые двигатели.

У поршневых двигателей в полезную работу превращается 20 ... 40 % теплоты, а остальное количество теплоты растрачивается. Основными составляющими потерь являются: нагрев деталей двигателя и далее охлаждающей жидкости; унос теплоты с отработавшими газами в атмосферу; некачественное сгорание топлива. В связи с этим работа по повышению экономичности поршневых Д.В.С. проводятся в следующих направлениях: усовершенствование конструкции самого двигателя и режима его эксплуатации; изыскания новых качественных видов топлива.

Поэтому одним из важных факторов, от которого зависят технико-экономические показатели двигателя – это качество применяемого топлива и поэтому оно должно обладать определенными свойствами и характеристиками, и отвечать следующим требованиям:

- 1 Иметь высокую теплоту сгорания.
- 2 Обладать хорошими смесеобразующими свойствами, обуславливающие легкий пуск двигателя, плавный переход с одного режима работы на другой и устойчивую работу двигателя при эксплуатации в различных климатических условиях.
- 3 Не детонировать на всех эксплуатационных режимах.
- 4 Не образовывать нагароотложений, приводящие к перегреву и повышенному износу двигателя.
- 5 Не вызывать коррозию деталей как при непосредственном контакте с ним, так и от образующихся продуктов сгорания.
- 6 Быть стабильным при транспортировке и хранении, т.е. не изменять своих первоначальных свойств.
- 7 Иметь низкую температуру застывания, чтобы обеспечивать хорошую прокачиваемость при отрицательных температурах окружающего воздуха.
- 8 Не оказывать вредного воздействия на человека и окружающую среду.

Условия горения топлива в карбюраторном двигателе. Рабочий процесс в карбюраторном двигателе состоит из четырех тактов. При первом такте (всасывание) рабочая смесь попадает в камеру сгорания цилиндра.

При втором такте (сжатие) в зависимости от степени сжатия ε давление в камере сгорания повышается до 1 ... 1,2 МПа, а температура смеси возрастает до 260 ... 370 °С.

При третьем такте (рабочий ход) приготовленная смесь воспламеняется от свечи зажигания. Выделившаяся теплота, за счет расширения газов, преобразуется в механическую работу.

При четвертом такте (выпуск) продукты сгорания топлива в виде газов удаляются из цилиндра в атмосферу. После этого весь рабочий процесс в двигателе повторяется.

Теплота сгорания. Количество теплоты, выделяемое при сгорании топливно-воздушной смеси, зависит от теплоты сгорания топлива и состава смеси. Чем выше теплота сгорания, тем меньше затраты топлива на единицу мощности. Теплота сгорания топливно-воздушной смеси подсчитывается по формуле

$$Q_{\text{т.с.}} = \frac{Q_{\text{н}} \eta_{\text{п.с.}}}{1 + \alpha L_{\text{т.в.}}},$$

где $Q_{\text{н}}$ – нижняя удельная теплота сгорания или рабочая – это теплота сгорания, получаемая в практических условиях; $\eta_{\text{п.с.}}$ – коэффициент полноты сгорания топлива; α – коэффициент избытка воздуха; $L_{\text{т.в.}}$ – теоретическое количество воздуха, необходимого для полного сгорания 1 кг топлива.

Воспламенение топливно-воздушной смеси зависит от ее состава и вида топлива. Также на воспламенение смеси оказывает влияние температура и давление, с возрастанием их значений пределы воспламеняемости увеличиваются. Различают верхний и нижний пределы воспламеняемости. За верхний предел принято такое содержание топлива в воздухе, при котором дальнейшее обогащение смеси делает ее невоспламеняемой. Нижний предел определяется недостатком топлива в воздухе, т.е. таким состоянием смеси, при котором дальнейшее обеднение делает ее невоспламеняемой.

Состав горючей смеси оценивают по коэффициенту избытка воздуха α , который представляет собой отношение массы воздуха $L_{\text{д}}$, действительно участвующего в процессе сгорания, к его теоретически необходимой массе $L_{\text{т}}$

$$\alpha = \frac{L_{\text{д}}}{L_{\text{т}}}.$$

Нормальная рабочая смесь – считается, при $\alpha = 1$ т.е. $L_{\text{д}} = L_{\text{т}}$. Для сгорания 1 кг топлива нужно около 15 кг воздуха. Двигатель, работающий на "нормальной" смеси развивает мощность близкую к максимальной, его удельный расход топлива несколько выше минимального.

Обедненная рабочая смесь. На 1 кг топлива приходится свыше 15 кг, но не более 16,5 кг воздуха. При работе на обедненной смеси мощность двигателя несколько снижается в следствии замедления скорости сгорания смеси, но экономичность повышается.

Бедная рабочая смесь. На 1 кг топлива приходится более 16,5 кг воздуха. Работа двигателя на бедной смеси сопровождается резким падением мощности и увеличением удельного расхода топлива. Смесь, у которой на 1 кг топлива приходится более 19,5 кг воздуха в цилиндре не воспламеняется.

Обогащенная рабочая смесь. На 1 кг топлива приходится менее 15 кг, но не менее 13 кг воздуха. В этом случае двигатель развивает максимальную мощность вследствие увеличения скорости горения, но экономичность его ухудшается.

Богатая рабочая смесь. На 1 кг бензина приходится менее 13 кг воздуха. Работа двигателя на богатой смеси вызывает падение мощности и значительно ухудшает экономичность. Смесь, в которой соотношение топлива и воздуха менее чем 1 к 7,5 в цилиндре не воспламеняется.

Внешним признаком работы карбюраторного двигателя на бедной смеси служат вспышки (выстрелы) в карбюратор, а на богатой смеси – в выпускной трубе.

Полнота сгорания топлива определяется качеством топливно-воздушной смеси. Оно зависит с одной стороны, от конструкции карбюратора и топливоподающей системы, с другой стороны от физико-химических свойств применяемого топлива. Основное из них испаряемость, которая характеризуется фракционным составом. Фракция – это часть бензина, выкипающая в определенных пределах.

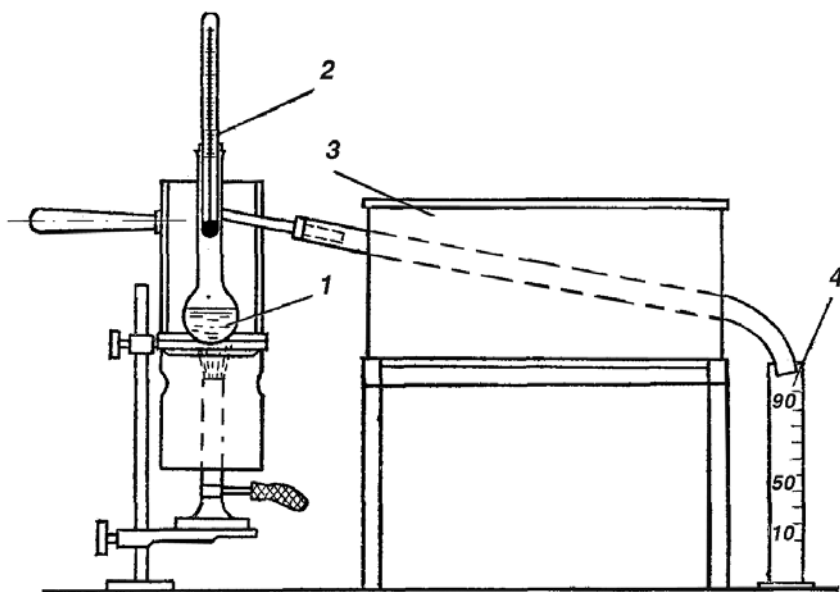
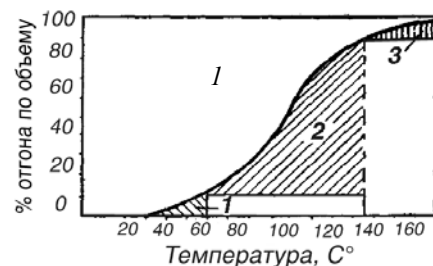


Рис. 1.6. Прибор для определения фракционного состава топлива.

Фракционный состав определяют по ГОСТ 2177–82 при помощи специального прибора (рис. 6).



Кривая фракции
автомобильного б
1-пусковые фракции
3-концевые или хво

Рис. 7 Кривая ф
автомобиль
1 – пусковые ф
3 – концевые ил

Рис. 6 Прибор для определения фракционного состава топлива. 1 – колба; 2 – термометр; 3 – холодильник; 4 – мерный цилиндр.

Пары топлива поступают в холодильник 3, где конденсируются и далее в виде жидкой фазы поступают в мерный цилиндр 4. В процессе перегонки фиксируют температуру, при которой выкипает 10, 20, 30 % и т.д. исследуемого топлива. Перегонку заканчивают, когда после достижения наивысшей температуры наблюдается небольшое ее падение. По результатам перегонки строят кривую фракционной разгонки испытуемого топлива (рис. 7).

Первая – пусковая фракция, обусловленная выкипанием 10 % топлива, характеризует его пусковые качества. Чем ниже температура выкипания этой фракции, тем лучше для запуска двигателя. Для зимних сортов бензина необходимо чтобы 10 % топлива выкипало при температуре не выше 55 °С, а для летних – не выше 70 °С.

Другая часть бензина, выкипающая от 10 до 90 % называют рабочей фракцией. Температура ее испарения не должна быть выше 160 ... 180 °С.

Тяжелые углеводороды бензина в интервале от 90 % выкипания до конца кипения представляют собой концевые или хвостовые фракции, которые крайне нежелательны в топливе. Наличие этих фракций приводит к отрицательным явлениям при работе двигателя: неполному сгоранию топлива, повышенному износу деталей за счет смывания смазки с гильз цилиндров и разжижения моторного масла в двигателе, увеличению нагарообразования.

Нормальное и детонационное горение. Различают нормальное и детонационное горение топлива. При нормальном сгорании рабочей смеси, ее части воспламеняются постепенно и сгорание происходит полное. Скорость распространения пламени при таком сгорании составляет 25 ... 40 м/сек, и скорость распространения пламени можно регулировать обеднением или обогащением рабочей смеси.

При нормальном горении в цилиндре давление нарастает плавно, но в результате повышения температуры и давления может начаться детонационное горение или взрывное. При этом скорость горения нарастает скачкообразно и достигает 1500 ... 2500 м/сек. В результате возникающий вибрации появляется характерный металлический стук.

В результате взрывного горения часть топлива не успевает полностью сгореть, что внешне сопровождается появлением дымного выхлопа. Взрывное горение приводит к перегреву деталей двигателя, при этом двигатель работает неуравновешенно, из-за перегрева прогорают поршни и клапаны, пригорают поршневые кольца, резко повышается износ цилиндро-поршневой и кривошипно-шатунной групп.

Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов, состава топлива на процесс горения. На характер сгорания топлива влияют следующие конструктивные факторы: степень сжатия, форма камеры сгорания, расположение и количество искровых свечей, материал поршней, головки блока и гильз.

Одним из путей повышения экономичности двигателя, и вместе с тем снижения их удельной массы, увеличения литровой мощности является повышение степени сжатия ϵ .

Однако беспредельно повышать степень сжатия нельзя, предельное ее значение равно 10 ... 12 ед. Дальнейшее увеличение ϵ приведет к возрастанию стоимости двигателя, требуется топливо с более высоким октановым числом, а это вызывает значительное увеличение давления и температуры в конце такта сжатия, что способствует самовоспламенению топлива.

Другим способом повышения мощности и экономичности двигателя является применение наддува. Однако, из за резкого повышения давления и температуры рабочей смеси требуется топливо с более высокой детонационной стойкостью.

Уменьшить детонацию можно снижением температуры рабочей смеси, что достигается более интенсивным охлаждением. Этому способствует более совершенная конструкция камеры сгорания, использование металла с большей теплопроводностью.

На характер сгорания оказывает влияние также и диаметр поршня, место расположения и число искровых свечей. Так, увеличение диаметра цилиндра или применение только одной свечи, возрастает время сгорания рабочей смеси, а в несгоревшей ее части резко повышается давление, что увеличивает возникновение детонации.

В качестве эксплуатационных факторов влияющих на процесс сгорания рабочей смеси, следует отметить:

- угол опережения зажигания;
- коэффициент избытка воздуха;
- нагарообразование в камере сгорания;
- частота вращения коленчатого вала.

Одним из главных факторов влияющих на сгорание рабочей смеси является качество используемого топлива, которое характеризуется детонационными свойствами.

Для исследования детонационной стойкости бензина применяется метод сравнения испытуемого бензина с детонационной стойкостью эталонного топлива. Это топливо представляет собой смесь двух углеводородов – изооктана и гептана. Высокая детонационная стойкость изооктана оценивается 100 ед., а низкая гептана – 0 ед., и показателем детонационной стойкости бензинов является октановое число.

Октановым числом называется величина численно равная процентному содержанию (по объему) изооктана в смеси с гептаном. Если октановое число топлива равно 76, то это значит, что детонационная стойкость этого топлива такая же, как у смеси, состоящей из 76 % изооктана и 24 % гептана.

Существует два метода определения октанового числа топлива – моторный и исследовательский.

Моторный метод определения октанового числа топлива заключается в следующем. Устанавливают нормальный режим работы одноцилиндрового двигателя с изменяемой степенью сжатия на испытуемом топливе. Далее, изменяя степень сжатия, добиваются появления интенсивной детонации. Затем подбирают такую эталонную смесь изооктана с гептаном, которая при тех же условиях работы двигателя, будет также устойчиво детонировать. И по соотношению изооктана и гептана дают заключение о испытуемом топливе.

Исследовательский метод заключается в менее жестком режиме работы лабораторного двигателя на испытуемом топливе. Поэтому октановое число по исследовательскому методу несколько выше, чем октановое число, определенное по моторному методу.

Анализ "октанового числа" в процессе эксплуатации показывает, что исследовательский метод лучше характеризует свойства бензина при работе двигателя в условиях загородной езды, а моторный метод – в тяжелых дорожных условиях. Если октановое число было определено исследовательским методом, то в марке бензина ставится индекс "И", например автомобильный бензин АИ-93, а при моторном методе бензин будет иметь обозначение А-76.

Увеличение октанового числа бензина возможно по ряду направлений:

- подбор соответствующего нефтяного сырья;
- совершенствование технологии переработки и очистки бензина.

Но наиболее эффективным и экономичным способом повышения детонационных свойств является добавление к бензинам антидетонаторов. В качестве антидетонаторов применяется тетраэтилсвинец, представляющий собой густую, маслянистую бесцветную жидкость с плотностью $\rho = 1,66$, температурой кипения 200 °С, хорошо растворяющаяся в органических веществах (углеводородах, спиртах) и не растворяющаяся в воде. ТЭС – ядовитое вещество, поэтому при обращении с ним, и этилированным бензином необходимо соблюдать меры предосторожности.

Недостатком ТЭС является то, что свинец, находящийся в нем, из камеры сгорания удаляется не полностью, что приводит к осевыванию камеры сгорания. С целью уменьшения этого явления к ТЭС добавляют бромистые и хромистые соединения.

В современных двигателях применяют другое органическое соединение свинца – тетраметилсвинец (ТМС), который более эффективен по сравнению с ТЭС. Это объясняется тем, что в форсированных двигателях температурный режим достаточно высок, а ТЭС разлагается слишком рано, так как он не слишком термически устойчив, и в связи с этим часть вещества расходуется непроизводительно, а ТМС в отличие от ТЭС более термически устойчив.

В состав и ТЭС и ТМС входят красители, поэтому все этилированные бензины имеют окраску в отличие от неэтилированных. В табл. 4 приведен состав этиловых жидкостей, применяемых для производства этилированных бензинов, а по табл. 5 можно наблюдать увеличение октанового числа бензина при добавлении в него ТЭС.

4 Состав этиловых жидкостей

Компоненты	Содержание компонентов в этиловой жидкости, %		
	Р-9	1-ТС	П-2
Тетроэтилсвинец, не менее	54	58	55
Выносители свинца:			
1 бромистый этил	33	–	–
2 дибромэнат	–	36	–
3 дибромпропан	–	–	34,4
4 хлорнафталин	6,8	–	5,5
Антиокислитель н-гидрооксидифениламин	0,02 ... 0,03	0,02 ... 0,03	0,02 ... 0,03
Краситель – диэтиламинобензол, г/кг	0,4	0,503	0,502
Наполнитель – бензин Б-70	до 100 %		

Плотность этиловой жидкости при 20 °С, г/см ³	1,47 ... 1,51
--	---------------

5 Зависимость между содержанием ТЭС в изоктане и октановым числом

Содержание ТЭС в изооктане, г/кг	Октановое число
0,0000	100
0,0474	101
0,1011	102
0,1584	103
0,2214	104
0,2214	105
0,3800	106
0,4680	107
0,5640	108
0,6785	109
0,8123	110

В зависимости от условий эксплуатации двигателей автомобильные бензины подразделяются на летние и зимние.

В зимних бензинах больше содержится легких фракций, которые обеспечивают более легкий пуск, прогрев и эксплуатацию двигателя в зимних условиях.

Использование бензина более низкой детонационной стойкости, чем он указывается в инструкции по эксплуатации двигателя, вызывает детонационное сгорание топлива, которое приводит к увеличению износа, прогару прокладок головки цилиндров, снижению мощности и экономичности.

Применение бензина с более высоким октановым числом также нежелательно: в техническом отношении – из-за возрастания температуры сгорания прогорают клапаны, поршни, в экономическом плане – из-за более высокой стоимости по отношению к низкооктановым бензинам.

В эксплуатационных случаях можно кратковременно использовать авиационные бензины и их смеси.

Основные показатели качества отечественных автомобильных бензинов представлены в табл. 6, 7.

6 Основные показатели качества низкооктановых отечественных автомобильных бензинов

Показатели	ГОСТ–2084		
	А-72	А-76	А-80
Октановое число, не менее:			
по моторному методу	72	76	80
по исследовательскому	–	–	–

методу			
Содержание свинца в бензине, г/кг не более	не содержит	0,24	0,15
Фракционный состав: летнего/зимнего			
1 температура начала перегонки °С, не ниже	35	35	35
2 10 % перегоняется при температуре, °С, не выше	70/55	70/55	70
3 50 % перегоняется при температуре, °С, не выше			
4 90 % перегоняется при температуре, °С, не выше	115/100	115/100	115
5 конец кипения, °С, не выше			180
	180/160	180/160	205
	195/185	195/185	
Содержание (массовая доля) серы, %, не более	0,12	0,10	0,05
Цвет этилированного бензина	розовый	желтый	не окрашен

7 Основные показатели качества высокооктановых отечественных автомобильных бензинов

Показатели	ГОСТ 2084				
	АИ-91	АИ-92	АИ-93	АИ-95	АИ-98
Октановое число, не менее:					
по моторному методу	82,5	83	85	–	89
по исследовательскому методу	91	92	93	95	98
Содержание свинца в бензине, г/кг, не более	нет	0,24	0,37	нет	0,50

Фракционный состав: летнего/зимнего					
1 температура начала перегонки °С, не ниже	35	35	35	35	35
2 10 % перегоняется при температуре, °С, не выше	70/5	70/5	70/5	70	70
3 50 % перегоняется при температуре, °С, не выше				115	115
4 90 % перегоняется при температуре, °С, не выше	115/100	115/100	115/100		
5 конец кипения, °С, не выше	180/160	180/160	180/160	180	180
Содержание (массовая доля) серы, %, не более	0,12	0,10	0,10	–	0,10
Цвет этилированного бензина	не окрасен	желтый	оранжево-красный	не окрасен	синий

Одним из путей получения новых видов топлива это применение в качестве моторного топлива водонбензиновой эмульсии. При этом снижается теплонапряженность Ц. П. Г., без снижения КПД двигателя, уменьшение концентрации вредных выхлопных газов. Внедрение сдерживается из-за нестабильности такого топлива, не изучено влияние воды на износ, коррозию, образование нагароотложений и закоксовыванию поршневых колец. Проводились исследования с содержанием воды от 10 до 40 %, выявлено, что оптимальным считается 20 ... 25 %, что позволило заменить бензин А-80 на А-76, но при этом экономии бензина не наблюдалось.

1.3 Эксплуатационные свойства дизельного топлива

Дизельное топливо используют в двигателях с воспламенением от сжатия, называемых дизелями. Воздух и топливо подаются в камеру сгорания отдельно. В ходе всасывания в цилиндр поступает свежий воздух; при втором ходе сжатия – воздух сжимается до 3 ... 4 МПа (30 ... 40 кгс/см²). В результате сжатия температура воздуха достигает 500 ... 700 °С. В конце сжатия в цилиндр двига-

теля впрыскивается топливо, образуя рабочую смесь, которая нагревается до температуры самовоспламенения и воспламеняется.

Впрыскиваемое топливо распыляется форсункой, которая помещается в камере сгорания или в фор-камере. Средний диаметр капель топлива составляет примерно 10 ... 15 мкм.

По сравнению с карбюраторными двигателями дизельные двигатели отличаются высокой экономичностью, так как работают с более высокими степенями сжатия (12 ... 20 вместо 4 ... 10) и коэффициентом избытка воздуха $\alpha = 1,4 \dots 1,5$. Вследствие этого удельный расход топлива у них на 25 ... 30 % ниже, чем у карбюраторных двигателей.

Дизельные двигатели более надежны в эксплуатации и более долговечны, они обладают лучшей приемистостью, т.е. легче набирают обороты и преодолевают перегрузки. В то же время, дизели отличаются большей сложностью в изготовлении, большими габаритами и меньшей мощностью на единицу веса. Но, исходя из более экономичной и надежной работы, дизели успешно конкурируют с карбюраторными двигателями.

Для обеспечения долговечной и экономичной работы дизельного двигателя дизельное топливо должно отвечать следующим требованиям:

- иметь хорошее смесеобразование и воспламеняемость;
- обладать соответствующей вязкостью;
- иметь хорошую прокачиваемость при различных температурах окружающего воздуха;
- не содержать сернистых соединений, водорастворимых кислот и щелочей, механических примесей и воды.

Свойство дизельного топлива, характеризующее мягкую или жесткую работу дизеля, оценивают по его самовоспламеняемости. Эту характеристику определяют путем сравнения дизеля на испытуемом и эталонном топливе. Оценочным показателем служит цетановое число топлива.

Топливо, поступающее в цилиндры дизеля, воспламеняется не мгновенно, а через некоторый промежуток времени, который называется периодом задержки самовоспламенения. Чем он меньше, тем за меньший промежуток времени топливо сгорает в цилиндрах дизеля. Давление газов нарастает плавно, и двигатель работает мягко (без резких стуков). При большом периоде задержки самовоспламенения топливо сгорает за короткий промежуток времени, давление газов нарастает почти мгновенно, поэтому дизель работает жестко (со стуком). Чем выше цетановое число, тем меньше период задержки самовоспламенения дизельного топлива, тем мягче работает двигатель.

Самовоспламеняемость дизельного топлива оценивается обычно путем сравнения ее с самовоспламеняемостью эталонных топлив. В качестве эталонных топлив используется нормальный парафиновый углеводород цетан ($C_{16}H_{34}$), имеющий малый период задержки самовоспламенения (самовоспламеняемость цетана условно принята за 100) и ароматический углеводород α -метилнафталин $C_{10}H_7CH_3$, который имеет большой период задержки самовоспламенения (самовоспламеняемость его условно принята за 0).

Цетановое число топлива численно равно процентному содержанию цетана в его смеси с α -метилнафталином, которая по характеру сгорания (по самовоспламеняемости) равноценна испытуемому топливу. Используя эталонные топлива, можно получать смеси с любыми цетановыми числами от 0 до 100.

Цетановое число можно определить тремя способами: по совпадению вспышек, по запаздыванию самовоспламенения и по критической степени сжатия. Цетановое число дизельных топлив обычно определяют по методу "совпадения вспышек" на установках ИТ9-3, ИТ9-3М или ИТД-69 (ГОСТ 3122–67). Это одноцилиндровые четырехтактные двигатели, оборудованные для работы с воспламенением от сжатия. Двигатели имеют переменную степень сжатия $\varepsilon = 7 \dots 23$. Угол опережения впрыска топлива устанавливается равным 13° до верхней мертвой точки (В.М.Т). Изменением степени сжатия добиваются, чтобы воспламенение происходило строго в В.М.Т. При определении цетанового числа дизельных топлив частота вращения вала одноцилиндрового двигателя должна быть строго постоянной ($n = 900 \pm 10$ об/мин).

После этого подбирают два образца эталонных топлив, один из которых дает совпадение вспышек (т.е. задержку самовоспламенения, равную 13°) при меньшей степени сжатия, а второй – при более высокой степени сжатия.

Путем интерполяции находят смесь цетана с α – метилнафталином, эквивалентную испытываемому топливу, и таким образом устанавливается его цетановое число.

Цетан и α -метилнафталин довольно дороги, поэтому в качестве вторичных топлив используются парафинистый газойль с ЦЧ = 55 и зеленое масло с ЦЧ = 20. Вторичные эталонные топлива тарируются по первичным.

Цетановое число топлив зависит от их углеводородного состава. Наиболее высокими цетановыми числами обладают парафиновые углеводороды нормального строения. Самые низкие цетановые числа у ароматических углеводородов.

Оптимальным цетановым числом дизельных топлив является 40 – 50. Применение топлив с ЦЧ < 40 приводит к жесткой работе двигателя, а ЦЧ > 50 – к увеличению удельного расхода топлива за счет уменьшения полноты сгорания. Летом можно успешно применять топлива с ЦЧ равным 40, а зимой для обеспечения холодного пуска двигателя требуется ЦЧ > 45.

Применение дизельного топлива с цетановым числом менее 40 ед. приведет к увеличению периода задержки самовоспламенения и возникновению жесткой работы, а выше 50 ед. – нецелесообразно, так как при этом возрастает расход топлива из-за уменьшения полноты его сгорания, повышается дымность отработавших газов.

Для повышения цетанового числа дизельного топлива к нему добавляют специальные высокоцетановые присадки: синтин (продукт синтеза окиси углерода и водорода), перекис углеводородов, нитросоединения. Однако они широкого распространения не получили из-за невысокой стабильности при хранении, и большой взрывоопасности.

На сгорание дизельного топлива значительное влияние оказывают конструктивные и эксплуатационные факторы. Положительно влияет повышение степени сжатия ε , а следовательно, температуры и давления воздуха, при этом улучшается процесс сгорания, двигатель работает более мягко.

Увеличение угла опережения впрыска топлива отрицательно сказывается на самовоспламенении, ибо топливо впрыскивается в менее сжатую и нагретую среду и работа двигателя становится более жесткой, а также из-за преждевременного сгорания большей части топлива значительное давление развивается до прихода поршня в ВМТ, что вызывает потерю мощности.

Конструкция камеры сгорания должна обеспечивать интенсивное вихреобразование при сжатии воздуха, что уменьшает время нагрева топлива. В качестве материала для поршней лучше использовать не алюминий, а чугун, так как он обладает меньшей теплопроводностью, следовательно, при поршнях из чугуна более интенсивно будут нагреваться воздух и топливо, что способствует уменьшению времени сгорания топлива.

Оценивают качество дизельного топлива по фракционному составу, который определяют так же как и бензина, и еще по температуре вспышки.

Вязкость и плотность определяют процессы испарения и смесеобразования в дизеле. Низкая плотность и вязкость обеспечивают лучшее распыливание топлива, что улучшает сгорание. С повышением плотности и вязкости увеличивается диаметр капель, ухудшается полное их сгорание, увеличивается удельный расход топлива, растет дымность продуктов сгорания. Слишком низкая вязкость топлива ведет к повышенному износу плунжерных пар форсунок, слишком высокая же вязкость ухудшает фильтрацию топлива и затрудняет работу топливных насосов.

Вязкость топлива зависит от его углеводородного состава. Стандартом на дизельное топливо вязкость нормируется в достаточно широких пределах. Вязкость топлива в пределах 1,8 ... 7,0 мм²/с практически не влияет на износ плунжеров топливной аппаратуры современных быстроходных двигателей.

Низкотемпературные свойства характеризуются такими показателями, как температура застывания $t_{заст}$ и помутнения $t_{п}$, предельная температура фильтрации $t_{пр. ф.}$

Температура застывания характеризует потерю текучести (подвижности) топлива с понижением температуры из-за увеличения вязкости и выделения кристаллов парафинов. При достижении $t_{заст}$ невозможна подача топлива в цилиндры двигателя.

Температура помутнения – это температура, при охлаждении, до которой топливо начинает мутнеть вследствие образования микрочастиц парафинов. Надежная подача топлива обеспечивается при температуре окружающей среды на 3 ... 5 °С выше его температуры помутнения.

Наинизшая температура, при которой еще возможно протекание топлива через топливный фильтр тонкой очистки, называется предельной температурой фильтрации.

Степень чистоты дизельных топлив. Чистоту топлива оценивают коэффициентом фильтруемости. Пыль, песок, окалина определяют эффективность и надежность работы двигателя и его топливной аппаратуры. Частицы загрязнений размером $> 4,0$ мкм вызывают повышенный износ деталей топливной аппаратуры.

Температура помутнения топлива зависит от содержания в нем воды. Кристаллы льда, образующиеся при отрицательных температурах, задерживаются фильтром (повышается коэффициент фильтруемости). Фильтры и калибровочные отверстия форсунки забиваются, нарушается подача топлива. Коэффициент фильтруемости дизельных топлив, отправляемых с предприятий, находится в пределах 1,5 – 2,5.

Температура вспышки характеризует пожарную опасность топлива при его транспортировке и хранении. Согласно ГОСТ 305–82 нефтеперерабатывающие предприятия выпускают топлива с температурой вспышки не ниже $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ – для дизелей общего назначения и не ниже $62\text{ }^{\circ}\text{C}$ – для тепловозных и судовых дизелей. Низкая температура вспышки указывает на наличие легких компонентов, присутствие которых может быть опасно также и при работе двигателей. Поднять температуру вспышки дизельного топлива можно, повысив температуру начала кипения, а, следовательно, снизив отбор топлива от нефти.

Содержание серы, водорастворимых кислот, щелочей, непредельных углеводородов. Все эти соединения вредно отражаются на долговечности дизелей, приводят к повышенной коррозии и износу, нагарообразованию.

Соединения серы образуют при сгорании SO_2 и SO_3 , что повышает точку росы водяного пара, усиливая этим процесс образования H_2SO_4 . Допустимое содержание серы регламентируется стандартами на дизельное топливо и не должно превышать 0,2 ... 0,5 %.

При сгорании топлив, содержащих непредельные углеводороды, вследствие окисления в цилиндре двигателя образуются смолистые вещества, приводящие к нагарообразованию. Содержание фактических смол не должно превышать 40 мг на 100 мл топлива.

Стандартами предусмотрена предельная кислотность дизельных топлив. Она не должна превышать 5 мг на 100 мл дизельных топлив. Не допускается наличие минеральных (водорастворимых) кислот и щелочей, которые могут остаться в топливе в результате недостаточной промывки и отстоя топлива после его очистки.

Марки дизельного топлива. На сегодняшний день согласно техническим условиям выпускается дизельное топливо трех марок, взамен восьми выпускаемых ранее.

В зависимости от условий применения утверждены следующие марки дизельного топлива: Л – летнее предназначенное для применения от $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и выше, З – зимнее применяемое от $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, и А – арктическое применяемое от $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Принято следующее условное обозначение дизельного топлива. Например: Л-0,2-40 – здесь Л – летнее, 0,2 – содержание серы 0,2 %, 40 – температура вспышки $^{\circ}\text{C}$; З-0,2-35 – здесь З – зимнее, 0,2 – содержание серы 0,2 %, 35 – температура застывания $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$; у арктического топлива отражается только содержание серы А-0,4 – А – арктическое, 0,4 – содержание серы в %. Основные показатели дизельных топлив приведены в табл. 8.

8 Основные показатели дизельных топлив

Показатели	Марки топлива		
	Л	З	А
Цетановое число, ед., не менее	45	45	45
Фракционный состав: – 50 % перегоняется при температуре, $^{\circ}\text{C}$, не вы-			

ше			
– 96 % перегоняется при температуре (конец перегонки), °С, не выше	280	280	255
	360	340	330
Кинематическая вязкость при 20 °С, мм ² с/с	3,0	1,8 ...	1,5 ...
Ст	6,0	5,0	4,0
Температура, °С, не выше	–10	–35 ...	–55
– застывания	–5	(–45)	–
– помутнения		–25 ...	
		(–35)	
Температура вспышки, определяемая в закрытом тигле, °С, не ниже:			
– для дизелей общего назначения	40	35	30
– для тепловозных и судовых дизелей и газовых турбин	62	40	35
Температура помутнения, °С, не выше, для климатической зоны: : умеренной холодной	–5	–25	–
	–	–35	–
Содержание меркаптановой серы, % не более	0,01	0,01	0,01
Содержание фактических смол, мг/100г	40	30	30
Испытание на медной пластинке	выдерживает		
Кислотность, мг КОН/100 см ³ , не более	5	5	5
Йодное число, г I ₂ /100 г, не более	6	6	6
Зольность, %, не более	0,01	0,01	0,01
Коксуемость 10 %-го остатка, 5, не более	0,3	0,3	0,3
Коэффициент фильтруемости, не более	3	3	3
Массовая доля серы, %, не более	0,2	0,2	0,2
Плотность при 20 °С, кг/см ² , не более	860	840	830

Для средних и малооборотистых двигателей вырабатывается моторное топливо марок ДТ и ДМ. Топливо этих марок представляет собой смесь дистиллятов с остаточными продуктами (мазутами)

прямой перегонки нефти. Эти двигатели в основном эксплуатируются на стационарных установках. Моторное топливо ДМ (дизельный мазут) рекомендуется для судовых малооборотных двигателей.

Для улучшения качества дизельных топлив на нефтеперерабатывающих заводах применяют присадки: изопропилнитрат и циклогексилнитрат – для повышения цетанового числа, присадка ПДП – для улучшения низкотемпературных свойств.

В настоящее время появилась возможность использовать летние марки дизельного топлива зимой при температуре до минус 30 °С, добавляя в топливо депрессорную присадку "Аспект-Д". Присадка допущена к применению научно-исследовательским институтом автомобильного транспорта, НАМИ, Министерством топлива и энергетики, Министерством сельского хозяйства, Министерством обороны России. Присадка "Аспект-Д", а также гамма других препаратов под фирменным названием "Аспект-модификатор" выпускается АО "АМТЕК"

Депрессорная присадка "Аспект-Д" обеспечивает надежность работы двигателя на летнем дизельном топливе в зимний период, снижает температуру застывания дизельного топлива на 10 ... 20 °С, полностью растворяется в дизельном топливе. Присадка заливается в летнее топливо из расчета 0,05 ... 0,1 % объема.

При увеличении дозы до 0,3 % объема температура застывания топлива снижается до –25 ... 30 °С.

Товарные топлива для быстроходных дизелей получают путем смешения керосино-газойлевых фракций прямой перегонки нефти до гидроочистки и после гидроочистки в таком соотношении, чтобы обеспечить требования ГОСТ 305–82 по содержанию серы.

1.4 Виды газообразного топлива

Газообразное топливо с каждым годом находит все более широкое применение в различных отраслях народного хозяйства. В сельскохозяйственном производстве газообразное топливо широко используется для технологических (при отоплении теплиц, парников, сушилок, животноводческих и птицеводческих комплексов) и бытовых целей. В последнее время его все больше стали применять для двигателей внутреннего сгорания.

ПО СРАВНЕНИЮ С ДРУГИМИ ВИДАМИ ГАЗООБРАЗНОЕ ТОПЛИВО ОБЛАДАЕТ СЛЕДУЮЩИМИ ПРЕИМУЩЕСТВАМИ:

- сгорает в теоретическом количестве воздуха, что обеспечивает высокие тепловой КПД и температуру горения;
- при сгорании не образует нежелательных продуктов сухой перегонки и сернистых соединений, копоти и дыма;
- сравнительно легко подводится по газопроводам к удаленным объектам потребления и может храниться централизованно;
- легко зажигается при любой температуре окружающего воздуха;
- требует сравнительно небольших затрат при добыче, а значит, является по сравнению с другими более дешевым видом топлива;
- может быть использовано в сжатом или сжиженном виде для двигателей внутреннего сгорания;
- обладает высокими противодетонационными свойствами;
- при сгорании не образует конденсата, что обеспечивает значительное уменьшение износа деталей двигателя и т.п.

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

Применение газообразных видов топлива обуславливается их составом и свойствами углеводородной части. Наиболее широко применяются природный или попутный газ нефтяных или газовых месторождений, а также заводские газы нефтеперерабатывающих и других заводов. Основными составляющими компонентами этих газов являются углеводороды с числом углеродных атомов в молекуле от одного до четырех (метан, этан, пропан, бутан и их производные). Природные газы из газовых месторождений практически полностью состоят из метана (82 ... 98 %), с небольшой примесью этана (до 6 %), пропана (до 1,5 %) и бутана (до 1 %). В попутных нефтяных газах содержание метана колеблется в бо-

лее широких пределах (40 ... 85 %), но в них, кроме того, содержится этан и пропан (до 20 % каждый). Заводские газы содержат как парафиновые, так и олефиновые углеводороды, которые чаще всего используются как сырье для синтеза пластических масс и других веществ.

В горючих газах, кроме углеводородов, могут содержаться и другие компоненты, такие, как водород, оксиды углерода, азот, кислород, сероводород, пары воды и др. Входящие в состав газа неуглеводородные компоненты – водород, оксид углерода (II) и др. – имеют невысокую теплоту сгорания, а некоторые из них (диоксид углерода, азот), не участвуя в сгорании вообще, снижают теплотворную способность топлива. Поэтому в зависимости от назначения газ специально очищают от нежелательных соединений.

Газообразное топливо по теплоте сгорания условно делят на три группы:

- высококалорийное – с теплотой сгорания более 20 000 кДж/м³ (природные газы из газовых скважин и нефтяные, получаемые из скважин попутно с нефтью и при переработке ее);
- среднекалорийное – с теплотой сгорания 10 000 ... 20 000 кДж/м³ (коксовый, светильный газы и др.);
- низкокалорийное – с теплотой сгорания до 10 000 кДж/м³ (доменный, генераторный газы и др.).

В зависимости от физических свойств газы могут быть разделены на сжатые и сжиженные. Некоторые газы, обладающие низкой критической температурой, не переходят в жидкое состояние при обычной температуре даже под действием высокого давления. Так, метан до температуры –82 °С находится в газообразном состоянии. При температуре ниже –82 °С метан под воздействием небольшого избыточного давления превращается в жидкость, а при охлаждении до –161 °С метан сжижается уже в условиях атмосферного давления. Газы, которые имеют критическую температуру ниже обычных температур их применения, используют в основном в сжатом виде (при давлении до 20 МПа), поэтому их называют сжатыми газами. Сжиженные газы – это газы, критическая температура которых выше обычных температур их применения. Такие газы используют в сжиженном виде при повышенном давлении (до 1,5 ... 2 МПа).

Применение газообразного топлива для двигателей внутреннего сгорания. Непрерывно увеличивающийся парк автомобилей требует все большего количества топлива. Решить важнейшие народнохозяйственные проблемы стабильного обеспечения автомобильных двигателей эффективными энергоносителями и сокращения потребления жидкого топлива нефтяного происхождения возможно за счет использования газообразного топлива – сжиженного нефтяного и природного газов.

Для автомобилей используют только высококалорийные или среднекалорийные газы. При работе на низкокалорийном газе двигатель не развивает необходимой мощности, а также сокращается дальность пробега автомобиля, что экономически невыгодно.

Применение сжатых газов. Выпускают следующие виды сжатых газов: природный, коксовый механизированный и коксовый обогащенный (табл. 9).

Основным горючим компонентом этих газов является метан. Так же как и для жидкого топлива, наличие в газообразном топливе сероводорода нежелательно из-за его коррозионного воздействия на газовую аппаратуру и детали двигателя. Октановое число газов позволяет форсировать автомобильные двигатели по степени сжатия (до $\varepsilon = 10 \dots 12$).

Высокое содержание водорода обеспечивает более полное сгорание газообразного топлива в цилиндрах двигателя. При этом в процессе смесеобразования топливо не испаряется во впускном трубопроводе, вследствие чего оно равномернее распределяется по цилиндрам. Максимальная неравномерность распределения жидкого топлива в рабочей смеси достигает 35 % и более; при применении газообразного топлива она снижается до 20 %. Одновременно благодаря более широкому в сравнении с бензинами пределам воспламенения двигатель при основных эксплуатационных режимах может работать на обедненных горючих смесях ($\alpha = 1,2 \dots 1,3$). В результате этого существенно снижается токсичность отработавших газов: по содержанию оксидов углерода в 2 – 3 раза, оксидов азота – в 1,2 – 2 и углеводородов в 1,1 – 1,4 раза [1].

В газе для автомобилей крайне нежелательно присутствие циана CN. Соединяясь с водой, он образует синильную кислоту, под действием которой в стенках баллонов образуются мельчайшие трещины. Наличие в газе смолистых веществ и механических примесей приводит к образованию отложений и загрязнений на приборах газовой аппаратуры и на деталях двигателей.

Наиболее часто на автомобилях устанавливают цилиндрические баллоны, рассчитанные на рабочее давление 20 МПа. В одном баллоне (вместимостью по воде 50 л) находится 10 м³ газа при температуре 20 °С и давлении 101,08 кПа. Масса заполненного баллона составляет около 65 кг, т.е. на 1 м³ газа при-

ходится приблизительно 6,5 кг. Установка на автомобиль газовых баллонов вызывает снижение полезной грузоподъемности на 12 ... 20 %, дальность пробега примерно на 200 км. Мощность также несколько снижается. Мощность двигателей снижается из-за меньшей теплоты сгорания газозоодушнoй смеси по сравнению с бензозоодушнoй и меньшего коэффициента наполнения цилиндров. Эксплуатационные качества автомобилей, работающих на бензине и газе, выравниваются за счет повышения на 23 ... 25 % степени сжатия в двигателях, работающих на газе.

Применение сжиженных газов. Для газобаллонных автомобилей используют пропан-бутановые фракции нефтяных и не нефтяных газов. Теплота сгорания этих фракций составляет около 46 055 кДж/м³, октановое число у сжиженных газов выше, чем у бензинов, и находится в пределах 90 ... 120 ед. При работе двигателей на газообразном топливе улучшаются условия работы моторного масла, которое значительно меньше загрязняется различными примесями. Так, концентрация загрязняющих примесей в масле двигателя автомобиля ЗИЛ-158, работавшего на газообразном топливе, после 5000 км пробега составляла 0,07 %, а после 10 000 км – 0,11 %; в моторном масле двигателя автомобиля ЗИЛ-158, работавшем на бензине, концентрация загрязнений после 5000 км составляла 0,4 % [4].

При переводе двухтактного дизеля ЗАЗ-204 с жидкого на газообразное топливо загрязнение масла и количество отложений на деталях цилиндропоршневой группы уменьшилось в 15 – 17 раз, несмотря на то, что двигатель работал в более напряженном температурном и нагруженном режиме. Масло меняли при этом в два раза реже [4].

По ГОСТ выпускаются сжиженные газы трех марок: СПБТЗ – зимняя техническая пропан-бутановая смесь для коммунально-бытового потребления; СПБТЛ – летняя техническая пропан-бутановая смесь для коммунально-бытового потребления; БТ – технический бутан для коммунально-бытового потребления. Основные характеристики представлены в табл. 9.

Пропан и пропилен являются основными компонентами сжиженного газа, которые обеспечивают оптимальное давление насыщенных паров в газовом баллоне. Бутановая составляющая, которая включает в себя нормальный бутан, изобутан, бутилен, изобутилен и другие изомеры, является наиболее калорийной составляющей сжиженных газов и легкосжимаемым компонентом. Наиболее целесообразно применять газ с большим содержанием бутановых фракций в летнее время, особенно в районах с жарким климатом.

9 Основные характеристики сжиженных газов

Показатели	Значения показателей для газов марки		
	СПБТЗ	СПБТЛ	БТ
	3	Л	
Массовая доля компонентов в сумме, %:			
1 метана, этана и этилена, не более	4	6	6
2 пропана и пропилена, не менее	75	не нормируется	60
3 бутанов и бутиленов, не менее	не нормируется	60	–
Жидкий остаток (в том числе углеводороды C ₅ и выше) при 20 °С, % по объему, не более	1	2	2
Избыточное давление насыщенных паров, МПа:			
1 при 45 °С, не более	1,6	1,6	1,6

2 при 20 °С, не менее	0,16	–	–
Массовая доля меркаптановой серы %:	0,015	0,015	0,015
1 не более	0,003	0,003	0,003
2 в том числе сероводорода			
Содержание свободной воды и щелочи	отсутствие		

При работе двигателя снижается значительно газе рис. 8.

Потерю мощности газе можно степени сжатия.

В результате на сжиженный газ при удельный расход топлива в зависимости от режима

Баллоны заполняют % объема. Масса давление 1,6 МПа, ляет 0,64 ... 0,7 кг. коэффициентом случае полного паровой подушки, даже температуры газа

давления в баллоне, которое составляет примерно 7 кгс/см² на каждый градус повышения температуры сжиженного газа. В отечественных автомобильных баллонах для сжиженного газа объем паровой подушки составляет 10 % от полной вместимости баллона.

В связи с тем, что сжиженные газы не имеют запаха, то, для обнаружения наличия их в воздухе при утечках из газовых систем в них вводят одоранты (пахучие вещества). Добавление одорантов в сжиженный газ в определенной концентрации не вредно для человека и не разрушает материала, из которых изготавливаются узлы и детали газовых систем. В качестве одоранта используется, например, этилмеркаптан, запах которого ощущается при его содержании в количестве 0,19 г на 1000 м³ воздуха.

2 Смазочные материалы

2.1 Понятие о трении и его видах

При работе различных узлов и механизмов происходит взаимное перемещение соприкасающихся поверхностей деталей, при котором возникает трение. В результате трения детали изнашиваются. Поскольку сила трения направлена по касательной к поверхности трущихся деталей в сторону, противоположную движению, то она является вредной. От силы трения, на преодоление которой затрачивается энергия, будет зависеть коэффициент полезного действия механизма, а от характера трения – износ поверхностей и срок службы механизма. Но, надо отметить что, трение может быть полезным в том случае, когда оно применяется для передачи усилий (фрикционные передачи, тормозные системы и др.).

В зависимости от характера относительного перемещения деталей различают трение скольжения (трение первого рода) и трение качения (трение второго рода). Существует также статическое трение – сила, препятствующая началу движения, и динамическое трение – сила, возникающая при движении поверхностей.

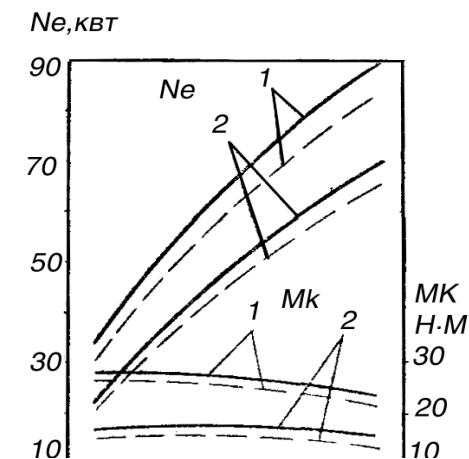


Рис. 8 Изменение мощности двигателя при работе на разном виде топлива:

— при работе на бензине;
 - - - - при работе на сжатом газе;
 1 – двигатель ЗИЛ-130; 2 – двигатель ГАЗ-51
 - - - - при работе на сжатом газе;
 t – двигатель ЗИЛ-120; 2 – двигатель

на сжиженном газе мощность меньше, чем при работе на сжатом

двигателя при работе на сжиженном компенсировать за счет повышения

перевода карбюраторного двигателя оптимальной степени сжатия уменьшается на 5 ... 6 %.

Кроме того, работы шум снижается на 7 ... 8 дБ. сжиженным газом не более чем на 90 баллонов, которые рассчитываются на отнесенных к 1 л газа при 20 °С, состав- Сжиженные газы обладают большим объемного расширения. Поэтому в заполнения баллона, т.е. без наличия незначительное повышение приведет к резкому увеличению

2.2 Виды смазочных материалов и их классификация

Смазочные материалы классифицируются на группы в зависимости от следующих признаков: происхождение или исходное сырье для получения; внешнее состояние; назначение.

По происхождению или исходному сырью различают такие смазочные материалы:

– минеральные, или нефтяные, являются основной группой выпускаемых смазочных масел (более 90 %). Их получают при соответствующей переработке нефти. По способу получения такие материалы классифицируются на дистиллятные, остаточные, компаундированные или смешанные;

– растительные и животные, имеющие органическое происхождение. Растительные масла получают путем переработки семян определенных растений. Наиболее широко в технике применяются касторовое масло.

– животные масла вырабатывают из животных жиров (баранье и говяжье сало, технический рыбий жир, костное и спермацетовые масла и др.).

– органические, масла по сравнению с нефтяными обладают более высокими смазывающими свойствами и более низкой термической устойчивостью. В связи с этим их чаще используют в смеси с нефтяными;

– синтетические, получаемые из различного исходного сырья многими методами (каталитическая полимеризация жидких или газообразных углеводородов нефтяного и не нефтяного сырья; синтез кремнийорганических соединений – полисиликонов; получение фтороуглеродных масел). Синтетические масла обладают всеми необходимыми свойствами, однако из-за высокой стоимости их производства применяются только в самых ответственных узлах трения.

По внешнему состоянию смазочные материалы делятся на:

– жидкие смазочные масла, которые в обычных условиях являются жидкостями, обладающими текучестью (нефтяные и растительные масла);

– пластичные, или консистентные, смазки, которые в обычных условиях находятся в мазеобразном состоянии (технический вазелин, солидолы, констатины, жиры и др.). Они подразделяются на антифрикционные, консервационные, уплотнительные и др.;

– твердые смазочные материалы, которые не изменяют своего состояния под действием температуры, давления и т. п. (графит, слюда, тальк и др.). Их обычно применяют в смеси с жидкими или пластичными смазочными материалами.

По назначению смазочные материалы делятся на масла:

– моторные, предназначенные для двигателей внутреннего сгорания (бензиновых, дизельных, авиационных);

– трансмиссионные, применяемые в трансмиссиях тракторов, автомобилей, комбайнов, самоходных и других машин;

– промышленные, предназначенные главным образом для станков;

– гидравлические для гидравлических систем различных машин;

– компрессорные, приборные, цилиндрические, электроизоляционные, вакуумные и др.

2.3 Моторные масла

Масла, применяемые в смазочных системах двигателей внутреннего сгорания, называются моторными маслами. Их главное назначение – снижать износ деталей двигателя за счет создания на поверхности трущихся деталей прочной масляной пленки. Помимо этого, моторные масла должны обеспечивать уплотнение зазоров в деталях цилиндропоршневой группы, отвод тепла и удаление продуктов износа из зон трения, защиту рабочих поверхностей деталей двигателя от коррозии, а также способствовать облегчению пуска двигателей при низких температурах. Моторные масла должны предотвращать образование всех видов отложений на деталях двигателя при его работе на различных режимах, обеспечивать высокую стойкость против окисления, т.е. сохранение физико-химической стабильности в процессе работы, а также при длительном хранении. Кроме того, моторные масла должны обеспечивать минимальный расход при работе двигателя и максимальный срок службы до замены без ущерба для надежности двигателя, обладать хорошей вязкостно-температурной характеристикой, высокой моющей-диспергирующей способностью.

Основой отечественных моторных масел являются продукты, полученные в процессе перегонки нефти, главным образом, в процессе фракционной перегонки мазута – остатка образующегося после по-

лучения так называемых светлых нефтепродуктов (бензина, керосина, дизельного топлива). Сами по себе эти продукты обладают неплохим смазывающим действием, однако для современных двигателей эти свойства явно недостаточны. Необходимый качественный уровень моторных масел достигается введением в нефтяную основу специальных присадок в определенных количествах и сочетаниях. Среди них наиболее важны противоизносные, противозадирные, моющие, антипенные, антиокислительные. Объем и эффективность введенных в основу присадок определяют эксплуатационные свойства и назначение каждого конкретного сорта масла.

2.4 Эксплуатационные свойства моторных масел

Для того, чтобы моторные масла могли обеспечивать надежную и долговечную работу двигателей без потери заданных мощности и экономичности, показатели их качества должны соответствовать требованиям, установленным стандартами и техническими условиями.

2.4.1 Основные физико-химические свойства масел

Вязкость является одной из важнейших характеристик смазочных масел, определяющих силу сопротивления масляной пленки разрыву. Чем прочнее масляная пленка на поверхности трения, тем лучше уплотнение колец в цилиндрах, меньше расход масла на угар. В соответствии с нормативно-технической документацией вязкостно-температурные свойства моторных масел оцениваются индексом вязкости.

Вязкость динамическая – это сила сопротивления двух слоев смазочного материала площадью 1 см^2 , отстоящих друг от друга на расстоянии 1 см и перемещающихся один относительно другого со скоростью 1 см/с .

Вязкость кинематическая определяется как отношение динамической вязкости к плотности жидкости.

Индекс вязкости – относительная величина, показывающая степень изменения вязкости в зависимости от температуры. Индекс вязкости рассчитывают по значениям кинематической вязкости при 40 и $100 \text{ }^\circ\text{C}$ или находят по таблицам. Вязкостно-температурные свойства масел оценивают также по кинематической вязкости при низкой температуре (0 и $-18 \text{ }^\circ\text{C}$).

Кинематическая вязкость моторных масел, используемых в смазочных системах автомобильных двигателей, равна $4 \dots 14 \text{ мм}^2/\text{с}$ при $100 \text{ }^\circ\text{C}$. С понижением температуры она быстро увеличивается, достигая при $-18 \text{ }^\circ\text{C}$ значения $10000 \text{ мм}^2/\text{с}$ и более. Масла с кинематической вязкостью $4 \dots 8 \text{ мм}^2/\text{с}$ используют в зимнее время, с вязкостью $10 \dots 14 \text{ мм}^2/\text{с}$ – летом.

Температура застывания – это предельная температура, при которой масло теряет подвижность. Масла, имеющие температуру застывания $-15 \text{ }^\circ\text{C}$ и выше, относятся к летним. Если же температура застывания $-20 \text{ }^\circ\text{C}$ и ниже, то масла относятся к зимним. Температура застывания в какой-то мере характеризует предельную температуру, при которой возможен запуск охлажденного двигателя. Однако, температура запуска двигателя на холоде зависят не столько от температуры застывания масла, сколько от величины его вязкости при данной температуре.

Противоизносные свойства характеризуют способность масла уменьшать интенсивность изнашивания трущихся деталей, снижать затраты энергии на преодоление трения. Эти свойства зависят от вязкости и вязкостно-температурной характеристики, смазывающей способности и чистоты масла.

Моюще-диспергирующие свойства подразделяются на моющие и диспергирующие свойства. Моющие свойства характеризуют способность масла обеспечивать необходимую чистоту деталей двигателя и противостоять лакообразованию на горячих поверхностях, а также препятствовать прилипанию углеродистых соединений. Диспергирующие свойства характеризуют способность масла препятствовать слипанию углеродистых частиц, удерживать их в состоянии устойчивой суспензии и разрушать крупные частицы продуктов окисления при их появлении.

Противоокислительные свойства определяют стабильность масла, от которой зависит срок работы масел в двигателях, характеризуют их способность сохранять первоначальные свойства и противостоять внешнему воздействию при нормальных температурах. Стойкость моторных масел к окислению повышается при введении антиокислительных присадок.

Антикоррозионные свойства. Коррозионная активность моторных масел зависит, прежде всего, от содержания в них сернистых соединений, органических и неорганических кислот и других продуктов

окисления. В лабораторных условиях антикоррозионные свойства моторных масел оценивают по потере массы свинцовых пластин (в расчете на 1 м² их поверхности) за время испытания при температуре 140 °С.

Коррозионный износ деталей определяется также исходным значением щелочности и скоростью ее изменения. Чем больше проработало масло, тем ниже становится показатель щелочности. Поэтому показатель щелочности вводится в число показателей качества масла.

Зольность масла позволяет судить о количестве несгораемых примесей в маслах без присадки, а в маслах с присадками – о количестве введенных зольных присадок. Зольность определяют в лабораторных условиях и выражают процентным отношением образовавшейся золы к массе пробы масла, взятой для анализа. Зольность масел, не содержащих присадок, не превышает 0,02 ... 0,025 % по массе. У масел с присадками зольность не должна быть менее 0,4 %, а у высококачественных марок масел не менее 1,15 ... 1,65 % по массе.

Содержание механических примесей и воды. Механических примесей в маслах без присадок не должно быть, а в маслах с присадками их значение не должно превышать 0,015 % по массе, причем механические примеси не должны оказывать абразивного действия на трущиеся поверхности. Вода в моторных маслах должна отсутствовать. Даже небольшое количество воды вызывает деструкцию присадок, происходит процесс шламообразования.

Присадки применяются для придания моторным маслам новых свойств или изменения существующих. Присадки подразделяют: на антиокислительные – повышают антиокислительную устойчивость масел; противокоррозионные – защищают металлические поверхности от коррозионного воздействия кислото- и серосодержащих продуктов; моюще-диспергирующие – способствуют снижению отложений продуктов окисления на металлических поверхностях; противоизносные, противозадирные и антифрикционные – улучшают смазочные свойства масел; депрессорные – понижают температуру застывания масел; антипенные – предотвращают вспенивание масел.

2.5 Классификация моторных масел

В основу классификации моторных масел в России по ГОСТ 17479.1–85 положены два характерных признака: кинематическая вязкость и качественный уровень, определяемый как сумма важнейших эксплуатационных свойств. По вязкости масла подразделяются на три класса: летние, зимние, всесезонные (табл. 10). Летние масла нормируются значением кинематической вязкости при +100 °С, зимние – при +100 °С и –18 °С. Всесезонные масла обозначаются дробью, в числителе указывается класс вязкости зимнего, а в знаменателе – летнего масла.

Система обозначений моторных масел включает несколько знаков: букву М (моторное), цифру, характеризующую класс кинематической вязкости, и букву, обозначающую принадлежность к группе по эксплуатационным свойствам (табл. 11). Дробные цифры в числителе указывают класс вязкости масла при –18 °С, а в знаменателе – класс вязкости при 100 °С. Цифры у букв обозначают следующее: индекс "1" присваивают маслам для бензиновых двигателей, "2" – для дизельных. Универсальные масла, предназначенные для использования как в дизелях, так и в бензиновых двигателях одного уровня форсирования, индекса в обозначении не имеют. Универсальные масла, принадлежащие к разным группам, имеют двойное обозначение, в котором первое характеризует качество масла как дизельного, второе – как бензинового. В необходимых случаях применяют дополнительные индексы: "рк" – рабочие-консервационные масла; "цл" – для циркуляционных и лубрикаторных смазочных систем; "3" – масло, содержащее загущающую присадку; "20", "30" – значение щелочного числа.

10 Классы кинематической вязкости моторных масел (ГОСТ 17479.1–85)

КЛАСС ВЯЗКОСТИ	Кинематическая вязкость, мм ² /с при температуре	
	+100 °С	–18 °С, не более

Зимние классы		
3 _з	Не менее 3,8	1250
4 _з	Не менее 4,1	2600
5 _з	Не менее 5,6	6000
6 _з	Не менее 5,6	10400
Летние классы		
6	5,6 ... 7,0	–
8	7,0 ... 9,5	–
10	9,5 ... 11,5	–
12	11,5 ... 13,0	–
14	13,0 ... 15,0	–
16	15,0 ... 18,0	–
20	18,0 ... 23,0	–
Всесезонные классы		
3 _з /8	7,0 ... 9,5	1250
4 _з /6	5,6 ... 7,0	2600
4 _з /8	7,0 ... 9,5	2600
4 _з /10	9,5 ... 11,5	2600
5 _з /10	9,5 ... 11,5	6000
5 _з /12	11,5 ... 13,0	6000
5 _з /14	13,0 ... 15,0	6000
6 _з /10	9,5 ... 11,5	10400
6 _з /14	13,0 ... 15,0	10400
6 _з /16	15,0 ... 18,0	10400

11 Группы моторных масел по назначению и эксплуатационным свойствам (ГОСТ 17491.1–85)

Группа масел		Рекомендуемая область применения
А		Нефорсированные бензиновые и дизельные двигатели
Б	Б ₁	Малофорсированные бензиновые двигатели, работающие в условиях способствующих образованию высокотемпературных отложений и коррозии
	Б ₂	Малофорсированные дизельные двигатели
В	В ₁	Среднефорсированные бензиновые двигатели, работающие в условиях, способствующих окислению масла и образованию всех видов отложений
	В ₂	Среднефорсированные дизели, предъявляющие повышенные требования к противокоррозийным, противоизносным свойствам масел и склонны к образованию высокотемпературных отложений

Г	Г ₁	Высокофорсированные бензиновые двигатели, работающие в тяжелых условиях, способствующих окислению масла, образованию всех видов отложений, коррозии и ржавлению
	Г ₂	Высокофорсированные дизели без наддува или с умеренным наддувом, работающие в условиях, способствующих образованию высокотемпературных отложений
Д		Высокофорсированные дизели с наддувом, работающие в тяжелых условиях или в случае, когда применяемое топливо требует использования масла с высокой нейтрализующей способностью, антикоррозийными и противоизносными свойствами, малой склонностью к образованию отложений
Е		Лубрикаторные системы смазки цилиндров дизелей, работающих на топливе с высоким содержанием серы

Примеры обозначения моторных масел:

М-8-В, – буква "М" – моторное масло, цифра "8" – класс вязкости, буква с индексом "В," обозначает, что по эксплуатационным свойствам масло относится к группе В и предназначено для смазывания среднефорсированных карбюраторных двигателей;

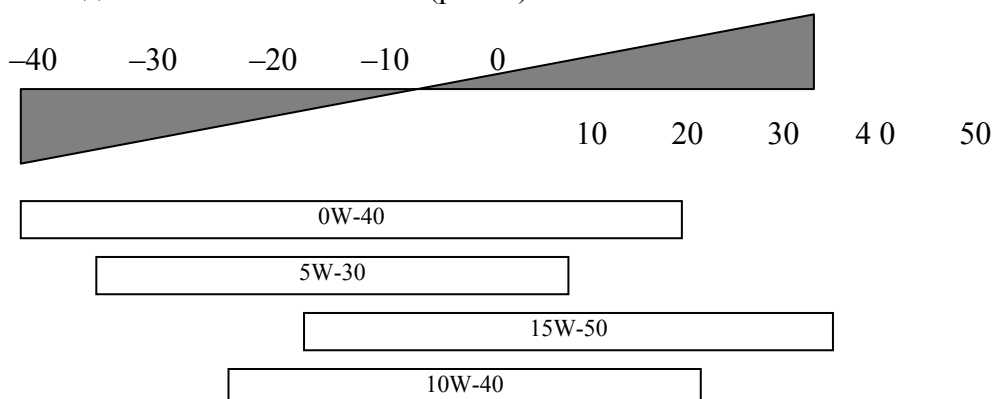
М-10-Г₂к – буква "М" – моторное масло, цифра "10" – класс вязкости, буква "Г" с индексом "2" означает, что по эксплуатационным свойствам оно относится к группе Г и предназначено для смазывания высокофорсированных дизельных двигателей; буква "К" свидетельствует о том, что масло предназначено для автомобилей КамАЗ;

М₃/10-В – буква "М" – моторное масло, 6₃/10 – класс вязкости, буква "3" означает, что масло имеет эксплуатационную присадку, улучшающую вязкостно-температурные свойства масла и предназначено для применения в качестве все сезонного или зимнего сорта, буква "В" без индекса означает, что это масло универсальное и предназначено для смазывания карбюраторных и дизельных двигателей.

В странах Западной Европы и США масла классифицируются по вязкости, определяемой по методике американского общества автомобильных инженеров SAE (SOCIETY OF AUTOMOBILE ENGINEERS) и по эксплуатационным свойствам согласно квалификационной системе, разработанной Американским институтом нефти API (AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE).

По SAE моторные масла делятся на летние, зимние и всесезонные. Масла маркируются следующим образом: летние – 20, 30, 40, 50 и 60 (цифра обозначает вязкость при температуре 98,9 °С); зимние – 0W, 5W, 10W, 15W и 25W (цифра – вязкость масла, а буква "W" – от английского слова Winter (зима)). Для водителей, эксплуатирующих свой автомобиль круглогодично, предпочтительно применять всесезонные (загущенные) масла. Они обозначаются сдвоенным номером, один из которых соответствует зимнему, а другой – летнему классу, например, 10W/50 обозначает, что данное масло при –17,8 °С соответствует по вязкости SAE 10, а при 98,9 °С соответствует SAE 50. Между двумя обозначениями обычно ставят знак дроби или дефис, а иногда и вовсе ничего.

В качестве примера ознакомимся с рекомендациями фирмы MITSUBISHI для Дизельных и бензиновых двигателей автомобилей (рис. 9).



**Рис. 9 Температурные пределы применения некоторых
всесезонных моторных масел**

Взглянув на рис. 9, сразу становится понятно, какой должна быть вязкость моторного масла в зависимости от температуры окружающего воздуха.

Классификация SAE распространяется только на вязкостно-температурные свойства моторных масел и не сообщает информации о других эксплуатационных свойствах.

Первая классификация моторных масел по условиям применения и эксплуатационным свойствам была предложена Американским институтом нефти (API) еще в 1947 г. С тех пор она многократно изменялась и дополнялась, но принцип подразделения моторных масел на две категории сохранялся всегда. К категории "S" (Service) относятся масла, предназначенные для 4-х-тактных бензиновых двигателей легковых автомобилей, микроавтобусов, пикапов; к категории "C" (Commercial) относятся масла, предназначенные для дизелей автотранспорта, дорожностроительной техники и сельскохозяйственных машин. Универсальными называют масла, которые могут применяться для смазывания бензиновых и дизельных двигателей.

Уровни эксплуатационных свойств по API в порядке их возрастания обозначают первыми буквами латинского алфавита, стоящими за буквами "S" или "C", указывающими область применения. До сих пор в категорию Service были введены девять классов (SA, SB, SC, SD, SE, SF, SG, SH, SJ), а в категорию Commercial десять классов (CA, CB, CC, CD, CDH, CE, CF, CF-4, CF-2, CG-4). Цифры при обозначениях классов CDH, CF-4, CF-2, CG-4 дают дополнительную информацию о применимости масел данного класса в 2-х-тактных или 4-х-тактных дизелях соответственно. Для обозначения универсальных масел используют двойное обозначение, например, CF-4/SG, SH/CG-4 и т.п.

Масла старых марок – от SA до SE и от CA до CC – прошедший этап и сейчас не выпускаются.

Уровень эксплуатационных свойств масел означает: "SA" – масла без присадок для старых типов бензиновых двигателей; "SB" – масла с антиокислительными и противозадирными свойствами для моторов, работающих с небольшой нагрузкой; "SC" – масла, предназначенные для двигателей 1964 – 1967 гг. выпуска и обеспечивающие защиту от низко- и высокотемпературных отложений, износа и коррозии; "SD" – масла для двигателей, выпущенных в 1968 – 1972 гг. с более высокими качествами по сравнению с группой "SC"; "SE" – масла, превосходящие по качеству "SD" и предназначенные для моторов, выпускаемых с 1972 г.; "SF" – масла для двигателей, производимых с 1980 г., имеющие по сравнению с группой "SE" лучшую стабильность, антиокислительные и смазывающие свойства; "SG" – масла для форсированных двигателей, производство которых начато в 1989 г. и позже.

В последние годы начат выпуск моторных масел с индексами "SH" и "SJ", которые отличаются от предыдущих возможностями их использования в высокофорсированных двигателях при улучшении смазывающей способности и уменьшении количества масла на угар.

Ориентировочное соответствие моторных масел по классам вязкости и группам по ГОСТ 17479.1–85 системам SAE и API приведено в табл. 12.

**12 Соответствие моторных масел по классам вязкости
и группам между ГОСТ 17479.1–85 и системами SAE и API**

ГОСТ 17479.2–85	SAE	ГОСТ 17479.2–85	API
Класс вязкость		Группа	
3 ₃	5W	A	SB
4 ₃	10W	Б	SC/CA
5 ₃	15W	Б ₁	SC

6 ₃	20W	Б ₂	CA
6	20	В	SD/CB
8	20	В ₁	SD
10	30	В ₂	CB
12	30	Г	SE/CC
14	40	Г ₁	SE
16	40	Г ₂	CC
20	50	Д	CD
3 ₃ /8	5W/20	Е	–
4 ₃ /6	10W/20	–	CE
4 ₃ /8	10W/30	–	SG
4 ₃ /10	10W/30		
5 ₃ /10	15W/30		
5 ₃ /12	15W/30		
6 ₃ /10	20W/30		
6 ₃ /14	20W/40		
6 ₃ /16	20W/40		

В последней Международной классификации моторных масел SAE J300 от декабря 1995 г. для зимних масел установлены максимальные значения динамической вязкости при низких температурах и минимальные значения кинематической вязкости при 100 °С. Для летних масел установлены пределы кинематической вязкости при 100 °С и минимальные значения динамической вязкости при 150 °С и скорости сдвига 10^6 с^{-1} . Каждый класс зимнего или всесезонного масла характеризуется двумя значениями динамической вязкости при температуре, отличающейся на 10 °С. Первое из них дает потребителю информацию о предельной температуре масла, при которой возможно проворачивание двигателя стартером, второе – о предельной температуре, при которой масляный насос будет прокачивать масло под давлением в процессе холодного пуска. Предельная температура прокачиваемости обязательно ниже, чтобы при холодном пуске избежать сухого трения в узлах, смазываемых под давлением.

В современной классификации моторных масел по API устаревшие классы за ненадобностью исключены. В настоящее время в США сертифицируют только масла с высшими уровнями эксплуатационных свойств, а именно: SH и SJ для бензиновых двигателей, CF, CF-2, CF-4, и CG-4 – для дизелей.

В табл. 13 приводится современная классификация моторных масел по API. Моторные масла, сертифицированы на соответствие тем или иным классам по API, маркируются стандартным символом (рис. 10) в центре круга указывают класс вязкости по SAE. Категорию и класс по уровню эксплуатационных свойств указывают в верхнем полукольце, а наличие или отсутствие энергосберегающих свойств у данного масла указывают в нижнем полукольце. Если последнее не заполнено, то данное масло не относится к энергосберегающим.

В обозначениях универсальных масел могут встречаться упоминания исключенных классов API, например, CF-4/SG или SH/CD.

Международным комитетом по стандартизации и одобрению смазочных материалов (ILSAC) разработаны минимальные стандартные требования к моторным маслам для автомобильных бензиновых двигателей. Классификация ILSAC пока содержит два класса масел, обозначаемых GF-1 и GF-2.

По уровням эксплуатационных свойств они практически идентичны маслам классов SH и SJ по API, но обязательно имеют высокие энергосберегающие свойства.

Масла, сертифицированные API на соответствие классификации ILSAC, маркируют стандартным символом (рис. 11).

13 Категории универсальных масел

Категория и класс	ОБЛАСТЬ И УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ
Категория Service	
SH	Масла предназначены для бензиновых двигателей, выпущенных в 1994 г. и ранее, заменяют масла класса SG.
SJ	Те же, но с введением дополнительных требований в отношении расхода масла в двигателе, энергосберегающих свойств (экономии топлива) и способности выдерживать нагрев, не образуя отложений.
Категория Commercial	
CF	Масла, предназначенные для дизелей внедорожной техники, имеющих разделенную камеру сгорания и работающих на топливе с повышенным содержанием серы (до 0,5 %)
CF-4	Масла, предназначенные для 4-х-тактных дизелей грузовых автомобилей, осуществляющих перевозки по автострадам. Обладают лучшими моющими свойствами, чем масла класса CF и могут заменять их в дизелях, выпущенных до 1990 г.
CF-2	Масла, предназначенные для 2-х-тактных дизелей транспортных средств; заменяют масла класса CD-II, так как обладают лучшими моющими и противозносными свойствами
CG-4	Масла, предназначенные для 4-х-тактных дизелей, внедорожных машин и грузовых автомобилей, выполняющих по токсичным выбросам нормы, установленные в США с 1994 г. В сравнении с маслами CF-4 обладают лучшими моющими, противозносными, антикоррозийными свойствами, меньшей вспениваемостью при высокой температуре и хорошо сочетаются с малосернистыми дизельными топливами (содержание серы менее 0,05 %)

Классификация Ассоциации европейских производителей автомобилей (ACEA), заменившая пока еще используемую классификацию Комитета производителей автомобилей стран европейского Общего рынка CCMC, подразделяет моторные масла на три категории по три класса в каждой. В табл. 14 классификация моторных масел по ACEA представлена в сопоставлении с CCMC, API и ILSAC.



Рис. 10 Символ маркировки моторного масла на соответствие тем или иным классам API

Рис. 11 Символ маркировки масел, сертифицированных API на соответствие классификациям IL-SAC

13 Сопоставление классификаций моторных масел

										Классификация	Масла для бензиновых двигателей легковых автомобилей, микроавтобусов	Масла для дизелей легковых автомобилей, микроавтобусов	Масла для дизелей тяжелых грузовиков, автопоездов
ACEA	A1-96	A2-96	A3-6	B1-96	B2-96	B3-96	E1-96	E2-96	E3-96				
API	–	SG	SH	–	–	–	CD	CD+	CF-4				
IL-SAC	–	GF-1	GF-2	–	–	–	–	–	–				

Классификация ACEA (в отличие от классификации API) выделяет масла для дизелей легковых автомобилей в самостоятельную категорию.

Масла классов A1-96 и A2-96 отличаются только тем, что первые – это энергосберегающие масла. То же относится к маслам классов B1-96 и B2-96. Масла классов A3-96 и B3-96 отвечают высшим современным требованиям. По моюще-диспергирующим, противоизносным, антиокислительным свойствам они существенно выше масел двух предшествующих классов.

Опыт эксплуатации двигателей внутреннего сгорания с применением синтетических масел свидетельствует об их преимуществах. Они обеспечивают снижение расхода топлива (до 5 % по сравнению с загущенными маслами), имеют повышенный срок службы, меньшую испаряемость при высокой температуре, обладают высокими пусковыми свойствами. Однако высокая стоимость (в среднем в 2,5 – 5 раз выше минеральных масел) ограничивает их применение в двигателях.

Все более популярными становятся полусинтетические масла. В районах с низкой температурой воздуха их использование является единственным способом обеспечения надежности в работе высокофорсированных двигателей.

В полусинтетические масла вводятся эффективные антифрикционные присадки (модификаторы трения), что способствует повышению работоспособности масла в зоне высоких температур (цилиндропоршневая группа), повышению противоизносных свойств масел.

2.6 Трансмиссионные масла

Масла, служащие для смазывания коробок передач, раздаточных коробок, дифференциалов, механизмов рулевого управления, представляющих собой зубчатые передачи – цилиндрические, конические, червячные, гипоидные и другие, называются трансмиссионными.

Трансмиссионные масла должны иметь хорошие противоизносные, противозадирные и противопиттинговые свойства, характеризоваться пологой вязкостно-температурной кривой, низкой температурой застывания, обладать хорошей термической и термоокислительной стабильностью, а также высокой стабильностью при хранении, минимально воздействовать на резинотехнические уплотнительные материалы, не допуская их разрушения, иметь хорошие антикоррозионные свойства, не содержать механические примеси и воду.

Противоизносные и противозадирные свойства – основная характеристика трансмиссионных масел. Масла с такими свойствами обладают высокой смазывающей способностью, при которой на трущихся поверхностях зубьев шестерен создается прочная пленка, предотвращающая сваривание и задираание микронеровностей. Эта способность определяется наличием поверхностно-активных веществ, содержащихся в наибольшем количестве в остаточных нефтепродуктах, из которых получают трансмиссион-

ные масла. Кроме того, для повышения противо-задирных свойств в масла вводят специальные присадки, содержащие соединения хлора, фосфора, серы и цинка. Эти вещества при большом давлении и высокой температуре образуют пленки оксидов, предохраняющие металл от схватывания в точках контакта.

В качестве противоизносных присадок в трансмиссионных маслах широко применяются: ЛЗ-23К – дибутилксантат этилена с 38 ... 41 % серы; ОТП – осерненный тетрамер пропилена с 20 % серы; ЭФО – продукт взаимодействия экстракта фенольной очистки остаточных масел с пентасернистым фосфором. Эти присадки добавляют к маслам в количестве до 5 %. Трансмиссионное масло не должно вспениваться, потому что пузырьки воздуха ухудшают его противоизносные и противозадирные качества.

Температура застывания характеризует пригодность трансмиссионного масла для применения в зимних условиях. Для понижения температуры застывания применяются различные присадки-депрессоры, которые добавляют в масло в количестве 0,2 ... 0,5 %.

Противокоррозионные свойства трансмиссионных масел обуславливаются отсутствием в них водорастворимых кислот и щелочей.

2.6.1 Классификация трансмиссионных масел

Учитывая, что в нормативно-технической документации встречаются обозначения в соответствии с ранее действующими стандартами, в табл. 15 приводится соответствие их обозначений ГОСТ 17479,2–85 (ТМ – трансмиссионное масло; 3 – загущенное масло).

Согласно ГОСТ 17479.2–85 трансмиссионные масла разбиваются на классы по вязкости (табл. 16) и в зависимости от эксплуатационных свойств их подразделяют на пять групп, определяющих области их применения (табл. 17).

15 Соответствие обозначений трансмиссионных масел по ГОСТ 17479.2–85 принятым в нормативно-технической документации

ГОСТ 17479.2–85	Принятое ранее обозначение масла
ТМ-2-18	ТС _п -15
ТМ-3-9	ТС _п -10
ТМ-3-18	ТА _п -15В; ТС _п -15 _к
ТМ-4-9	ТС _з -9 _{гип}
ТМ-4-18	ТС _п -14 _{гип}
ТМ-5-12 _з (рк)	ТЭ5-12 _{рк}
ТМ-5-18	ТАД-17И

16 Классы вязкости трансмиссионных масел

Класс вязкости	Кинематическая вязкость при 100 °С, мм ² /с	Температура, при которой динамическая вязкость не превышает 150 Па
9	6,00 ... 10,99	–35
12	11,00 ... 13,99	–26
18	14,00 ... 24,99	–18
34	25,00 ... 41,00	–

17 Разделение на группы трансмиссионных масел по эксплуатационным свойствам и областям их применения

Группа масел	СОСТАВ МАС-ЛА	Рекомендуемая область применения
1	Минеральные масла без присадок	Цилиндрические, конические и червячные передачи, работающие при контактных напряжениях от 900 до 1600 МПа и температуре масла до 90 °С
2	Минеральные масла с противозносными присадками	То же, что и в группе 1, но при контактных напряжениях до 2100 МПа и температуре масла до 130 °С
3	Минеральные масла с противозадирными присадками умеренной эффективности	Цилиндрические, конические, спирально-конические и гипойдные передачи работающие при контактных напряжениях до 2500 МПа и температуре масла до 150 °С
4	Минеральные масла с противозадирными присадками высокой эффективности	Цилиндрические, спирально-конические и гипойдные передачи, работающие при контактных напряжениях до 3000 МПа и температуре масла до 150 °С
5	Минеральные масла с противозадирными присадками высокой эффективности и многофункционального действия, а также универсальные масла	Гипойдные передачи, работающие с ударными нагрузками при контактных напряжениях выше 3000 МПа и температуре масла до 150 °С

Рекомендации по применению трансмиссионных масел по типам передач, группам автомобилей, условиям эксплуатации, а также возможным заменителям указаны в табл. 18, 19. В качестве примера рассмотрим обозначение трансмиссионного масла: ТМ-5-12₃(рк) – ТМ – трансмиссионное масло, 5 – 5-й группы, 12 – 12-го класса вязкости, 3 – загущенное, рк – рабоче-консервационное.

18 Рекомендации по применению трансмиссионных масел

МАРКА МАСЛА	ВОЗМОЖНЫЕ ЗАМЕНИТЕЛИ	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ
ТМ-2-18 (ТС _п -15)	ТМ-3-18 (ТС _п -14)	Прямозубые и червячные передачи; всесезонное, работоспособно до –20 °С
ТМ-3-18 (ТА _п -15В)	ТМ-5-12В, ТМ-5-12рк, ТС _п -14, ТС _п -15К	Прямозубые, спирально-конические и червячные передачи; всесезонное, работоспособно до –25 °С
		Тяжелонагруженные ци-

ТМ-3-18 (ТС _п -15К)	ТА _п -15В, ТС _п -14, ТМ-5-12В, ТМ-5-12рк	линдрические, конические и спирально-конические передачи автомобилей КамАЗ; работоспособно до -30 °С
ТМ-3-9 (ТС _п -10)	ТМ-12В, ТМ-5-12рк	В агрегатах трансмиссии автомобилей при температуре окружающего воздуха -45 °С; всесезонное для северных районов
ТМ-5-12 (ТАД-12)	–	Всесезонное для холодной климатической зоны и зимнее для средней полосы. Масло универсальное, температурный диапазон работоспособности масла от -40 до +140 °С
ТМ-4-18 (ТС _п -14 _{гип})	ТАД-17И (ТМ-5-18), ТМ5-12В, ТМ5-12рк	Гипойдные передачи грузовых автомобилей; всесезонное для умеренной климатической зоны, работоспособно до -30 °С
ТМ-5-18 (ТАД-17И)	ТМ5-12В, ТМ5-12рк	Агрегаты трансмиссии с гипойдными передачами, коробки передач и рулевое управление легковых автомобилей; всесезонно, работоспособно до -30 °С
ТМ-4-9 (ТС _з -9 _{гип})	ТМ5-12В, ТМ5-12рк	Агрегаты трансмиссии автотракторной техники, в том числе с гипойдными главными передачами при эксплуатации в холодной зоне до -50 °С

19 Взаимозаменяемость импортных и некоторых отечественных трансмиссионных масел

Отечественное масло	Маслофирм			
	Shell	Mobil	BP	Esso
ТА _п -15В; ТС _п -15 _к	Shell Spirax 90EP	Mobilube C90	BP Gear oil EP SAE 90	Esso Gear oil EP90
ТС _п -10	Shell Spirax 80EP	Mobilube CX SAE 80	BP Multi Gear oil 80/90EP	Esso Gear oil CP 80
ТС _з -9 _{гип}	Shell Spirax EP SAE 140	Mobilube CX 140	BP Gear oil	Esso Gear oil CP 140
ТС _п -14 _{гип}	Shell Spirax EP	Mobilube HD 90	BP Hypo-gear SAE	Esso Gear oil

	SAE 140		90	CX SAE 90
ТАД-17И	Spirax 90HD	Mobil CX 90	BP Multi Gear SAE 90 EP	Esso Gear oil 90 EP
Масло А для гидро-трансформаторов и автоматических коробок передач	Shell Donax T6	Mobil ATE 200 Type A	BP ATF Type A Suffix	Esso Automatic Transmission Fluid
Масло Р для гидроусилителя руля и гидрообъемных передач	Shell Tellus T	Mobilfluid 93	BP ATF Type A	Esso Torgue Fluid 40

За рубежом согласно классификации – API и SAE выпускается ассортимент, который приведен в табл. 20.

20 Соответствие классов вязкости и групп трансмиссионных масел по ГОСТ 17479.2–85 системам SAE и API

ГОСТ 17479.2–85	SAE	ГОСТ 17479.2–85	API
Класс вязкости		Группа	
9	75W	TM-1	GL-1
12	80W/85W	TM-2	GL-2
18	90	TM-3	GL-3
34	140	TM-4	GL-4
–	250	TM-5	GL-5
–	–	–	GL-6

Основные показатели качества трансмиссионных масел и их соответствие зарубежным классификациям приводятся в табл. 21.

21 ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТРАНСМИССИОННЫХ МАСЕЛ

Показатель	Общего назначения для цилиндрических, конических, спирально-конических и червячных передач				Универсальные	
	TM-2-18	TM-3-9	TM-3-18	TM-3-18	TM-5-18	TM-5-12
Кинематическая	TC _п -15	TC _п -10	TA _п -15B	TC _п -15 _к	ТАД-17И	

вязкость, мм ² /с: при 100 °С при 50 °С	Не ме- нее 15 130 ... 140	Не ме- нее 10 –	Не ме- нее 14 ... 16 –	Не ме- нее 15 95 ... 105	Не ме- нее 17,5 110 ... 120	Не ме- нее 17,5 –
Индекс вязкости не менее	80	90	90	90	100	140
Температура, °С: вспышки не ни- же застывания не выше	180 –18	128 –40	180 –20	180 25	200 –25	– –40
Эксплуатация при температу- ре, °С, не ниже	–25	–	–25	–	–30	–
Содержание ак- тивных элемен- тов, %: кальция фосфора цинка хлора серы	– 0,06 0,05 – – –	– – – – –	– – – – –	– – – 1,2 ... 1,9 1,2 ... 1,9	– 0,1 – – 2,7 ... 3,0 2,8 ... 3,1	– 0,1 – – 2,4 ... 3,0 2,5 ... 3,1
суммарное	0,11	–	–	... 1,9	... 3,1	... 3,1
Группа по API	GL-2	GL-4	GL-4	GL-4	GL-5	GL-5
Класс вязкости по SAE	90	80	90	90	90	75W/8 5

3 ПЛАСТИЧНЫЕ (КОНСИСТЕНТНЫЕ) СМАЗКИ. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ

Пластичные смазки используют главным образом для смазывания негерметизированных (не заключенных в картеры) узлов трения автомобилей. Такие смазки получили название антифрикционных. В относительно небольших количествах применяют также защитные пластичные смазки, служащие для предохранения деталей от коррозии. Пластичные смазки получают сплавлением (загущением) жидких минеральных масел от 75 до 90 % по массе с твердыми веществами, называемыми загустителями. При изготовлении антифрикционных смазок в качестве загустителей применяют кальциевые, натриевые, литиевые и другие мыла, которые являются солями естественных или синтетических жирных кислот. Защитные смазки получают загущением минеральных масел углеводородами (парафином, церезином, петролатумом), находящимися при нормальной температуре (20 °С) в твердом состоянии. Пластичные смазки – это однородные по составу, без комков мази от светло-желтого до темно-коричневого цвета, но некоторые из них имеют другой цвет, например, графитная – черного цвета, смазка № 158 – темно-синего.

Особенностью пластичных смазок является обратимость процесса разрушения структурного каркаса: под действием больших нагрузок каркас разрушается, и пластичная смазка работает как жидкостная,

а при снятии нагрузки каркас мгновенно восстанавливается, и смазка вновь приобретает свойства твердого тела.

Чтобы пластичные смазки были пригодными для применения по своему основному назначению, показатели их качества должны отвечать требованиям, установленным стандартами и техническими условиями.

Температура каплепадения. Она является показателем температурной стойкости смазки. При достижении данной температуры, определяемой в лабораторных условиях, происходит падение первой капли смазки, нагреваемой в специальном приборе. Надежное смазывание узлов трения без вытекания смазки обеспечивается, если рабочая температура узла на 15 ... 20 °С ниже температуры каплепадения пластичной смазки. В зависимости от значения температуры каплепадения смазки делят на следующие виды: тугоплавкие (Литол-24, ЯНЗ-2, № 158, ЦИАТИМ-201 и некоторые другие), имеющие загустителями литиевые или натриево-кальциевые мыла. Отличаются высокой температурой каплепадения – от 120 до 185 °С; среднеплавкие (к ним относят солидолы и графитную смазку УСС-А), изготовлены на кальциевых мылах. Их температура каплепадения находится в пределах 75 ... 105 °С; низкоплавкие (защитные смазки ПВК и ВТВ-1), созданные на немых загустителях. Температура каплепадения этих смазок не превышает 60 °С.

Пенетрация характеризует густоту смазки. Значение пенетрации, выражаемое целым числом десятых долей миллиметра, по шкале пенетromетра, представляет собой глубину погружения в смазку стандартного конуса под действием собственной массы (150 г) в течение 5 с. Если пенетрация смазки равна 250, это значит, что конус за 5 с опустился в смазку на глубину 25 мм. Чем выше значение пенетрации, тем меньше густота (консистенция) данной смазки. Смазки с большим значением пенетрации применяются зимой, а с меньшим – летом.

Водостойкость (отношение к воде). Этот показатель характеризует способность смазки противостоять растворению в воде. Антифрикционные смазки, загущенные литиевыми (например, Литол-24) и кальциевыми мылами (солидолы всех марок), нерастворяющимися в воде, являются влагостойкими. Защитные смазки, для создания которых используют углеводородные загустители, совершенно нерастворимы в воде. Антифрикционные смазки, изготовленные на кальциево-натриевых мылах, отличаются недостаточной влагостойкостью, например, смазка ЯНЗ-2. Их можно применять только в узлах трения, надежно защищенных от проникновения воды.

Предел прочности. Он позволяет судить о способности смазки удерживаться на вращающихся деталях. Его определяют в лабораторных условиях. Чем выше предел прочности, тем надежнее удерживается смазка в подшипниках качения. Значение предела прочности солидолов при плюс 50 °С не превышает 0,02 Па, а у высококачественной пластичной смазки Литол-24 оно равно 0,045 Па при 20 °С.

Содержание свободных щелочей и органических кислот, механических примесей. Свободных щелочей, определяющих коррозионную агрессивность смазок, не должно быть 0,1 ... 0,2 % по массе. Свободные, органические кислоты и механические примеси, вызывающие абразивный износ деталей, не должны присутствовать.

Вязкость пластичных смазок является одним из важнейших эксплуатационных показателей. Вязкость пластичной смазки в отличие от вязкости масла может изменяться при одной и той же температуре в довольно широких пределах и зависит от скорости перемещения ее слоев относительно друг друга. Чем быстрее продавливают смазку через капиллярную трубку, тем меньше становится ее вязкость. Поэтому при определении вязкости смазки нужно фиксировать не только температуру, но и скорость ее подачи через капилляр.

Вязкость пластичных смазок (пластично-аномальновязкого материала) при постоянной температуре зависит от скорости деформации. Вязкость смазки, определенная при заданных скорости деформации и температуре, является постоянной величиной и называется эффективной вязкостью. Для жидких нефтепродуктов вязкость не зависит от скорости деформации, в связи с чем эффективная вязкость совпадает с динамической.

Эффективную вязкость пластичных смазок определяют с помощью автоматического капиллярного вискозиметра АКВ-4.

Стабильность характеризует сохранение смазкой своих первоначальных свойств в условиях хранения и применения. Для смазки, представляющей собой коллоидную систему, важны: физическая стабильность; устойчивость к радиации, характеризуемая химической стабильностью; инертность к воде, агрессивным средам, окислению кислородом воздуха.

Одним из показателей стабильности является испаряемость, которая характеризует испарение из смазки ее дисперсионной среды. Испаряемость смазок в наибольшей степени зависит от температуры, причем потеря легких фракций происходит более интенсивно у смазок, изготовленных на базе маловязких нефтяных масел. Показатель испаряемости имеет большое значение для характеристики смазок, предназначенных для работы при высокой температуре и в вакууме.

Испаряемость оценивают потерей массы смазки в условиях определенных температуры и времени (ГОСТ 7934.1–74).

Различают стабильность коллоидную, механическую и химическую (против окисления).

Коллоидная стабильность характеризуется степенью отделения из смазки дисперсионной среды – масла. Ее определяют при отпрессовывании масла из смазки на приборе КСА (ГОСТ 7142–74).

Коллоидная стабильность смазки существенно зависит от вязкости входящего в ее состав масла: чем больше вязкость, тем выше коллоидная стабильность. Смазки с чрезмерно высокой коллоидной стабильностью нежелательны, ибо они действуют неэффективно.

Механическая стабильность смазок характеризует их способность противостоять разрушению. Смазки с низкой механической стабильностью быстро разрушаются, разжижаются и вытекают из узлов трения. Высококачественная смазка не должна существенно изменять свои механические свойства как при действии, так и при снятии нагрузки.

Механическую стабильность определяют в соответствии с ГОСТ 19295–73. Ее обозначают индексом разрушения K_p , который характеризует степень разрушения смазки при ее интенсивном деформировании (тиксотронное восстановление смазки).

Сущность метода заключается в определении изменения предела прочности на разрыв в результате интенсивного деформирования смазки в зазоре между ротором и статором тиксометра при последующем тиксотронном восстановлении.

Химическую стабильность смазок (против окисления) определяют в соответствии с ГОСТ 5734–76. Сущность метода заключается в окислении смазки, нанесенной тонким слоем на медную пластинку (катализатор). При этом определяют свободные кислоты или щелочи, образующиеся при окислении смазки. Полученное кислотное число характеризует стабильность смазки.

Противозадирные и противоизносные свойства – важнейшая характеристика смазок, применяемых в узлах с высокими контактными напряжениями и скоростями скольжения.

Эти свойства оценивают с помощью различных машин трения, которые используются для исследования смазочных масел.

Антикоррозионные и защитные свойства смазок являются важнейшими показателями для обеспечения надежной работы трущихся или перекачиваемых металлических поверхностей. Коррозионную активность смазок определяют следующим способом. Металлические пластины погружают в смазку, выдерживают и затем осматривают. Браковочными признаками являются изменение цвета пластины, появление на ней коррозионных точек и пятен.

Защитные свойства пластичных смазок определяют в соответствии с ГОСТ 0.054–75. При этом на металлическую пластинку наносят слой смазки, выдерживают ее в условиях повышенной относительной влажности воздуха и температуры без конденсации, с периодической или постоянной конденсацией влаги на образце. Затем сравнивают цвет и блеск поверхностей испытываемой пластинки и пластинки-образца.

Марки пластичных смазок и их применение. Выбор марки пластичной смазки определяется конструкцией узла трения (открытой или закрытой), рабочей температурой трущихся поверхностей, их нагруженностью, а также климатическими условиями эксплуатации автомобиля.

С (синтетический), УС-2 (жировой) – солидолы. Предназначены для смазывания открытых узлов трения через пресс-масленки летом в северных районах и всесезонного во всех остальных районах страны.

С (синтетический), УС-1 (жировой) – пресс-солидолы. Их используют для смазывания открытых узлов трения через пресс-масленки всесезонно в северных районах страны и летом во всех остальных районах страны, кроме южных.

ЯНЗ-2 (тугоплавкая, неводостойкая натриево-кальциевая смазка). Ее используют до температур минус 30 °С на автомобилях всех моделей для смазывания подшипников ступиц колес, водяных насосов,

промежуточных опор карданных валов, опор привода вентилятора и других подшипниковых узлов, защищенных уплотнениями от проникновения воды.

Литол-24 (тугоплавкая водостойкая смазка, изготовленная с применением литиевого мыла). Является универсальной по назначению. Ее употребляют для тех же целей, что и смазку ЯНЗ-2 на автомобилях всех моделей, всесезонно, во всех климатических районах страны. Может заменять солидолы всех марок для смазывания открытых узлов трения.

ЦИАТИМ-201 (тугоплавкая литиевая смазка). Всесезонно используется для смазывания втулок валика прерывателя-распределителя, подшипников генератора, гибкого вала спидометра, замков и петель дверей, тяг привода, заключенных в оболочки, шарниров рулевых тяг (при их сборке). Ее можно применять вместо смазки Литол-24 при работе автомобилей на Крайнем Севере.

Смазка № 158 (водостойкая тугоплавкая, изготовлена на калиевом и литиевом мылах). Смазку закладывают в игольчатые подшипники при сборке карданных шарниров, не имеющих пресс-масленок.

Фиол-1 (литиевая смазка). На автомобилях ВАЗ ею смазывают шлицевое соединение карданного вала и салазки перемещения сидений.

АМ-1 (карданная смазка, натриевая, среднеплавкая, неводостойкая) служит для смазывания шариковых карданов равных угловых скоростей в передних ведущих мостах автомобилей повышенной проходимости. Эту же смазку в смеси с трансмиссионным маслом ТА-15В в отношении 1:1 используют для дисковых карданов равных угловых скоростей на полноприводных автомобилях "Урал" и КраЗ.

ШРБ-4 (водостойкая тугоплавкая смазка). Предназначена для применения в шаровых пальцах передней подвески и рулевых тяг на автомобилях.

УСс-А (графитная смазка, водостойкая, кальциевая, содержащая 10 % графита). Ее используют преимущественно для смазывания листов рессор, тросов привода тормозных механизмов в оболочках, а на автомобилях МАЗ и КраЗ – и для смазывания шлицев скользящих вилок карданных валов.

ВТВ-1 (защитная смазка – волокнистый технический вазелин). Смазку наносят для предохранения от коррозии на наконечники проводов и полюсные выводы аккумуляторных батарей, на поверхности трения крышки багажника, упора капота, ограничителя, открывания двери, на шарниры и пружины крышки топливного бака и т.п.

ЛВК (углеводородная защитная смазка). Применяют ее для тех же целей, что и смазку ВТВ-1, но из-за недостаточной температурной стойкости не рекомендуется использовать летом в южных районах.

4 СПЕЦИАЛЬНЫЕ ЖИДКОСТИ. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ

В тракторах и автомобилях применяются следующие основные виды специальных жидкостей: охлаждающие, тормозные, амортизаторные, для обмыва стекол, консервационные, для удаления нагара с деталей двигателя и пусковые жидкости.

4.1 Охлаждающие жидкости

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

Количество теплоты, отводимой при охлаждении, в зависимости от типа двигателя и способа охлаждения колеблется в пределах 25 ... 35 % от общей теплоты, выделяющейся при сгорании рабочей смеси.

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

Следствием перегревания может быть:

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

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

Вследствие переохлаждения двигателя может произойти:

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

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

Охлаждение автотракторных двигателей может быть воздушным и жидкостным.

При воздушном охлаждении двигателей блок цилиндров обдувается воздухом и теплота отводится непосредственно в атмосферу. Воздушное охлаждение осуществляется в двигателях Д-37, Д-37М, Д-144 тракторов Т-40 и Т-40А.

Водяное охлаждение двигателей более распространено. В этом случае теплота от нагреваемых деталей двигателя передается жидкости, омывающей их поверхности. Жидкость нагревает радиатор, обдуваемый воздухом. Далее с воздухом теплота уходит в атмосферу.

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

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

В качестве охлаждающих жидкостей для двигателя внутреннего сгорания широко применяют воду и низкотемпературные смеси – антифризы.

При эксплуатации автомобиля вода необходима не только для заполнения системы охлаждения, но и для приготовления электролита, заливаемого в аккумуляторные батареи, а также для мойки самого автомобиля. Пригодность воды для применения в указанных целях определяет значение ее жесткости, которая зависит от содержания в воде растворимых солей кальция и магния. Практически жесткость воды может быть определена по тому, как она смывает мыло с рук. Чем мягче вода, тем хуже смывается мыло. В жесткой воде руки намыливаются плохо, а мыло с них смывается водой быстро.

Умягчение воды. Операцию проводят следующими способами: длительным (30 ... 40 мин) кипячением, добавлением соды (6 ... 7 г каустической, 10 ... 20 г кальцинированной на 10 л воды) или тринатрийфосфата (3 ... 4 г на 10 л воды). Перед заливкой в систему охлаждения умягченная вода должна быть профильтрована для удаления выпавших солей.

Антинакипины (азотнокислый аммоний или гексаметафосфат натрия). При добавлении их к воде предупреждают образование накипи, не позволяя образовываться нерастворимым осадкам. К 10 л воды средней жесткости требуется добавить 40 ... 50 г азотнокислого аммония или 2 г гексаметафосфата натрия, для очень жесткой воды соответственно 100 и 4 г. Воду с введенными антинакипинами заливают непосредственно в систему охлаждения.

Дистиллированная вода. Эта вода не содержит солей жесткости. Ее получают перегонкой обыкновенной воды в электродистилляторах. Применяют для приготовления электролита и для доливки в элементы аккумуляторных батарей при понижении в них уровня электролита. Хранить воду, предназначенную для приготовления электролита, можно только в неметаллической посуде.

Низкотемпературные охлаждающие жидкости (антифризы). Они представляют собой смеси этиленгликоля и воды с добавлением антикоррозионных и антивспенивающих присадок. Выпускают два

вида антифризов: тосолы (Тосол А, Тосол А-40 и Тосол А-65) и низкозамерзающие жидкости марок 40 и 65. Замерзание (кристаллизация) антифризов не представляет опасности для системы охлаждения. В отличие от воды антифризы при замерзании почти не изменяют своего объема. При замене или после слива антифриза систему охлаждения двукратно промывают чистой водой, прогрев залитую воду на работающей двигателе до температуры 60 °С.

Тосолы: А-40, –65 °С. Температура замерзания Тосола А-40, –40 °С, тосола А-65, –65 °С. Они предназначены для круглогодичного применения в закрытых системах охлаждения с расширительным бачком (автомобили ВАЗ, "Волга", КамАЗ и др.). Тосол А – это концентрат антифриза (этиленгликоля по массе не менее 96 %, воды не более 3 %, остальное – антикоррозионные и антивспенивающие присадки) с температурой замерзания минус 21,5 °С и плотностью при 20 °С, равной 1,12 ... 1,14 г/см³. Для получения Тосола А-40 к 1 л концентрата добавляют 0,79 л дистиллированной воды, для получения Тосола А-65 – 0,58 л. Тосолы имеют сине-зеленую окраску. Тосолы в системе охлаждения заменяют через каждые 60 тыс. км пробега, но не реже одного раза в два года.

Низкозамерзающие жидкости марок 40 и 65. Предназначены для заполнения закрытых систем охлаждения без расширительного бачка (УАЗ, ГАЗ-52-04, -53А, КраЗ и др.). Температура ил замерзания соответственно –40 и –65°С. Антифриз марки 40 светло-желтого, марки 65 – оранжевого цвета. Низкозамерзающие жидкости марок 40 и 65 сливают из системы охлаждения весной при подготовке автомобиля к летней эксплуатации.

Правила обращения с антифризами:

- нельзя засасывать антифриз через шланг ртом, так как этиленгликоль, являясь пищевым ядом, при попадании в желудок, вызывает сильное отравление. Доза в 100 г антифриза смертельна. Для кожи антифриз безвреден;
- перед заливкой антифриза в систему охлаждения обеспечивают ее герметичность, так как антифриз легко просачивается через малейшие неплотности;
- во избежание повреждения окраски не допускают попадания антифриза на окрашенные поверхности при заполнении им системы охлаждения;
- заполняют систему охлаждения без расширительного бачка только на 93 ... 95 % от полного ее объема, поскольку антифризы обладают большим коэффициентом объемного расширения, системы охлаждения с расширительным бачком – на 3 ... 5 см выше метки MIN на стенке бачка;
- при понижении уровня антифриза из-за испарения жидкости в системе охлаждения доливают в радиатор воду, так как этиленгликоль не испаряется;
- в зимнее время регулярно (при ТО-2) проверяют плотность антифриза гидрометром.. Антифризы, плотность которых при 20 °С меньше 1,97 и больше 1,10, к применению не годны.

4.2 Тормозные жидкости

Их применяют для заполнения систем гидравлического или гидропневматического тормозных приводов, а также гидравлического привода выключения сцепления. Основные требования, которым должны отвечать тормозные жидкости это: возможно меньшее изменение вязкости в зависимости от температуры;

- низкая температура застывания (–40 °С для районов с умеренным климатом и –65 °С для Северных районов); достаточно высокая температура кипения (не ниже +115 °С для тормозных систем с барабанными тормозами и не ниже +190 °С для систем с дисковыми);
- хорошие смазывающие свойства;
- отсутствие коррозионного воздействия на металлические детали и разрушающего влияния на детали из резины.

Марки применяемых тормозных жидкостей зависят от конструкции тормозных систем автомобиля и от климатических условий его эксплуатации. Выпускают тормозные жидкости нескольких видов и сортов: на касторовой, глицериновой, гликолевой и нефтяной основах. В настоящее время широко применяются следующие марки тормозных жидкостей: "Нева", "Томь", "Роса", БСК, ЭСК.

На касторовой основе выпускают тормозные жидкости марок ЭСК и БСК. Жидкость ЭСК представляет собой смесь 60 % касторового масла и 40 % этилового спирта, окрашивается она в красный цвет; жидкость БСК состоит из 50 % касторового масла и 50 % бутилового спирта, окрашена в оранжевый цвет. Эти тормозные жидкости применяются в основном в тормозных системах с барабанными тормозами (из-за не достаточно высокой температуры кипения 115 °С) и приводах выключения сцепле-

ния. Наличие касторового масла в этих жидкостях обуславливает их высокую смазывающую способность.

Однако, недостатком является то, что их нельзя применять в зимних условиях при температуре окружающего воздуха ниже $-20 \dots -25$ °С. При низких температурах в этих жидкостях касторовое масло кристаллизуется в виде салообразной массы. Спирт из этих тормозных жидкостей достаточно легко испаряется, поэтому хранить их надо в герметизированных емкостях.

Тормозные жидкости "Нева", "Томь", "Роса", являются сложной композицией ряда синтетических химических соединений, в том числе и гликолей. В их состав входят также антикоррозионные присадки. Работоспособны в интервале температур окружающего воздуха от $+50$ до -50 °С, закипает при $+190$ °С, поэтому использоваться может всесезонно и на всех типах тормозных систем. Положительным свойством тормозных жидкостей на гликолевой основе является то, что при поглощении ими воды расслаивания не происходит, так как гликоль хорошо растворяется в воде. Основными преимуществами гликолевых тормозных жидкостей является: небольшая гигроскопичность, незначительное снижение температуры кипения при обводнении, хорошие противоизносные и антикоррозионные свойства.

Недостатками этих тормозных жидкостей являются то, что они ядовиты и огнеопасны, обладают повышенной агрессивностью к резинотехническим изделиям и невысокие смазывающие свойства по сравнению с жидкостями касторовым на касторовой основе.

4.3 Амортизаторные жидкости

Для того чтобы амортизаторы автомобиля были работоспособны в широком диапазоне температур, заливаемые в них жидкости должны иметь низкую температуру застывания не выше $+40$ °С), обладать невысокой вязкостью (около $10 \dots 12$ мм²/с при 50 °С), незначительно изменяющейся в зависимости от температуры. Кроме того, амортизаторные жидкости должны иметь хорошие смазывающие свойства, иметь высокую термическую и механическую стабильность.

В качестве жидкостей для амортизаторов используют либо маловязкие нефтяные масла (например, веретенное масло АУ), либо их смеси с жидкими кремнийорганическими соединениями и с антиокислительными и противоизносными присадками (например, жидкость АЖ-12Т или масло МГП-10).

Всесезонная жидкость АЖ-12Т работоспособна в интервале температур от $+50$ до -50 °С, обеспечивает устойчивую работу амортизаторов, детали уплотнений которых выполнены из маслостойкой резины, при повышенных температуре и давлении. Она представляет собой смесь маловязкого минерального масла и кремнийорганической жидкости с добавлением противоизносной и антиокислительной присадок. Предназначена для амортизаторов всех грузовых и легковых автомобилей, кроме автомобилей ВАЗ.

Для всесезонной работы гидравлических амортизаторов применяют также масло МГП-10 температура застывания которого -40 °С. Это масло состоит из смеси трансформаторного масла, кремнийорганической жидкости, животных жиров, антиокислительной и противопенной присадок. Его заливают в амортизаторы как грузовых, так и легковых автомобилей в районах, с умеренным климатом.

В производственных условиях при отсутствии специальных амортизаторных жидкостей применяют смесь масел турбинного 22 и трансформаторного в отношении 1:1, и используют в качестве заменителя жидкости АЖ-12Т. В зимнее время также можно использовать веретенное масло АУ. Оно имеет достаточно хорошие низкотемпературные и противоизносные свойства. Может применяться на грузовых автомобилях в районах с умеренным климатом как заменитель жидкости АЖ-12Т.

4.4 Электролит для свинцовых аккумуляторных батарей

Электролит представляет собой раствор аккумуляторной серной кислоты в дистиллированной воде. Аккумуляторная серная кислота в не разведенном состоянии – бесцветная маслянистая не пахнущая жидкость плотностью $1,83$ г/см³.

Приготовление электролита. Его готовят только в кислотоупорной посуде (эбонитовой, керамической или освинцованной). Стеклоянная посуда непригодна из-за недостаточной прочности и термостойкости. Серную кислоту медленно вливают в посуду с дистиллированной водой. **Вливать воду в кислоту категорически запрещено!** Вследствие бурной реакции выделяется большое количество тепла, серная кислота разбрызгивается, разрушающе действуя на одежду, а при попадании на тело вызывает сильные ожоги. При работе с серной кислотой и ее растворами обязательно применяют резиновые фар-

туки, перчатки, сапоги и защитные очки. Электролит нужной плотности получают добавлением аккумуляторной серной кислоты к дистиллированной воде (количественные соотношения компонентов (табл. 22). Для большей безопасности рекомендуется сначала разбавить серную кислоту до плотности 1,40 г/см³, а затем, вливая этот раствор в дистиллированную воду, получать электролит требуемой плотности (количественные соотношения компонентов приведены в табл. 23).

Температура замерзания электролита. Эта температура понижается по мере уменьшения плотности электролита и соответственно составляет: при плотности 1,29 г/см³ – минус 70 °С; 1,27 г/см³ – минус 58 °С; 1,23 – минус 36 °С.

22 Объемы серной кислоты и дистиллированной воды для приготовления 1 л электролита при 15 °С, см³

Компоненты	Плотность электролита, г/см ³					
	1,23	1,25	1,27	1,29	1,31	1,40
Серная кислота	0,225	0,246	0,268	0,290	0,310	0,416
Дистиллированная вода	0,775	0,754	0,732	0,710	0,690	0,584

23 Объемы электролита плотностью 1,40 г/см³ и дистиллированной воды для получения 1 л электролита при 15 °С, см³

Компоненты	1,23	1,25	1,27	1,29	1,31	1,40
Электролит плотностью 1,40 г/см ³	0,541	0,593	0,646	0,700	0,754	1,000
Дистиллированная вода	0,459	0,407	0,354	0,300	0,246	0,000

В полностью разряженной батарее плотность электролита понижается до 1,11 г/см³, а температура замерзания до –7 °С. Поэтому в зимнее время года разряженные батареи нельзя оставлять вне отапливаемого помещения.

4.5 Жидкость для стеклоомывателей

К ней относится смесь, состоящая из жидкости НИИСС-4 и чистой воды. Эта смесь содержит 79 % изопропилового спирта (по массе) и чистой воды с добавкой 0,1 % моющего средства – сульфанола.

Жидкость ядовита и огнеопасна. Ее заливают в бачок стеклоомывателя при отрицательных температурах окружающего воздуха и обязательно в смеси с водой. Соотношение воды и жидкости меняется в зависимости от окружающего воздуха, так как в чистом виде она вредно воздействует на окрашенные поверхности автомобиля.

Чистая вода. Для заливки в бачок стеклоомывателя летом нужна чистая вода. Желательно, чтобы она была мягкая.

4.6 Пусковые жидкости

Для облегчения пуска двигателей при низкой температуре окружающего воздуха (ниже –20 ... –25 °С) применяют пусковые жидкости, которые должны хорошо испаряться и быстро воспламеняться от искры или самовоспламеняться от сжатия. Кроме того, они должны обладать высокими антикоррозионными и противоизносными свойствами, иметь низкую температуру застывания, быть стабильными при длительном хранении. В качестве пусковых производят легковоспламеняющиеся жидкости на основе диэтилового эфира: Холод Д-40 для дизелей и Арктика для карбюраторных двигателей. Эфир обладает

широким пределом воспламеняемости и невысокой температурой самовоспламенения в топливовоздушной смеси. В табл. 24 приведен состав пусковых жидкостей.

24 Состав пусковых жидкостей

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

Добавление к пусковой жидкости для дизелей газового бензина и изопропилнитрата позволяет ускорить самовоспламенение и сгорание основного топлива, делает работу двигателя в период пуска более мягкой.

В жидкости для карбюраторных двигателей присутствие изопропилнитрата ускоряет воспламенение эфира и газового бензина от искры, а газовый бензин обеспечивает плавный переход к работе на основном топливе. К пусковым жидкостям также добавляют турбинное масло для снижения износа трущихся деталей в период пуска.

Пусковые жидкости поставляют потребителям в герметичных алюминиевых ампулах емкостью по 20 и 50 мл. Для их введения в цилиндр двигателя разработаны специальные устройства. Для карбюраторных двигателей предусмотрено введение пусковой жидкости через карбюратор из аэрозольного баллончика.

4.7 Экологические свойства топлива, масел и специальных жидкостей

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 топлив, смазочных материалов и специальных жидкостей, которые воздействуют на человека и окружающую среду и могут проявляться при хранении, транспортировании или использовании. К наиболее важным относятся: токсичность, пожароопасность, взрывоопасность и способность электризоваться.

список литературы

- 1 Гуреев А.А., Иванова Р.Я., Щеголяев 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 Чулков П.В., Чулков Н.П. Топлива и смазочные материалы: ассортимент, качество, применение, экология. М.: Машиностроение, 1996. 302 с.
- 5 Лышко Г.П. Топливо смазочные материалы. М.: Агропромиздат, 1985. 336 с.

6 Бондарь В.А., Зоря Е.И., Цагарели Д.В. Операции с нефтепродуктами. М.: АОЗТ "Паритет", 1999. 338 с. Сметанин В.И. Защита окружающей среды от отходов производства и потребления. М.: Колос, 2000. 232 с.

7 Алексахин Р.М., Голубев А.В. и др. Агрэкология / Под ред. В.А Черникова, А.И. Чекереса. М.: Колос, 2000. 536 с.

8 Краткий автомобильный справочник. М.: Транспорт, 1984. 220 с.