

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И  
СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ  
УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-  
ДОРОЖНЫЙ ИНСТИТУТ**

**КАФЕДРА «ХИММОТОЛОГИИ»**

Автор: к.х.н., доцент БАРХАНАДЖЯН А.Л.

Текст лекций по курсу:

**«ХИММОТОЛОГИЯ»**

ТАШКЕ НТ-2009 г.

Конспект лекций по курсу по курсу «Химмотология» рассмотрен и обсужден на заседании кафедры «Химмотология» « » 2009 г. Протокол №

Заведующий кафедрой, доцент

А.Л. Барханаджян

Рассмотрен и утвержден методической комиссией Автотранспортного факультета «\_\_\_»\_\_\_\_\_2009 г Протокол №

Председатель МКАТФ

Г. Н. Махмудов

Составитель, доцент

А.Л. Барханаджян

Рецензент:

Выходные данные

Формат \_\_\_\_\_ № заказа \_\_\_\_\_ тираж \_\_\_\_\_

Объем \_\_\_\_\_ печ. лист. \_\_\_\_\_ 2005 МУ ТАДИ

## ВВЕДЕНИЕ

Целью данного курса является изучение студентами важнейших свойств автомобильных бензинов, дизельных топлив, смазочных материалов и специальных жидкостей, влияние этих свойств на работу двигателей в различных условиях эксплуатации; научиться правильно применять при практической работе эксплуатационные материалы, экономно расходовать, строго выполнять необходимые меры предосторожности при работе с ними и определять качество АЭМ простейшими методами в условиях АТП.

Знания, приобретенные при изучении данного курса, помогут будущим специалистам обеспечить безотказность транспортных средств, повышать надежность, организовать рациональное применение ТСМ и специальных жидкостей.

В данной дисциплине изучаются: автомобильные бензины; дизельные топлива; газообразные топлива; моторные масла; трансмиссионные масла; пластичные смазки; специальные жидкости.

Курс «Химмотология» предназначен для обучения студентов по направлениям: «Эксплуатация и ремонт транспортных средств», «Наземные транспортные средства», «Охрана окружающей среды»

## Тема-1. Краткая характеристика нефти, получение топливо-смазочных материалов (4 часа)

### 1-Лекция *Краткие сведения о нефти, значение нефти для народного хозяйства. Задачи химмотологии (2 часа).*

Ключевые слова: Нефть, энергетический ресурс, топливо, смазочные материалы, химмотология, эффективность. План лекции

1. Краткая характеристика нефти
2. Значение нефти для народного хозяйства
3. Наука «Химмотология», ее задачи

**Основная литература:** А. Гуреев, Р.Я. Иванова, Н. В. Щеголев Автомобильные эксплуатационные материалы, М: Транспорт, 1986,1-4с.

**Дополнительная литература:** О.И. Манусаджянц, Ф.В. Смаль Автомобильные эксплуатационные материалы. М: Транспорт, 1989, 3с.

Около 2 тыс.лет до н.э. в сферу практических интересов человека были вовлечены нефть и газ, т.е. нефть известна человеку около 4 тыс.лет. Невозможно представить себе жизнь современного человека без этих продуктов. Топлива, смазочные материалы, мебель, одежда, автомобильные шины, посуда, лаки и краски и многие другие, повседневно используемые в быту предметы, происхождением своим связаны с нефтью и природным газом.

Нефть в отличие от других горючих ископаемых состоит в основном из углеводородов, которые содержат водород и поэтому выделяют значительное количество тепла при сгорании. Нефть - это своеобразный "универмаг" различных химических соединений. В одной капле нефти додержится около 900 различных и весьма сложных химических соединений, более половины химических элементов таблицы Менделеева.

1. *Нефть* - маслянистая густая жидкость, темно-коричневого или бурозеленого цвета, с характерным запахом. Представляет собой смесь углеводородов (УВ) различного состава и строения. Физико-химические свойства зависят от месторождения нефти. Плотность ее находится в пределах 770 - 1040 кг/м<sup>3</sup>, теплота сгорания 43000 -45500 кДж/кг.

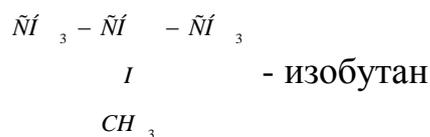
Нефть обладает рядом преимуществ по сравнению с другими видами топлива: прежде всего по калорийности ( 1 кг нефти при сгорании выделяет столько тепла, сколько 1,3 кг антрацита или 3 кг бурого угля), способу добычи (себестоимость добычи нефти в 6 раз ниже, чем угля), удобство транспортирования.

Основными химическими элементами, из которых состоит нефть, являются углерод и водород. В большинстве нефтей углерода содержится от 83,5 до 87,0; водорода - от 11,5 до 14%. Наряду с этими элементами в нефти встречаются сера, кислород, азот (S-0,1 до 3% и более, узбекские нефти Хау-Даг и Уч-Кизил содержат от 3,2 до 6,3%), азота от 0,001 до 1,8%, кислорода от 0,05 до 1%),

В малых количествах в нефтях присутствуют и другие элементы, главным образом металлы - ванадий, никель, железо, магний, хром, титан, кобальт, калий, кальций, натрий и др.

По химическому составу нефть сложная жидкость и состоит из следующих УВ: 1. Алканы (парафины) - общая формула  $C_nH_{2n+2}$

Содержание их в нефти от 10 до 50%. Они могут быть цепочного строения - нормальные и разветвленного - изомеры.



С увеличением числа атомов углерода повышается температура кипения, плотность и вязкость.

Изопарафины имеют более низкую температуру кипения и плавления, устойчива к действию кислорода при повышенных температурах, а нормальные парафины при высоких температурах легко окисляются. В целом парафиновые УВ имеют высокую теплоту сгорания, отличаются химической стабильностью. Поэтому при получении высокооктановых бензинов желательными компонентами являются изопарафиновые УВ (Н-парафины имеют низкое октановое число).

При производстве дизельных топлив предпочтительнее нормальные парафины, т.к. они легко воспламеняются, уменьшая период задержки воспламенения. Но все парафины имеют высокие температуры застывания. При производстве масел для обеспечения хорошей текучести при вязких температурах их подвергают депарафинизации.

2. *Цикланы* (циклопарафины или нафтены) - общая формула

$C_nH_{2n}$

Они могут быть пятичленные, шестичленные, смешанные, а также состоять из одного, двух и более циклов жестко связанных между собой (моноциклические, бициклические и полициклические).

В нефти содержатся до 60-70%. Обладают химической стабильностью, низкой температурой застывания. Эти УВ имеют меньшую теплоту сгорания, чем парафиновые, но обладают высокой детонационной стойкостью, поэтому являются желательными компонентами в бензинах и для производства зимних сортов дизельных топлив.

В масляных фракциях нафтены увеличивают маслянистость, вязкостно-температурные свойства.

### 3. Арены (ароматические УВ) - общая формула $C_nH_{2n-6}$

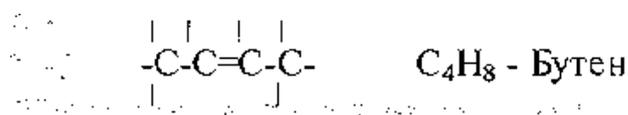
Они также могут быть моно-, би-, полициклическими. Содержание их в нефти от 10 до 20%. Обладают высокой термостойкостью, высокими октановыми числами (ОЧ) желательны в производстве высокооктановых бензинов, но, т.к. эти УВ способны к на парообразованию, содержание их в бензине допускается до 40-45%.

В дизельных топливах арены нежелательны из-за высокой термостойкости.

Арены агрессивны к резиновым деталям и имеют самую низкую теплоту сгорания.

4. Ненасыщенные -непредельные УВ (олефины или Алкены). В нефтях как правило, отсутствуют, они могут образовываться при термических процессах переработки нефти или выделенных из нее продуктов.

По Физическим свойствам олефины близки парафинам. Они способны



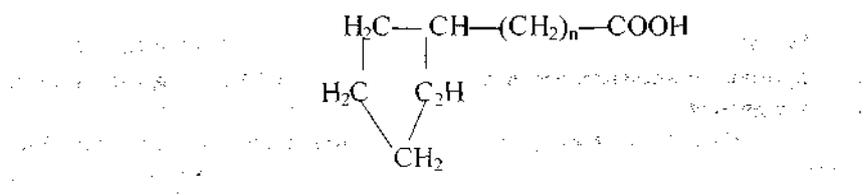
к реакциям присоединения, полимеризации и поликонденсации за счет наличия двойных связей. Низкая химическая стабильность олефинов отрицательно сказывается в условиях эксплуатации. Например, бензины термического крекинга вследствие окисления их олефиновой составной части осмоляются при длительном хранении (загрязняют жиклеры, впускной трубопровод и т.д.). Поэтому они нежелательны в составе топлив.

*Сернистые соединения.* Количество этих соединений во фракциях нефти, выкипающих до 300- 350°C, обычно невелико и зависит общего содержания серы. Основная масса концентрируется в высокомолекулярной части нефти, выкипающей при температурах выше 360°C. После перегонки сернистых нефтей в бензиновых фракция; сернистых соединений содержится 0,15 - 0,2%, в керосиновых - до 1 %, в соляровых до 2%.

Сернистые соединения делят на активные и неактивные. К активным сернистым соединениям, способным корродировать металлы при нормальных условиях, относятся элементарная сер; S, сероводород  $H_2S$ , и меркаптаны  $RSH$ , где R- углеводородный радикал.

Неактивные сернистые соединения являются нейтральными веществами и при нормальных условиях металлы не корродируют. Но при полном сгорании в двигателе они образуют сернистый и серный ангидриды, способные вызвать коррозию, а в соединении с водой образуют коррозионные агенты - сернистую и серную кислоты.

*Кислородные соединения.* К ним относятся: органические кислоты, которые присутствуют во всех топливах, маслах. Структурная формула:



Так как основа радикала этих кислот принадлежит к нафтеновому ряду, поэтому кислоты называются нафтеновыми. Химические свойства органических кислот обусловлены наличием в их молекулах карбоксильной группы  $\text{COOH}$ , водород которой может замещаться на металлы с образованием солей. В результате, с одной стороны, происходит коррозия системы питания автомобиля и деталей двигателей, а с другой - образование солей нафтеновых кислот - крайне нежелательных.

Все смолистые вещества и особенно асфальтены отрицательно влияют на качество смазочных материалов. Они ухудшают цвет масла, увеличивают нагарообразование.

*Смолисто-асфальтовые вещества* (смолы и асфальтены и др.) относятся к сложным циклическим соединениям, в молекулу этих соединений входит углерод, водород, кислород, сера. Они содержатся в нефти, в продуктах ее переработки, особенно большое их количество, концентрируется в мазутах. В бензинах прямой перегонки их практически нет из-за плохой испаряемости.

Смолисто-асфальтовые вещества обладают различной способностью растворяться в нефтепродуктах и по этому свойству различают нейтральные смолы - высоковязкие жидкости, хорошо растворяются во всех нефтепродуктах и содержатся в нефти от 5 до 40%, плотность их, как правило, превышает  $1000 \text{ кг/м}^3$ , имеют цвет от коричневого до черного. В составе топлив и масел придают им темный цвет. Отлагаясь на деталях двигателя, приводят к нагарообразованию в камере сгорания, вызывают пригорание поршневых колец. Совершенное извлечение их из топлив и масел усложняет технологию, повышает стоимость товарных нефтепродуктов. Однако переочищенные масла будут иметь неудовлетворительные смазывающие свойства.

*Асфальтены* — твердые хрупкие вещества бурого или черного цвета, нерастворимы в низкомолекулярных парафинах и нафтенах, растворяются в бензоле и его производных, в нефти их около 5%, они крайне нежелательны в составе масел, поэтому должны полностью удаляться.

*Кислые смолы* - малорастворимы в нефтепродуктах и по мере образования выпадают из нефтепродуктов в осадок, на деталях двигателей и систем питания в виде липких отложений.

1. Что из себя представляет нефть?
2. Каковы энергетические ресурсы нашей республики?
3. Что изучает химмотология и каковы ее задачи?

## **2-Лекция *Нефть* — основной источник получения топливо-смазочных материалов (ТСМ). Основные методы получения ТСМ (2 часа).**

Ключевые слова: Первичная переработка, деструкция, крекинг, риформинг, адсорбция, селективная очистка, кислотно-щелочная, гидроочистка. План лекций:

1. Химический состав нефти
2. Прямая перегонка нефти
3. Вторичные методы переработки нефти
4. Получение ТСМ из не нефтяного сырья
5. Основные методы очистки ТСМ

**Основная литература:** Л.С.Васильева Автомобильно-эксплуатационные материалы. М: Транспорт, 1986, 3 с.

**Дополнительная литература:** О.И. Манусаджянц, Ф.В. Смаль Автомобильно-эксплуатационные материалы. М: Транспорт, 1989, 4 с.

Для производства топлив и масел из нефти различают первичную (прямую) и вторичную переработку нефти (методами термической деструкции к синтеза).

Прямая перегонка (дистилляция) – разделение нефти на отдельные фракции в зависимости от температуры их кипения. Это обязательный процесс для получения фракций бензина, дизельного топлива и других содержащихся в нефти фракций.

В зависимости от месторождения нефть содержит 10-15% бензиновых фракций, 16-20% топлива для реактивных двигателей, 15-20% дизельного топлива и примерно 50% мазута, который, в свою очередь является сырьем для получения различных смазочных материалов.

Все современные нефтеперерабатывающие установки имеют секции первичной переработки. Для этого используют сложный комплекс автоматизированных аппаратов.

Фракции, выкипающие до 330-350°C, выделяются на установках под атмосферным давлением. Такие установки носят название атмосферных. Отгонять из нефти фракций при более высокой температуре нельзя, так как в этих условиях разложение УВ (крекинг) начинается раньше, чем их выкипание.

Для более глубокого фракционирования, т.е. выделения масляных фракций, давление в установках понижают до 4-6 кПа. При этом понижается тем-ра кипения УВ, что позволяет продолжить дистилляцию и получить не только топливные, но и масляные фракции. Такие установки называют вакуумны-

ми.

В атмосферных секциях выделяются следующие фракции:

1. УВ-ный нефтяной газ;
2. бензин, выкипающий в диапазоне 35-205°C;
3. топливо для реактивных двигателей (120— 315°C);
4. дизельное топливо (180-360°C)

Оставшийся мазут подается в вакуумные секции, где под вакуумом фракционируется на легкие, средние и тяжелые масла. После отгона из мазута дистиллятных масляных фракций остается гудрон, который уже при 30-40°C застывает, образуя твердую массу. Его используют как сырье для приготовления битума или масел очень высокой вязкости.

Для перегонки нефть нагревают в трубчатой печи. Это сооружение, нагревающее до 1000 т сырья в 1 час. Из трубчатой печи нагретую нефть до высокой температуры вместе с парами направляют в ректификационную колонну, которая представляет собой вертикально установленный прочный металлический цилиндр с наружной теплоизоляцией.

Внутри колонны поперек цилиндра установлены перегородки с отверстиями, прикрытыми колпачками. Часть колонны, лежащая на уровне ввода нагретого в трубчатой печи продукта, является испарительной (эвапорационной) зоной. Пары этой зоны поднимаются в верхнюю часть колонны, проходя через колпачковые тарелки, где постепенно охлаждаются, и конденсируются на тарелках различного температурного уровня. Чем выше расположены колпачковые тарелки, тем более легкие фракции на них конденсируются. Схема комплексной атмосферно-вакуумной установки современного нефтеперерабатывающего производства приведена на плакате I.

*Вторичная переработка нефти. Термический крекинг.* Сырьем для получения автомобильного бензина являются УВ большой молекулярной массы (мазут, керосиногазойлевые фракции). УВ расщепляются с образованием более легких фракций - бензиновой, легроиновой и керосиновой. Температура процесса 470-540°C, давление от 2 до 7 МПа, при этом выход бензина составляет 25-30%.

Однако крекинг-бензин содержит до 40% ненасыщенных УВ, поэтому имеет низкую химическую стабильность, кроме того, характеризуется низким октановым числом (66-68 по м.м.). Поэтому его используют незначительно как добавки к товарным бензинам.

*Каталитический крекинг.* Основной современный метод получения высококачественного бензина из тяжелых фракций, выкипающих при температуре 300-500°C (газойлевая или соляровая фракция). От термического крекинга отличается применением катализаторов, в присутствии которых процессы деструкции идут в направлении образования изомерных УВ. Процесс протекает при температуре 450-550 С, давлении 0,14-0,18 МПа, катализатором служат алюмосиликаты.

В результате каталитического крекинга получают продукты, в которых содержание изоалканов и ароматических УВ достигает 55%, цикланов 20-25%; алкены и алкадиены составляют всего 5-9%, общий выход бензиновых Фракций достигает 50% и более с ОЧ 78-85 по м.м.

*Гидрокрекинг* - разновидность каталитического крекинга в присутствии водорода. Гидрокрекинг кроме увеличения выхода целевого продукта может быть использован и для гидроочистки продукта от серы, азота и кислорода.

Гидрокрекинг осуществляют при тем-ре 420-500°C и давлении 3-10 МПа в присутствии катализатора (алюмокобальтомолибденового или алюмоникельмолибденового), сырьем служат газойлевые фракции, нефтяные остатки. Октановые числа бензиновых фракций гидрокрекинга 85-88 по и.м.

*Каталитический риформинг.* Основной способ получения высокооктановых бензинов (Аи-93, Аи-98 и т.д.) Процесс протекает при тем-ре 480-540°C, давлении 2-4 МПа в присутствии молибденового или платинового катализатора, сырьем служит бензин прямой перегонки. Сущность каталитического риформинга заключается в ароматизации бензиновых фракций в результате каталитического преобразования нафтеновых и парафиновых УВ в ароматические. Нафтеновые УВ теряют атомы водорода и превращаются в ароматические, а парафиновые образуют кольчатые структуры, которые, также отщепляя атомы водорода, переходят в ароматические. В результате получают высокооктановые компоненты для автомобильных бензинов с октановым числом 85 по м.м. и 95 по и.м.

*Синтезирование.* Этот метод используют для получения индивидуальных УВ, обладающих высокими октановыми числами и используемых в качестве добавок к бензинам (изооктан, алкилбензин, алкилбензол и т.д.). Процесс проводят в присутствия катализатора. Алкил бензин получают из газов крекинга и риформинга. При алкилировании к молекулам УВ присоединяются алкильные радикалы.

При изомеризации происходит перегруппировка атомов в молекуле, в результате чего образуются молекулы с изоструктурной. Сырьем для изомеризации служат легкие прямогонные бензиновые фракции.

Получение газообразных топлив.

Получение топлив синтезом из газов.

Очистка нефтепродуктов.

Получение масел.

1. В чем сущность прямой перегонки нефти?
2. Какие деструктивные методы переработки нефти Вы знаете?
3. Сущность процесса риформинга.
4. Назовите методы очистки ТСМ.
5. В чем сущность гидроочистки, ее преимущества по сравнению с другими методами?
6. Что понимают под адсорбционным методом очистки смазочных масел?

## Тема 2. Топлива для карбюраторных двигателей (4 часа)

### 3-Лекция *Автомобильные бензины* (2 часа)

Ключевые слова: качества, свойства, смесеобразование, детонация, октановое число, антидетонаторы, степень сжатия, метод оценки. План лекции:

1. Требования к качеству бензинов
2. Показатели качества бензинов
3. Детонационная стойкость, октановое число
4. Пути повышения детонационной стойкости, механизм действия антидетонаторов.

**Основная литература:** А.А. Гуреев, Р.Я.Иванова, Н. В.Щеголев Автомобильно-эксплуатационные материалы. М: Транспорт, 1986, 40 с.

Л.С.Васильева Автомобильно-эксплуатационные материалы. М: Транспорт, 1986, 20с.

**Дополнительная литература:** В.Г Павлов, П.П. Заскалько Автомобильно-эксплуатационные материалы. М: Транспорт, 1982, 16с.

*Требования.* Для надежной и долговечной работы карбюраторных двигателей необходимо, чтобы применяемые топлива обладали бы высокими эксплуатационными свойствами. К качеству автомобильных бензинов предъявляются следующие требования: -полностью испаряться, сгорать с максимальным выделением тепла и минимальным образованием токсичных и коррозионно-активных продуктов отложений;

-иметь высокую детонационную стойкость на всех режимах работы двигателя;

-хорошая стабильность и небольшая испаряемость для улучшения условий транспортирования и хранения; -топливо должно быть недорогим и обеспечено сырьевыми ресурсами.

*Октановое число.* Детонационная стойкость топлив оценивается октановым числом. Детонационная стойкость бензинов это важный фактор, влияющий на допустимую степень сжатия двигателя, фактор, определяющий его мощностные и экономические показатели. Стойкость топлив к возникновению детонационного сгорания зависит от его группового химического состава, количества и наличия антидетонационных присадок (антидетонаторов).

Октановое число оценивают двумя методами: Моторным и исследовательским на одноцилиндровой установке УИТ-65, методом сравнения детонационной стойкости испытуемого топлива с детонационной стойкостью эталонных топлив. Эталонное топливо состоит из двух углеводородов: изооктана, детонационная стойкость которого принята „за 100 единиц и нормального гептана, октановое число которого равно 0. Определение детонационной стойкости заключается в подборе такой эталонной смеси изооктана и гептана, интенсивность детонации которой, регистрируемая с помощью приборов, соответствует интенсивности детонации испытуемого бензина при

одной и той же степени сжатия.

Детонационная стойкость бензинов обусловлена требованиями двигателя, главным образом, его степенью сжатия. При увеличении степени сжатия на единицу требуется повысить детонационную стойкость бензина на 4...8 октановых единиц.

Детонационную стойкость бензинов можно повысить несколькими методами:

1. Применение современных технологий получения топлив, например, каталитического крекинга, риформинга. Современная технология позволяет получать базовые бензины с ОЧ 75-80 по моторному методу и 80-84 по исследовательскому.

2. Повышение ОЧ при добавлении в базовые бензины высокооктановых компонентов, таких, как изооктан, алкилбензол и др., которые обладают ОЧ по моторному методу около 100 ед. Таких компонентов добавляют в базовый бензин до 40%.

3. Введение в бензины антидетонаторов, т.е. химических соединений, которые при очень незначительной их концентрации в топливе существенно увеличивают его детонационную стойкость.

Наиболее эффективным антидетонатором является тетраэтил свинец (ТЭС)  $Pb(C_2H_5)_4$ - ТЭС- бесцветная густая ( $\rho = 1652 \text{ кг/м}^3$ ), ядовитая жидкость, хорошо растворяется в нефтепродуктах и не растворяется в воде. Эффективность ТЭС в 600 раз выше, чем у бензола. Большим недостатком ТЭС является высокая токсичность.

В чистом виде он не применяется, так как при его сгорании образуются нелетучие соединения свинца, которые откладываются на поверхности камеры сгорания и электродах свечей. Во избежание этого используют смесь ТЭС с выносителями. Предельное содержание ТЭС в бензинах не должно превышать 0,5 г/кг топлива.

1. Как оценивается детонационная стойкость бензинов?
2. Что характеризует октановое число?
3. Методы повышения октановых чисел.
4. Какие Вы знаете антидетонаторы?

#### **4- Лекция *Влияние эксплуатационных свойств бензинов на работу двигателя (2 часа)***

Ключевые слова: фракция, фракционный состав, нагарообразование, фактические смолы, индукционный период, коррозия

План лекции:

1. Фракционный состав бензинов
2. Влияние фракционного состава на полноту сгорания топлива

3. Химическая стабильность бензинов
4. Коррозионная агрессивность бензинов
5. Марки бензинов. Рекомендации по применению
6. Хранение и транспортировка бензинов

**Основная литература:** Л.С.Васильева Автомобильно-эксплуатационные материалы. М: Транспорт, 1986, 54 с.

**Дополнительная литература:** .П. Павлов, П.П. Заскалько Атомобильно-эксплуатационные материалы. М: Транспорт, 1986, 36 с.

*Основные свойства автомобильных бензинов. Фракционный состав.* Легкий пуск двигателя, его прогрев, надежная работа прогретого двигателя при различных режимах, а также частичное снижение смолистых отложений в системе питания и цилиндрах при работе двигателя зависит от фракционного состава.

В соответствии стандартам на бензины фракционный, состав регламентируется температурами выкипания начала перегонки (н.п.), 10%, 50%, 90% и температурой конца перегонки(к.п.). Температура н.п. для всех марок бензина составляет 35°C, для летних сортов допускается 40-45°C.

О легком запуске двигателя судят по температуре 10%. Эта температура для летних бензинов не должна превышать 70°, для зимних - 55°C. Она связана с давлением насыщенных паров (ДНП).

Чем выше давление насыщенных паров, тем большее количество паровой фазы содержится в топливно-воздушной смеси, тем легче и быстрее пуск двигателя. Для летних сортов бензина ДНП должно составлять не более 70 гПа, для зимних – 670 – 930 гПа.

Надежный запуск двигателя в холодное время года на летних сортах бензина возможен при температуре минус 15°C, а на зимних сортах до минус 25°C без предварительной подготовки.

Указанные величины температур могут колебаться в небольших пределах в зависимости от конструктивных особенностей двигателей и применяемых сортов масел.

После пуска, двигатель должен быстро прогреться, что связано с температурой разгонки 50% бензина. Этот показатель определяет также хорошую приемистость, т.е. способность обеспечить быстрый разгон автомобиля при резком открытии дросселя.

Полное испарение бензина в двигателе определяется температурами 90% и t к.п. При высоких значениях этих температур часть бензина не успевает испариться и поступает в цилиндры двигателя в составе горючей смеси в жидком виде. Скорость сгорания такой смеси снижается, смесь догорает в процессе расширения, что приводит к снижению мощности и экономичности работы двигателя. Одновременно с этим создаются условия для конденсации топлива на деталях цилиндропоршневой группы, смыва с них смазки, проникновения бензина в картер и разжижения моторного масла. Указанные явления влекут за собой повышение износа деталей ЦПГ и нагарообразование

в камере сгорания.

Температура конца перегонки указывает на нежелательное присутствие тяжелых фракций, способствующих повышению смоло- и нагарообразованию в двигателе. Поэтому температура конца перегонки автомобильных бензинов должна быть в пределах 180-200°C.

На местах поставки авт. бензина потребителям (нефтебазах, складах) допускается повышение температуры, при которой перегоняется 10%, бензина на 1°C, температура промежуточных точек на 2°C, а т.к. п. -на 3°C, допускается увеличение остатка в колбе после перегонки на 0,3%.

Фракционный состав определяют на специальной установке, состоящей из перегонной колбы с отводной трубкой, холодильника и приемника (мерный цилиндр на 100 мл). При разгонке колбу с топливом нагревают и следят за температурой и количеством поступающего в цилиндр конденсата. Данные наносят на график и сравнивая их с типичными кривыми фракционного состава различных топлив, судят о сорте испытуемого топлива и соответствии его стандарту.

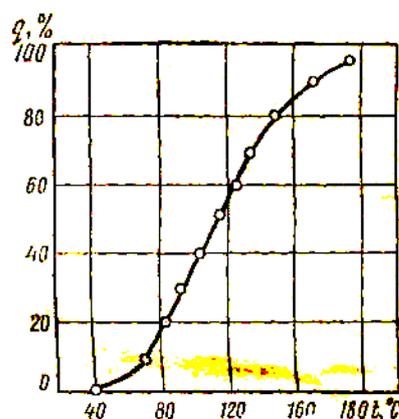


Рис. 1 Кривая разгонки бензина

q – количество перегнанного топлива; t – температура разгонки

Определение фракционного состава представляется в виде графического изображения кривой перегонки в координатах количество отогнанного бензина – температура t°C (рис. 1)

Таким образом, в целом облегчение фракционного состава бензина способствует улучшению работы двигателя. Однако при этом необходимо иметь в виду, что чрезмерное снижение  $t_{10}$  приводит к испарению легких фракций уже в трубопроводах или топливном насосе до карбюраторов. Образующиеся пузырьки пара создают паровые пробки, нарушающие подачу бензина в карбюратор и ведущие к перебоям в работе, а зачастую даже к полной остановке двигателя. Кроме того, снижение  $t_{90}$  и  $t_{к.к.}$  ограничивает количество используемых дистиллятов нефти и тем самым уменьшает выход из нее бензина т.е., его ресурсы.

*Плотность.* Большинство бензинов имеют близкие значения плотности и находятся в пределах 730...780 кг/м<sup>3</sup>(20 °С). Плотность топлив зависит от их химического состава молекулярной массы и температуры. Плотность определяют нефтенденсиметрами - специальными ареометрами. Для определения плотности пользуются формулой:

$$\rho_4^{20} = \rho_4^t + \gamma(t - 20^0)$$

где  $\rho_4^t$  – плотность топлива при температуре определения  $t$ ;  
 $\gamma$  – температурная поправка.

Плотность топлива для товарных марок бензина не нормируется ее необходимо точно знать при расчетах дозирующих систем при боров питания и при пересчете объёмных единиц в массовые и массовых в объёмные при определении расходов топлива во время испытаний двигателей.

*Вязкость* – это силы межмолекулярного трения. Различают динамическую и кинематическую вязкость. За единицу динамической вязкости принята вязкость такой жидкости, единица поверхности которой при градиенте скорости сдвига, равном единице, требует для своего перемещения усилие, равное единице силы. Единицей динамической вязкости является Па\*с.

Кинематическая вязкость равна отношению динамической вязкости к ее плотности при той же температуре, т.е.

$$\nu = \frac{\eta}{\rho}$$

где  $\nu$  - динамическая вязкость при температуре  $t$ ,  $\rho$  - плотность жидкости при температуре  $t$ ;  $\eta$  – кинематическая вязкость при температуре  $t$ .

При понижении температуры вязкость топлива увеличивается в 8-10 раз быстрее, чем его плотность, поэтому массовый расход через дозирующие устройства уменьшается. Кроме того, понижение температуры топлива обычно происходит зимой и совпадает с понижением температуры воздуха на впуске, увеличивающим расход воздуха. Все это вместе взятое, если не принять специальных мер, может привести к недопустимому обеднению горючей смеси.

В современных системах впрыскивания программа дозирования топлива корректируется автоматически, что исключает обеднение горючей смеси.

*Химическая стабильность бензинов.* Химическая стабильность зависит от углеводородного состава бензинов.

Количественно химическую стабильность оценивают индукционным периодом, т.е. интервалом времени в минутах, в течение которого топливо, находясь в специальном герметическом сосуде в атмосфере чистого кислорода под давлением 0,7 МПа и с температурой 100°С, не вступает с

кислородом в реакцию окисления. О начале вступления топлива во взаимодействие с кислородом судят по падению давления в сосуде, что свидетельствует о поглощении кислорода углеводородами топлива. Для бензинов индукционный период должен быть, в зависимости от марки, не меньше 450-900 мин.

Для повышения химической стабильности бензинов их подвергают очистке от смол.

Содержание фактических смол в бензине характеризует степень осмоления бензинов. Содержание фактических смол выражается в мг на 100 мл бензина и регламентируется двумя нормами: Содержанием на месте производства и перед применением. Так, при производстве всех марок бензинов - 5мг/100мл, а перед применением для А-72 -10, А-76 - 10, Аи-93 -7, АИ-98 -7 мг/100мл.

В бензины, содержащих фракции каталитического или термического крекингов, требуется введение антиокислительных присадок (пиролизат 0,05-0,15%, ФЧ-16 0,05-0,10%).

Процессы окислительной полимеризации УВ, приводящие к образованию смол, зависят главным образом от температуры и различиях катализаторов. Смолы откладываются на горячих частях впускного тракта, особенно нежелательны отложения на тарелках впускных клапанов, Высокая температура поверхности клапана способствует глубокой полимеризации смол, превращению их в твердые нерастворимые отложения, существенно уменьшающих сечение проходных каналов.

Отложения смол на стержне клапана еще опаснее, так как при остывании смолы твердеют, что приводит к зависанию клапанов и выходу двигателя из строя.

Смолы откладываются в топливных баках, топливоприемниках, фильтрах, на деталях карбюратора. Смолистые отложения плохо растворяются даже в бензоле, ацетоне. Из топливного бака смолы можно удалить пропариванием острым паром, небольшие детали можно очистить от смол кипячением их в мыльных или содовых растворах.

*Сернистые соединения.* Наиболее коррозионно активна элементарная сера,  $H_2S$  и меркаптаны. Они вызывают коррозию резервуаров, тары и деталей топливоподающей системы двигателей.

Содержание сернистых соединений качественно оценивается испытаниями на медную пластинку по изменению цвета. В зависимости от марок бензина допускается содержание серы не более 0,1 -0,12%.

*Содержание воды и механических примесей* в бензине не допускается. Механические примеси вызывают серьезные неполадки в работе двигателя: вызывают износ жиклеров карбюраторов, поршневых колес, зеркала цилиндра, засоряются фильтры, топливопроводы и т.д.

Влага при понижении температуры кристаллизуется и нарушает подачу топлива, способствует коррозии деталей, ускоряет смолообразование, снижает теплоту сгорания, растворяет антиокислитель, способствует разложению

ТЭС.

*Присадки:* антидетонаторы - ТЭС, ЦГМ до 0,5 г/кг топлива антиокислительные – смесь фенолов с маслами ФЧ-16 до 0,1% антиобледенители спирты, гликоли, ПАВ моющие - АФЕН, моющие - антиобледенительные до 0,05%.

*Марки бензинов.*

*Заменители бензинов.*

В промышленно развитых странах применяют в основном два вида бензинов - "Премиум" с ОЧ 97-98 и "Регуляр" с ОЧ 90-94.

В Европе в настоящее время практически все бензины этилированные с содержанием свинца от 0,15 до 0,14 г/л.

В Японии используется практически только неэтилированный бензин "Регуляр" с ОЧ 92 (97%), бензина "Премиум" выпускается около 2%, а этилированные бензины - 1,5%

В США доля этилированных бензинов составляла 35%) при среднем содержании свинца 0,29%/л. Планируется выпускать неэтилированные бензины "Регуляр" с ОЧИ 92 и "Премиум" с ОЧИ 96. В настоящее время все новые модели автомобилей переводятся на использование только неэтилированный бензин.

Остальные основные показатели качества зарубежных бензинов практически не отличаются от показателей бензинов, выпускаемых у нас в стране.

1. Что характеризует фракционный состав бензинов?
2. Как оценивается полнота сгорания топлива?
3. Назовите характерные точки фракционного состава бензинов.
4. Как определяют индукционный период бензинов?
5. Назовите основные марки автомобильных бензинов.

### Тема 3 Дизельные топлива (4 часа)

#### 5-Лекция *Требования к качеству дизельных топлив. Показатели качества (2 часа)*

Ключевые слова: топлива, плотность, вязкость, низкотемпературные свойства, депрессорные присадки, фракция, температура выкипания

План лекции:

1. Требования к качеству дизельных топлив
2. Показатели качества
3. Влияние величины вязкости на процесс смесеобразования
4. Фракционный состав дизельных топлив

**Основная литература:** А.А. Гуреев, Р.Я.Иванова, Н. В. Щеголев Автомобильно-эксплуатационные материалы. М: Транспорт, 1986, 109с.  
Г.Н. Лыжко. Топливо и смазочные материалы. М: Агропромиздат, 1985,80с.  
**Дополнительная литература:** В.П.Павлов, П.П. Заскалько Автомобильные эксплуатационные материалы. М: Транспорт, 1982,42с.

Важнейшее эксплуатационно-техническое требование к дизельным топливам состоит в том, что так же, как топлива для двигателей с искровым зажиганием, они должны быть эффективным энергоносителем, т.е. обладать высокой теплотой сгорания. Кроме того, при всех возможных условиях применения должны быть гарантированы: - бесперебойная подача топлива из бака к топливной аппаратуре и в цилиндры двигателя;  
-надежное смесеобразование, т.е. иметь оптимальную вязкость, плотность, фракционный состав, поверхностное натяжение и давление насыщенных паров;  
-надежная воспламеняемость, мягкая работа двигателя, полное сгорание без образования сажи и особо токсичных и канцерогенных продуктов в ОГ;  
-минимальное образование нагара и отложений в зоне распылителей форсунок и в камере сгорания;  
-минимальная коррозионная активность;  
-возможно большая физическая стабильность при длительном хранении и транспортировке;  
- невысокая токсичность;  
-топливо должно быть недорогим и обеспечено сырьевыми ресурсами.

*Основные свойства*, вязкость, вязкостно-температурные свойства. Вязкость топлива влияет непосредственно на процесс образования смеси. От нее зависят надежность и ресурс топливной аппаратуры дизелей. Требования к вязкости не однозначны. С одной стороны, при повышенной вязкости не удастся обеспечить удовлетворительную тонкость распыливания топлива форсункой, что ухудшает процесс смесеобразования и приводит к снижению экономичности двигателя, повышению дымности ОГ, с другой стороны - вязкость должна быть такой, чтобы исключить подтекание топлива через зазоры плунжерных пар насоса и обеспечить их смазку. Для летней эксплуатации быстроходных дизелей вязкость топлива (20°С) должна находиться в пределах 3,0-6,0, для зимней 1,8-6,0, для арктических условий - в пределах 1,5-4,0 мм/с.

*Прокачиваемость* дизельного топлива оценивается вязкостью, температурами помутнения и застывания, содержанием мех, примесей, воды, коэффициентом фильтруемости.

Температура помутнения и застывания топлива и предельная температура фильтруемости характеризуют низкотемпературные свойства дизельного топлива, под которыми понимают способность топлива сохранять текучесть при понижении температуры и не вызывать затруднений при перекачке по трубопроводам. С уменьшением температуры вязкость топлива увеличивается, причем резкое ее увеличение наблюдается в узком интервале температур,

практически от температуры помутнения топлива до его застывания.

*Температура помутнения* определяет начало выпадения из топлива в виде кристаллов высокоплавких УВ (парафинов, церезинов), которых в дизельных топливах значительно больше, чем в бензинах. Возникает опасность забивки топливных фильтров кристаллами парафиновых УВ. Поэтому температура помутнения дизельных топлив должна быть несколько ниже возможной температуры применения топлива.

*Температура застывания* - температура, при которой топливо теряет свою текучесть. Этот показатель служит приблизительным ориентиром при определении возможных предельных условий применения топлив, поэтому показателю судят о возможностях заправки, транспортирования, слива и налива топлива.

Улучшение низкотемпературных свойств дизельных топлив осуществляют депарафинизацией и введением депрессорных присадок.

Механизм действия.

*Испаряемость* топлива определяется фракционным составом. В отличие от бензинов фракционный состав дизельных топлив регламентируется температурами выкипания 50,96% топлива. Это объясняется тем, что между температурой выкипания 10% дизельного топлива и работой дизелей однозначной связи не установлено. При повышении температуры выкипания 10% топлива, т.е. при утяжелении топлива, увеличивается его расход и дымность ОГ. При облегчении топлива ухудшается пуск дизелей, так как легкие фракции имеют худшую, по сравнению с тяжелыми фракциями, самовоспламеняемость. Поэтому пусковые свойства дизельных топлив для автомобилей в некоторой степени определяет температура выкипания 50% топлива. Температура выкипания 96% топлива регламентирует содержание в топливе более тяжелых фракций, увеличение которых ухудшает смесеобразование, снижает экономичность, повышает нагарообразование и дымность ОГ.

1. Требования к качеству дизельных топлив.
2. Определение вязкости и влияние ее на процесс смесеобразования.
3. Низкотемпературные свойства дизельных топлив.
4. Основные характерные точки фракционного состава дизельных топлив.

## 6-Лекция *Эксплуатационные свойства дизельных топлив* (2 часа)

Ключевые слова: Цетановое число, химическая стабильность, коррозия, методы определения, присадки.

План лекции:

1. Самовоспламеняемость дизельных топлив, цетановое число.
2. Определение цетановых чисел.
3. Влияние цетанового числа на рабочий процесс дизеля.
4. Химическая стабильность дизельных топлив.

**Основная литература:** Л.С.Васильева Автомобильные эксплуатационные материалы. М: Транспорт, 1986,68с.

**Дополнительная литература:** В.П. Павлов, П.П. Заскалько Автомобильные эксплуатационные материалы. М: Транспорт, 1982, 48с.

*Воспламеняемость* топлива характеризует его способность к самовоспламенению в дизеле. Это свойство в значительной мере определяет подготовительную фазу процесса сгорания- период задержки воспламенения, который в свою очередь складывается из времени затрачиваемого на распад топливной струи на капли, частичное их испарение и смешение паров топлива с воздухом (физическая составляющая), и времени, необходимого для завершения предпламенных реакций и формирования очагов самовоспламенения (химическая составляющая). Физическая составляющая времени, задержка воспламенения, зависит от конструктивных особенностей двигателя, а химическая - от свойств применяемого топлива. При большой длительности периода задержки воспламенения увеличивается количество топлива, химически подготовленного для самовоспламенения. Сгорание топливно-воздушной смеси в этом случае происходит с большой скоростью, что сопровождается резким нарастанием давления в камере сгорания.

Работу дизеля при скорости нарастания давления более 0,4-0,6 МПа на 1<sup>0</sup> поворота коленчатого вала называют "жесткой". При "жесткой" работе возникают ударные нагрузки на поршень, подшипники, вызывая их ускоренный износ и даже разрушение. При снижении периода задержки воспламенения топливам давление нарастает более плавно, двигатель работает "мягче". В то же время чрезмерное сокращение периода задержки воспламенения приводит к ухудшению процесса смесеобразования и, как следствие, к падению мощности и экономичности двигателя. Поэтому для обеспечения нормальной работы двигателя необходимо применять топлива с оптимальной длительностью периода задержки воспламенения, который характеризуется цетановым числом. (Ц.Ч.)

*Цетановое число* - условная единица измерения самовоспламеняемости топлива, Ц.Ч. топлива численно равно содержанию цетана  $C_{16}H_{34}$  (в %) в такой его смеси с  $\alpha$ -метилнафталином  $C_{10}H_8$ , которая эквивалентна по самовоспламеняемости данному топливу. Цетан обладает хорошей самовоспламеняемостью: ее принимают за 100 ед.,  $\alpha$ -метилнафталин - плохой: ее принимают за 0. Варьируя содержание указанных компонентов в эталонной смеси, можно изменять ее самовоспламеняемость от 100 до 0. Чем меньше Ц.Ч., тем больше период задержки воспламеняемости топлива. Повышение Ц. Ч. выше 50 вызывает увеличение удельного расхода из-за уменьшения полноты сгорания. При возрастании Ц. Ч. улучшаются пусковые свойства топлива.

*Коррозийность дизельных топлив.* Основной причиной коррозионного воздействия дизельных топлив на металлы являются содержащиеся в них соединения серы. Общее содержание серы в топливе зависит от способа его очистки и от того, из каких нефтей получено это топливо. Стандарт на дизельное топливо предусматривает выпуск двух видов дизельного топлива: 1- с предельной нормой серы - 0,2%, 2-е содержанием серы до 0,5%. Для топлив, применяемых в средне- и малооборотных двигателях, предельная норма содержания серы повышается до 1,5, а иногда и до 3%. Использование топлив с высоким содержанием серы допустимо только с одновременным использованием масел со специальными присадками, уменьшающими вредное воздействие серы на двигатель.

Основным методом контроля наличия активной серы (элементарная, сероводород, меркаптановая сера) являются коррозионные испытания на медную пластинку. Газовая коррозия (форсунки, верхний пояс гильзы, цилиндра и др.). Коррозия в зоне низкой температуры (нижний пояс гильзы, шейки валов, подшипники).

Наряду с серой коррозионное воздействие на металлы оказывают и содержащиеся в топливе водонерастворимые нафтеновые кислоты, количественно оцениваемые показателем кислотности топлива. По действующим нормам кислотность дизельных топлив не должна превышать 5 мгКОН на 100 мл топлива.

*Влияние свойств топлива на образование нагара.* На способность дизельных топлив образовывать отложения влияют количественное содержание смолистых веществ и сернистых соединений, наличие непредельных и ароматических УВ, а также фракционный состав. Появление нагара на распылителях форсунок ведет к изменению факела распада, ухудшению смесеобразования, снижению экономичности двигателя, повышению дымности его выхлопа. Из-за закоксованности отверстий распылителей форсунок подача топлива может прекратиться полностью. Отложения на иглах распылителей форсунок могут привести к их зависанию и потере герметичности. В результате этого происходит подтекание топлива, мощность и экономичность двигателя падают.

В товарных дизельных топливах содержание фактических смол ограничено и не должно превышать 30...40 мг на 100 мл топлива. Количество непредельных УВ в дизельном топливе контролируется с помощью так называемого йодного числа. Йодное число представляет собой количество йода, реагирующее в определенных условиях с испытуемым топливом. Йодное число пропорционально содержанию непредельных УВ, в связи с чем в товарных дизельных топливах его величина не должна превышать 6 г йода на 100 г топлива.

Нагарообразование оценивается также коксуемостью и зольностью. Коксуемость - свойство топлива образовывать отложения при нагреве без доступа воздуха. Контроль коксуемости осуществляется по содержанию кокса в 10%-ном остатке топлива после перегонки, количество которого не должно превышать 0,3%.

Для ограничения контроля негорючих компонентов в стандарты введен показатель зольности, который в дизельных топливах не должен превышать 0,01%. Зольность топлива характеризует содержание в топливе негорючих неорганических соединений, которые повышают абразивные свойства топлива.

#### *Присадки:*

- активирующие - изопропилнитрат (для повышения Ц.Ч., при введении 1% в дизельное топливо повышает Ц.Ч. на 10... 13 ед.)
- депрессорные — сополимеры этилена с винилацетатом (для понижения температуры застывания, при введении в концентрации 0,02...0.1% снижает температуру застывания дизельного топлива на 20...30°, за рубежом выпускаются под названием Парадин);
- антидымные - АД-17, АД-31, АД-42 (содержат соединения бария, кальция, магния и ряд др. элементов, добавляют к топливу в количестве 0,5%, лучшая из них АД-42, снижает, дымность на 79%);
- антиокислительные – повышающие термоокислительную стойкость (0,01-2,0);
- антикоррозионные – понижающие коррозионную активность топлив (0,0008 - 0,005 %);
- биоцидные – подавляющие размножение микроорганизмов, добавляют до (0,05 - 0,5 %);
- многофункциональные (добавляют до 0,01-0,5%).

*Ассортимент.* В соответствии с ГОСТ 305-82 выпускаются следующие дизельные топлива: Л (летнее), З (зимнее) и А (арктическое). Эти марки предназначены для быстроходных дизелей и газотурбинных двигателей наземной и судовой техники.

При обозначении летнего топлива указывают предельное содержание серы и температуру вспышки. Например, топливо дизельное Л-0,2-40 (ГОСТ 305-82). Норма серы показывает вид топлива, а температура вспышки - область применения, так как топливо, предназначенное для тепловозных и судовых дизелей, газовых турбин должно иметь температуру вспышки на 21°С

выше, чем для дизелей общего назначения.

При обозначении зимнего топлива вместо температуры вспышки указывают температуру его застывания, например, топливо дизельное 3-0,2-35°C (ГОСТ 305-82). При обозначении арктического топлива указывают только предельное содержание серы, например, топливо дизельное А-0,4 (ГОСТ 305-82) или топливо дизельное А-0,2 (ГОСТ 305-82).

1. Как оценивают воспламеняемость дизельных топлив?
2. Как влияет величина цетанового числа на рабочий процесс дизеля?
3. Из каких углеводородов состоит эталонная смесь дизельных топлив для определения цетанового числа?
4. Что понимают под химической стабильностью дизельных топлив?

#### **Тема-4 Газообразные топлива (2 часа)**

##### **7-Лекция Сжиженные и сжатые газы (2 часа)**

Ключевые слова: состав, углеводороды, пропан, бутан, метан, водород, спирты, вода, теплотворная способность, детонационная стойкость, применение

#### **План лекции:**

1. Проблемы и задачи применения газообразных топлив (ГТ)
2. Классификация и требования к качеству.
3. Состав ГТ и основные эксплуатационные свойства.
4. Стандарты на ГТ и рекомендации по применению.

**Основная литература:** Л.С.Васильева Автомобильные эксплуатационные материалы М: Транспорт, 1986,90с.

А.А. Гуреев, Р.Я.Иванова, Н.В.Щеголев Автомобильные эксплуатационные материалы. М: Транспорт, 1986,138с.

**Дополнительная литература:** Г. П. Лыжко Топливо и смазочные материалы. М: Агропромиздат, 1985,110с.

О.И. Манусаджянц, Ф.В. Смаль Автомобильные эксплуатационные материалы. М: Транспорт, 1989, 103с.

Использование газообразных топлив дает следующие преимущества:

-появляется возможность ввести в сферу применения дополнительный энергоноситель, что позволит сохранить для химической промышленности нефть - ценнейшее химическое сырье;

-снижается токсичность ОГ, что при современной концентрации автомобилей существенно оздоровят воздушный бассейн, особенно в крупных городах;

- снижается изнашивание ЦПГ и увеличивается срок службы моторного масла, так как газозвдушная смесь не смывает масляную пленку с зеркала цилиндра и не разжижает масло в картере;

- высокая детонационная стойкость газообразных топлив позволяет повысить степень сжатия двигателя, а следовательно, его мощность и топливную экономичность;

- улучшается равномерность распределения горючей смеси по цилиндрам.

В качестве газообразных топлив применяют сжатый природный газ (СПГ) и сжиженные нефтяные газы (СНГ)-

Сжиженные нефтяные газы получают при переработке нефти как побочный продукт в количестве 2-3% от выхода основной продукции. Основными компонентами СНГ являются пропан и бутан, пропилен. Пропан и пропилен обеспечивают оптимальное давление насыщенных паров в газовом баллоне. Бутановая составляющая является более калорийным и легкосжимаемым компонентом СНГ. Применение СНГ с большим содержанием бутановых фракций предпочтительнее в летнее время и особенно в районах с жарким климатом. Особенностью СНГ является то, что их хранят и транспортируют в жидком состоянии, а используют в газообразном. На автомобиле СНГ хранится в газовом баллоне при максимальном рабочем давлении 1,6 мПа. Масса баллона из углеродистой стали в зависимости от полезного объема (142-202 л) составляет 60-102 кг.

*Природный газ* (основной компонент - метан) - из возможных заменителей нефтяных моторных топлив. В отличие от сжиженного пропан-бутанового топлива природный газ при нормальной температуре не может находиться в жидком состоянии: для этого требуется глубокое охлаждение (до - 162°C). Поэтому природный газ, применяемый на автомобилях, хранится в сжатом виде в баллонах высокого давления -20-25 мПа. По ряду параметров СНГ является полноценным моторным топливом и превосходит современные жидкие моторные топлива. Он не требует существенной и дорогостоящей технологической переработки. Это одно из основных его преимуществ.

Природные газы состоят в основном из метана  $CH_4$  (82-98%) с небольшими примесями этана  $C_2H_6$  (до 6%), пропана  $C_3H_8$  (до 1,5%) и бутана  $C_4H_{10}$  (до 1%). По энергетическим параметрам 1 м природного газа (метана) эквивалентен 1 л бензина. Однако использование природного газа в качестве моторного топлива ставит ряд сложных технических проблем. Так, для обеспечения автомобиля запасом топлива, равным по энергии 100 л бензина, на автомобиле должна быть батарея из десяти баллонов общей массой 930 кг, что почти в 10 раз превышает массу бензинового бака с топливом.

*Применение сжиженных нефтяных газов.* В соответствии с ГОСТ 20448-80 выпускаются две марки сжиженного газа: СПБТЗ - смесь пропана и бутана техническая зимняя, содержащая не менее 75% пропана и более 20% бутана; СПБТЛ - смесь пропана и бутана техническая летняя, содержащая 34% пропана и 60% бутана. В СНГ должно содержаться не более 0,003% масс, сероводорода и 0,015% общей серы. Содержание свободной воды и щелочи не допускается.

Пропанобутановые смеси характеризуются высоким коэффициентом объемного расширения: при увеличении температуры на 10°C давление в газовом баллоне увеличивается на 0,6...0,7 МПа. Поэтому во избежание разрушения топливного баллона при повышении температуры в нем необходимо иметь паровую подушку с минимальным объемом не менее 10% от всего объема. Кроме того, в связи с тем, что СНГ не имеет запаха, для обнаружения утечек добавляют специальные продукты-одоранты, обладающие специфическим сильным запахом (обычно этилмеркаптан  $C_2H_5SH$  в количестве 0,2...0,3 г на 1000 м<sup>3</sup> газа).

Газобаллонные автомобили выпускаются двух модификаций: со специальными газовыми двигателями с повышенной на 1...2.ед. степенью сжатия (ЗИЛ-138, ЗИЛ-138В, ЗИЛ-ЛиАЗ-45023, ГАЗ-53-07, ЛиАЗ-677Г, ЛАЗ-695П) и универсальными двигателями (ГАЗ-52-07, ГАЗ-52-08, ГАЗ-24-07).

*Применение сжатого природного газа.* Теплота сгорания природных газов может достигать до 47 МДж/м<sup>3</sup>, почти в 1000 раз меньше, чем у жидкого нефтяного топлива. Это основной недостаток природного газа. В природном газе не должно быть пыли, жидкого остатка и влаги. Поэтому природный газ подвергается очистке (фильтрация, сепарирование и осушка).

В соответствии с ТУ 51-166-83 для газовых автомобилей выпускаются две марки СНГ «А» и «Б». Они различаются только содержанием метана и азота. Содержание сероводорода ограничено до 0,02: меркаптановой серы - 0,016; механических примесей - 0,001; влаги - 0,009%

При использовании СПГ в качестве моторного топлива моторесурс двигателя увеличивается на 35...40%, срок службы свечей на 30-40%, расход моторного масла снижается в 2...3 раза, существенно снижается токсичность ОГ.

Недостатки: потеря мощности на 18...20%, что ведет к снижению максимальной скорости на 5...6%, уменьшение грузоподъемности на 9...14%. Дальность езды на одной заправке газа не превышает 200...280 км пробега.

СПГ применяют на автомобилях ЗИЛ-138А, ГАЗ-52-27.

*Другие альтернативные топлива.* Газоконденсатные топлива - предназначены для использования в дизельных двигателях; известен опыт применения спиртовых топлив: этанола и метанола. Эти топлива имеют высокую детонационную стойкость, но теплота сгорания метанола в два раза ниже, чем у бензинов.

Метанол может быть использован как добавка к бензинам. Бензоспиртовая смесь имеет удовлетворительные эксплуатационные показатели и экономический эффект. В России разработаны 2 опытных образца метанолового бензина типа А-76 с содержанием метанола 5% для летней эксплуатации и 15% для зимней.

За рубежом используют этанол (10...20%) в смеси с нефтяным бензином - «газоход». По показателям качества газоход соответствует современным бензинам.

Наиболее эффективной добавкой к бензинам считается метилтретичнобутиловый эфир (МТБЭ).

Водород - топливо будущего, имеет высокие энергетические и экологические свойства по теплоте сгорания превосходит нефтяные топлива в 2 ...3 раза. Основные недостатки: трудности его получения, транспортировки и хранения, высокая стоимость и т.д.

1. Экономические и экологические аспекты применения ГТ.
2. Состав сжиженных газов.
3. Состав сжатых газов.
4. Эксплуатационные свойства ГТ.

## **Тема — 5 Смазочные материалы (20 часов)**

### **8-Лекция Смазочные материалы для двигателей агрегатов трансмиссий**

Ключевые слова: масло моторное, трансмиссия, агрегат, трение, виды трения, функции масел, назначение

#### **План лекции:**

1. Классификация смазочных материалов по назначению.
2. Назначение и основные функции смазочных материалов.
3. Присадки к маслам, их назначение.

**Основная литература:** О.В. Лебедев Химмотология автотракторных смазочных масел и специальных жидкостей. Ташкент: ФАН 1989. 104 с.

А. А. Гуреев, Р.Я.Иванова, Н.В. Щеголев Автомобильные эксплуатационные материалы. М: 1986. 145 с.

**Дополнительная литература:** Г.П. Лыжко Топливо и смазочные материалы. М: Агропромиздат. 1985. 127 с.

Из литературных источников известно, что впервые смазочные материалы потребовались человеку для технических целей 4...5 тыс. лет тому назад.

С развитием техники расширялась область применения смазочных материалов.

Сначала применялись масла растительного характера (конопляное, пальмовое, оливковое, кокосовое) и животного происхождения (говяжий, свиной жиры, рыбий жир). С появлением паровых машин стали использовать масла минерального происхождения. На возможность применения минеральных масел впервые обратил внимание Д.И. Менделеев. Он писал: "Смазочное масло...-вот что должно делать из нефтяных остатков, а не сжечь их как грубое топливо. В 1876 г. нефтепромышленник В.И. Рогозин впервые в мире построил завод по производству масел из мазута около Нижнего Новгорода. Русские нефтяные масла, которые в дальнейшем стали вырабатываться в г. Ярославле, Баку и др. городах получили в то-время всемирную известность.

Смазочные материалы классифицируются в зависимости от происхождения или исходного сырья для получения, внешнего состояния, назначения.

По происхождению различают:

- минеральные или нефтяные. Их получают при соответствующей переработки нефти. По способу получения такие материалы, в свою очередь, классифицируются на дистиллятные, остаточные и компаундированные или смешанные;

- растительные и животные, имеющие ограниченное применение. Растительные масла получают путем переработки семян определенных растений. Наиболее широко применяются касторовое, горчичное и сурепное масла. Животные масла вырабатывают из животных жиров (баранье, говяжье сало, технический рыбий жир и т.д.)

Органические масла имеют более высокие смазывающие свойства, более низкую термическую устойчивость, чем нефтяные, поэтому их чаще используют в смеси с нефтяными;

- синтетические, получаемые из различного исходного сырья, методами каталитической полимеризации жидких или газообразных УВ нефтяного и не нефтяного сырья, синтеза кремнийорганических соединений - полисилоксанов, фторуглеродных соединений и т.д.

Синтетические масла обладают всеми необходимыми свойствами, однако из-за высокой стоимости их производства применяются пока ограниченно.

По внешнему состоянию смазочные масла делятся на жидкие (нефтяные и растительные), пластичные (консистентные смазки) и твердые смазочные материалы, которые под действием температуры не меняют своего состояния (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 ДВС (карбюраторных, дизельных, авиационных и др.);

- Трансмиссионные, применяемые в трансмиссиях автомобилей, тракторов и других машин;

- Индустриальные для станков;

- Компрессорные, приборные, цилиндровые, электроизоляционные и др.

По температуре применения различают:

- низкотемпературные, для температур не выше 60°C (приборные, промышленные и др.)

- среднетемпературные, применяемые при температурах 150...200 С (турбинные, компрессорные, цилиндровые и др.)

- высокотемпературные, используемые в узлах, которые подвергаются воздействию температур до 300°C. Это главным образом моторные масла.

*Назначение смазочных материалов.*

Смазочные масла должны выполнять следующие функции:

- предотвращать или уменьшать изнашивание трущихся поверхностей деталей, а также предохранять их от заедания на всех режимах работы;

- уменьшать трения между сопряженными поверхностями, чтобы способствовать сокращению непроизводительных потерь, а следовательно, повышению КПД;

- отводить тепло от сопряженных и нагреваемых деталей, не допуская их перегрева, из-за которого ухудшаются условия работы деталей и смазочного масла;

- защищать рабочие поверхности деталей от коррозии, возникающей в результате воздействия воды, кислорода и т.д.;

- препятствовать прорыву рабочей смеси и продуктов сгорания в картер двигателя, то есть улучшать компрессию цилиндропоршневой группы;

- смывать с трущихся поверхностей и деталей продукты износа и другие загрязнения; удерживать их во взвешенном состоянии для того, чтобы затем их можно было отфильтровать;

- защищать поверхности деталей от образования на них смолисто-лаковых отложений и нагаров, ухудшающих теплоотдачу деталей.

*Присадки к маслам, их назначение.*

Для современных высокофорсированных двигателей требуются моторные масла высокого качества. Наиболее эффективный дешевый метод улучшения эксплуатационных свойств смазочных масел - легирование их специальными присадками. Присадки - сложные химические соединения, которые вводятся в смазочные масла в концентрации до 20%.

В зависимости от функционального действия присадки делятся на антиокислительные, противокоррозионные, моющие, диспергирующие, противозносные, вязкостные, депрессорные, противопенные и др.

Присадки должны хорошо растворяться в маслах, не выпадать в осадок от изменения температуры и при хранении, быть термически и химически стабильными, не нарушать других качеств масла.

Антиокислительные присадки - механизм действия, состав.

Противокоррозионные присадки - механизм действия, состав.

Моющие и диспергирующие присадки - механизм действия, состав, марки.

Противоизносные и противозадирные присадки - состав, характер действия, марки.

Вязкостные присадки — состав, механизм действия.

Депрессорные присадки - состав, механизм действия.

Многофункциональны присадки - состав, характеристика марки.

1. Каковы основные функции смазочных материалов?
2. Как классифицируются смазочные материалы?
3. Какие знаете присадки, и для чего их используют?

### 9-Лекция **Моторные масла (2 часа)**

Ключевые слова: Требования, получение, состав, вязкость, кислотное число, ВТХ, низкотемпературные свойства.

#### **План лекции:**

1. Получение масел.
2. Углеводородный состав масел.
3. Требования к моторным маслам.
4. Физико-химические показатели качества.

**Основная литература:** О.В.Лебедев Химмотология автотракторных смазочных масел и специальных жидкостей. Ташкент: ФАН, 1989. 104 с.

А.А. Гуреев, Р.Я.Иванова, Н.В. Щеголев Автомобильные эксплуатационные материалы. М: 1986. 145 с.

Г. П. Лыжко Топливо и смазочные материалы. М: Агропромиздат, 1985. 127 с.

**Дополнительная литература:** Химики автолюбителям под редакцией проф. А.Я.Малкина, Л: Химия, 1990. 38 с.

Основным сырьем для получения минеральных масел служат мазуты - остатки от прямой перегонки нефти. Мазуты -это смеси углеводородов, кипящих при температуре 300-700 С. Для избежания крекинга перегонку мазута ведут в условиях вакуума с перегретым паром, который ускоряет испарение за счет создания большой поверхности.

Мазут нагревается в вакуумных трубчатых печах до температуры 425 С и направляется на разгонку. В начале из мазута отгоняются дистиллятные масла, идущие на изготовление маловязких (дистиллятных) масел. Из остатков после отгона дистиллятных масел - полугудронов и гудронов, изготавливают высоковязкие (остаточные) масла.

В маслах дистиллятных содержатся парафиновые углеводороды нормального и изомерного строения, нафтеновые углеводороды, содержащие пяти-, шестичленные циклы с парафиновыми боковыми цепями разной длины, ароматические углеводороды (поли- и моноциклические), а также нафтоароматические, смолисто-асфальтеновые вещества, серу, азот и кислородосодержащие органические соединения. Нафтеновые и изопарафиновые УВ являют-

ся основой нефтяных масел; их содержание в зависимости от характера нефти составляет от 50 до 75 % массы масла. Для производства моторных масел, полученные масляные дистилляты подвергаются очистки (кислотно-щелочная, селективная, адсорбционная). Для повышения срока службы и улучшения эксплуатационных свойств в масла добавляют присадки.

Масла должны обладать:

- оптимальными вязкостно-температурными свойствами для легкого пуска машин и механизмов при низких температурах окружающего воздуха, для снижения износа трущихся деталей и уменьшения потерь мощности на трение;

- хорошими смазывающими свойствами для обеспечения надежной смазки на всех режимах работы объекта;

- достаточной антиокислительной стойкостью, препятствующей изменению химического состава масла в процессе его работы;

- хорошими моющими свойствами с целью снижения склонности к образованию отложений на нагретых металлических поверхностях и в системе смазки;

- противокоррозионными свойствами по отношению к металлам и особенно к цветным при рабочих температурах масла;

- не содержать воды, механических примесей;

- иметь низкую температуру застывания.

Кроме того, масла должны иметь высокую биостойкость, низкую испаряемость, не обладать высокой токсичностью.

Наибольшее значение для смазки имеют следующие свойства: вязкость, ВТХ, застывание, противоизносные свойства, химическая стабильность, моющие свойства, коррозионность.

*Вязкость* - это свойство жидкости оказывать сопротивление относительно перемещению ее слоев под действием внешней силы. Внешне вязкость характеризует текучесть масла.

Вязкость зависит от  $t$  и  $P$ . С понижением температуры вязкость возрастает и при более низких определенных температурах оно теряет свою подвижность - застывает. Высокая вязкость затрудняет протекание масла по масляным каналам и подачу его к трущимся поверхностям. В результате при пуске двигателя сопряженные детали могут оказаться в режиме сухого трения, что приведет к повышенному износу, кроме того, создается повышенное сопротивление вращению и перемещению сопряженных узлов и деталей, а это приводит к большим потерям мощности на трение, в результате чего повышается расход топлива.

С повышением температуры вязкость падает, что может привести к вытеканию его из узла трения через уплотнительные соединения.

*Величина* вязкости масле предопределяется его химическим составом. Наименьшей вязкостью обладают алкановые, наибольшей – ароматические УВ. Основное значение вязкости масла заключается в том, что от ее величины зависит возможность создания жидкостного трения. В этих условиях раз-

деление поверхностей трения деталей полностью осуществляется жидким смазочным материалом. Смазочный слой полностью отделяет взаимодействующие рабочие поверхности и трение определяется лишь внутренним трением слоев в смазочном интервале.

*Граничное трение* - между трущимися поверхностями. Тонкая плёнка смазочного масла, предохраняющая их от механических воздействий.

Сухое трение - масляное голодание, при высокой температуре, происходит сваривание металла в зоне контакта, задиры.

Вязкость оценивают в единицах динамической и кинематической вязкости. За единицу динамической вязкости в системе СИ принят Паскаль в секунду - Па с, в системе измерений СГС - пуаз - П.  $1\text{ Пз}=1\text{ дн.сек/м}^2$ .

Единицей кинематической вязкости в системе СИ принимается  $10^{-4}\text{ м}^2/\text{с}$  (в системе СГС - Стоке - СТ,  $1\text{ ст}=1\text{ см}^2/\text{сек}$ ).

Вязкостно-температурные свойства масла могут быть выражены безразмерной величиной ИВ. Это условный параметр, отражающий результат сопоставления вязкости данного масла с двумя эталонными, вязкостные свойства одного из которых приняты за 100, а второго за 0 ед. По спец. таблицам и номограммам вычисляют ИВ (на лаб. работах).

Чем это отношение меньше, тем выше ВТ кривая. Для автотракторных масел это отношение лежит в пределах 4-9.

Величина вязкости масел нормируется при  $t=100^\circ\text{C}$ .

Для получения масел с хорошей ВТХ вводятся вязкостные присадки. Наиболее распространен полиизобутилен с молекулярной массой 10000-20000 (концентрация от 2 до 5%). Это каучукоподобные вещества обладают загущающей способностью.

В настоящее время применяют всесезонные масла с вязкостью для летних условий эксплуатации 10-14 мм<sup>2</sup>/с при температуре 100 С, для зимних - 2600-5000мм<sup>2</sup>/с при температуре -18 С .

*Низкотемпературные свойства, депрессорные присадки.*

1. Каковы основные требования к моторным маслам?
2. Что является основным сырьем для производства масел ?
3. Что называют вязкостью и в каких единицах определяется?
4. Что понимают под ВТХ?
5. В каких пределах должны быть величина вязкости масел для карбюраторных и дизельных двигателей?

10-Лекция **Эксплуатационные свойства моторных масел (2 часа)**  
Ключевые слова: свойства, моющие, диспергирующие, температура вспышки, противоизносные, антиокислительные, антикоррозионные.

### План лекции:

1. Моющие и диспергирующие свойства моторных масел.
2. Противоизносные, антиокислительные антикоррозионные свойства моторных масел. Присадки к маслам.
3. Температура вспышки.

**Основная литература:** О.В.Лебедев Химмотология автотракторных смазочных масел и специальных жидкостей. Ташкент: ФАН, 1989. 104 с.

А.А. Гуреев, Р.Я.Иванова, Н. В. Щеголе в Автомобильные эксплуатационные материалы. М: 1986. 145 с.

Г.П. Лыжко Топливо и смазочные материалы. М: Агропромиздат, 1985. 127 с.

**Дополнительная литература:** Химики автолюбителям под редакцией проф. А.Я. Малкина, Л: Химия, 1990. 38 с.

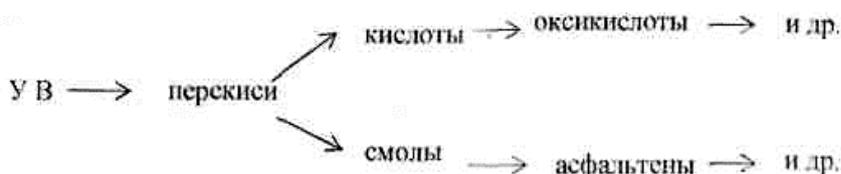
#### *Антиокислительные и моющие свойства.*

В процессе хранения, транспортирования и применения смазочного масла под влиянием От воздуха окисляются. В результате изменяется химический состав и ухудшаются его эксплуатационные свойства: в частности, повышается вязкость при низких температурах и масло может потерять свою подвижность. Повышение вязкости ухудшает поступление масла по каналам к смазывающим деталям и повышается их износ.

Способность масла противостоять изменению своих свойств под воздействием кислорода воздуха и др. факторов называют химической стабильностью или антиокислительными свойствами масел. От химической стабильности зависит срок работы масел в механизмах машин.

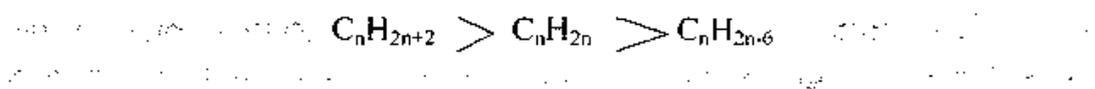
В процессе окисления в масле образуются коррозионноагрессивные по отношению к металлам соединения, углеродистые отложения и осадки в системе смазки. -

Окисление УВ масла протекает по двум направлениям:



В первом случае образуются кислые продукты, во втором - нейтральные. Скорость окисления и характер образующихся продуктов зависят от химического состава масла, внешних условий, наличия катализатора и антиокислителей.

Из УВ, которые входят в состав масел, в меньшей степени окисляются ароматические УВ, в большей степени подвергаются окислительно-нафтеновые, и еще в большей степени алканы, т.е.



Но в смеси УВ-ды взаимно влияют на окисляемость друг друга. Так, присутствие ароматических УВ тормозит окисление нафтеновых.

Из минеральных соединений, входящих в состав масел, окислению препятствуют смолистые соединения.

К внешним условиям окисления относятся температура, давление (концентрация) воздуха и величина поверхности соприкосновения масла с воздухом.

С повышением температуры возрастает химическая активность УВ и процессы окисления усиливаются.

При температурах 20-30°C окисление масла протекает медленно, качество масла практически не изменяется. При 50-60°C скорость окисления увеличивается и по мере возрастания температуры скорость окисления увеличивается.

При повышении температуры на 10°C скорость окисления удваивается. При температуре до 275-300°C протекают в основном только окислительные реакции, а при более высокой температуре происходят процессы термического распада.

Повышение давления воздуха ускоряет окисление, благодаря усилению диффузии его в масло. Увеличение поверхности соприкосновения с воздухом также ускоряет процесс окисления масла. Присутствие многих металлов усиливает окисление масла. Наиболее активными катализаторами окисления является Си, Рb, Мn, Fe, и их соли (Al, Sn не ускоряют). Наличие воды в масле ускоряет окисление, т.к. она активизирует действия катализаторов.

Для торможения процессов окисления в масла вводят антиокислительные присадки. ДФ-21 (дитиофосфат Zn), ВНИНП-354 (диалкилфенилдитиофосфат Zn).

По температуре в двигателе можно выделить три характерные зоны:

1. Камера сгорания;
2. Поршневая группа;
3. Картер двигателя.

В камере сгорания на масло действует температура до 2000°C в атмо-

сфере, богатой кислородом воздуха, и продуктом окисления масла являемся нагар. Масло попадает в камеру сгорания в результате насосного действия поршневых колец, оно расплывается по днищу поршня и горячим стенкам камеры сгорания. При этом часть его испаряется и сгорает вместе с топливом, а часть остается на поверхности в виде густой массы, которая образует твердый нагар.

Установлено, что количество нагара обусловлено температурным режимом двигателя. Чем выше температура, тем меньше нагар, т.к. он выгорает при повышении температуры.

Качество масла и его расход влияют на скорость образования нагара только в первые часы работы двигателя; в дальнейшем, по достижении нагаром определенной толщины они уже не влияют на количество образовавшегося нагара.

Чем меньше химическая стабильность масла и чем больше его расход, тем скорее образуется нагар предельной толщины.

Эксплуатационная мера борьбы с нагарообразованием заключается в поддержании нормального теплого режима двигателя, т.к. при пониженном тепловом режиме нагара образуется больше. Нагар с деталей двигателя удаляют механическим или химическим способами (NaOH, сода кальцинированная, хромпик,  $t = 80-95^{\circ}\text{C}$ ).

#### *Цилиндропоршневая группа.*

На поверхности поршня и цилиндра масло находится в виде тонкой пленки и подвергается нагреву до  $150-300^{\circ}\text{C}$  от стенок цилиндра и поршня, а также от прорывающихся в картер двигателя газов и продуктов неполного сгорания топлива. В результате на поверхности поршня, в канавках поршневых колец и на верхней головке шатуна образуется лакоподобные отложения. Они имеют глянцевый вид и поэтому называют лаком.

Они ухудшают теплопроводность деталей, образование лака в канавках поршневых колец приводит к пригоранию поршневых колец, теряется компрессия, уменьшается мощность, увеличивается их износ, что часто сопровождается поломкой колец и заеданием поршней, увеличиваются потери энергии на трение (6-8%), быстро загрязняется масло. Лаковая пленка образуется в результате глубокого окисления масла в тонком слое на горячей поверхности. При этом продукты окисления сцепляются друг с другом, образуются смолы; они обладают Поверхностно-активными свойствами и легко адсорбируются на металлических поверхностях.

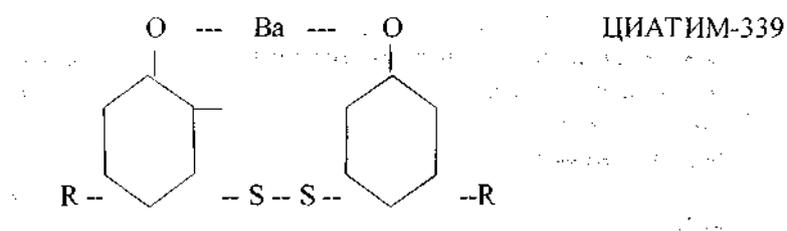
Способность масла предотвращать сцепление частиц продуктов окисления как между собой, так и с металлическими поверхностями называют моющими свойствами или диспергирующими, т.е. масло, обладающее такими свойствами не вызывает отложений на деталях двигателя, т.к. продукты окисления находятся в дисперсном состоянии.

Для уменьшения лакообразования вводят моющие присадки. Эти присадки препятствуют вновь образующимся продуктам окисления отлагаться на горячих деталях, но не смывают с деталей ранее образовавшиеся.

Обычно моющие присадки добавляют к маслам совместно с антикоррозионными и другими присадками, в результате чего улучшаются сразу несколько свойств смазочного масла. Такие присадки называют многофункциональными или комплексными. К ним относятся ЦИАТИМ-339, АзНИИ- ЦИАТИМ-1, АзНИИ-7; ДОМ 1, СБ-3 и

По своему составу эти присадки являются мылами, т.е. солями кальция или бария высокомолекулярных кислот, или фенолятами, т.е. соединения Са или Ва с фенолом.

Моющим элементом является фенолят бария, сера выполняет антикоррозионные функции. Наличие углеводородного радикала улучшает растворимость присадки в масле. Моющие присадки добавляют к маслу в количестве 3 – 5%.



### *Картер двигателя.*

Температура масла- в картере двигателя невысокая, в среднем 80°C и может достигать 110°C. Тем не менее масло окисляется. Сюда попадают продукты неполного сгорания, металлические частицы, сернистый газ и вода, прорывающиеся из камеры сгорания, а также продукты окисления масла, образующиеся в камере сгорания из поршневой группы. Основными продуктами окисления в картере являются кислоты. При этом низкомолекулярные кислоты остаются в масле в растворенном виде, а высокомолекулярные выпадают в виде липкого осадка вместе с другими продуктами. Осадки по внешнему виду - мазеобразные массы темного цвета и содержат масло 50-85%, воды - 5-35%, топливо - 1-7%, оксикислоты - 2-15%, асфальтенов - 0,1-1,5%, золы - 1-8%. Осадки чаще всего образуются при пониженном тепловом режиме двигателя, когда имеются условия для конденсации воды в картере. Они загрязняют систему смазки, закупоривают маслопроводы, забивают фильтры, что приводит к уменьшению или даже к полному прекращению подачи масла к трущимся деталям.

Особенно опасны отложения в маслопроводах и на приемной сетке масляного насоса.

Основные меры борьбы с образованием осадка: поддержание работы двигателя на оптимальном тепловом режиме, применение масла с хорошей химической стабильностью и содержащего присадки (ДФ - 11 с деэмульгирующими свойствами). Имеет значение также своевременная смена масляных фильтров, тщательная промывка картера и всей системы смазки перед заправкой свежим маслом. Для полного удаления из системы смазки продуктов загрязнения и осадков масло нужно сливать в горячем виде, а каналы системы смазки продувать сжатым воздухом, а также промыть систему горячим свежим маслом, дизельным топливом или специальными составами.

### *Коррозионные свойства масел.*

В маслах практически всегда содержатся вещества, обладающие коррозионным действием. Это объясняется наличием в нем органических кислот, которые при очистке масла полностью не удаляются. Кислотность масла в процессе работы двигателя возрастает в 3-5 раз и более раз. Сернистые соединения, содержащиеся в масле, усиливают коррозию. При применении сернистых топлив коррозионность масла увеличивается в результате попадания в картер сернистого газа и образования  $H_2SO_4$ . Коррозии способствует в сильной степени вода (рис.2).

Органические кислоты действуют на металл не сразу. Сначала образуется в присутствии воды и кислорода воздуха гидроокись металла, и уже последняя реагирует с органической кислотой.

О коррозионности масла судят по кислотному числу, содержанию водорастворимых кислот и щелочей, содержанию воды. Кислотное число определяют по количеству мг КОН, пошедшей до нейтрализации кислот, содержащихся в 1 г масла.

Коррозионно-агрессивные продукты масла способны вызвать коррозию всех металлических поверхностей (цилиндра, поршневых колец т.п.) но наиболее уязвимым местом являются вкладыши подшипников коленчатого вала, изготовленные из свинцового баббита, свинцовистой бронзы. Свинцовистый баббит подвержен коррозии в 4 раза сильнее, чем оловянный баббит.

Свинцовистая бронза, в которую входят около 30% свинца, подвергается коррозии сильнее, чем другие сплавы, содержащие значительно большее количество свинца (88%). Сплав С-О-С корродирует в несколько раз меньше,

т.к. входящие в него олово и сурьма тормозят процессы коррозии. В результате коррозии свинец вымывается из сплава и на поверхности подшипника образуются точечная сыпь, переходящая в раковины.

Наиболее эффективной мерой борьбы с коррозией подшипников является добавка к маслу антикоррозионной присадки. Присадка удлинит срок службы подшипников в 10 и более раз. Антикоррозионные присадки добавляют до 1%. они содержат серу, фосфор ИХП-21, которые взаимодействуя с металлами, образуют на поверхностях прочные фосфидные или сульфидные пленки и изолируют металл от агрессивной среды. Одновременно эти присадки могут выполнять роль антиокислительных и противоизносных присадок.

*Противоизносные свойства.* На износ трущихся поверхностей влияют многие причины. Смазочное масло является непосредственной защитой детали от износа. Под противоизносными свойствами масла понимают способность его образовывать на трущихся поверхностях прочную пленку, препятствующую контакту поверхностей, уменьшающую трение между ними. Кроме того, такая пленка защищает детали от коррозии. Механизм образования, строения и свойства пленок неодинаковы. В одном случае пленка образуется в результате адсорбции на трущейся поверхности полярно-активных составляющих масла, т.е. физического процесса, в другом - в результате чисто химического процесса взаимодействия отдельных элементов масла с металлом. При этом образуются новые вещества, отличные по свойствам от металлов.

А часто эти явления сопутствуют друг другу. Возможность образования адсорбционной пленки зависит от материала трущихся деталей и от свойств масла.

Адсорбционный слой образуется за счет полярности молекул УВ-ов. Чем выше полярность, тем лучше адсорбция молекул. Адсорбционная пленка включает в себя несколько слоев общей толщиной до 0,1 мкм. При этом молекулы ориентируются таким образом, что их активные группы входят в контакт с активными, а УВ-ые радикалы - с УВ-ыми радикалами. Полярность молекул обуславливается содержанием в молекуле серы, кислорода, хлора и др.

О маслянистости масел судят по их химическому составу, вязкости и наличию присадок. К веществам, обладающим повышенной маслянистостью, относятся высокомолекулярные кислоты и сернистые соединения.

В процессе очистки масляных дистиллятов основная масса этих веществ удаляется из масла. И так как такое масло не может образовать надежную пленку, в масло вводят присадки, содержащие хлор, серу, фосфор (ДФП - диалкилдитиофосфат цинка) в количестве 1-2%.

Испаряемость по температуре вспышки (170-215°C).

Механические примеси в свежих маслах недопустимы.

Содержание воды до 0,025%.

Зольность-0,01-0,015%.

1. Как оценивают моющие свойства моторных масел?
2. Что характеризуют диспергирующие свойства?
3. Как улучшаются противоизносные свойства масел?
4. Как оценивают коррозионность масел?
5. Что характеризует температура вспышки моторных масел?

### 11-Лекция *Старение масел. Регенерация (2 часа)*

Ключевые слова: факторы, свойства, качество, пробег автомобиля, сроки замены, регенерация, методы, селективный, магнитный, адсорбционный.

План лекции:

1. Факторы, влияющие на старение масел.
2. Сроки смены масел. Регенерация.
3. Классификация масел. Взаимозаменяемость.
4. Область применения.

**Основная литература:** О.В.Лебедев Химмотология автотракторных смазочных масел и специальных жидкостей. Ташкент: ФАН, 1989. 104 с.

Г.П. Лышко Топливо и смазочные материалы. М: Агропромиздат, 1985. 127 с.

**Дополнительная литература:** В.Г. Павлов, П.П. Заскалько Автомобильные эксплуатационные материалы. М: Транспорт, 1982, 77с.

*Старение масла в двигателях.*

Под старением масла понимают изменение его физико-химических свойств при работе в двигателе.

На старение масел оказывают влияние следующие факторы:

- качество масла - антиокислительные, моющие, диспергирующие, противоизносные и др.

- условия работы - масла в двигателе, температура деталей, смазываемых маслом, расход масла на угар, полнота сгорания топлива, степень очистки воздуха и т.д.

- характеристики системы смазки - количество масла в двигателе, эффективность работы масляных фильтров.

В результате старения масел возникает необходимость их замены. Сроки службы масел до замены определяются пробегом автомобиля или наработкой двигателя. При установлении срока службы масла в двигателях применяют так называемые браковочные показатели, при достижении предельно допустимых значений которых необходимо заменять масло. Браковочные показатели - изменение вязкости, температуры вспышки, щелочности, содержание загрязняющих примесей, воды и топлива, значение диспергирующих свойств масла.

Табл. 1

Показатели	Карбюраторные двигатели	Дизельные двигатели
Изменение вязкости. %		
прирост	25	35
снижение	20	20
Содержание механических примесей, нерастворимых в бензине, %, (не более)	61,0	3,0
Щелочное" число, м г КОН/г, не менее-	0,5-2,0	1,0-3,0
Снижение температуры вспышки, С (не более)	20	20
Содержание воды, % не более	0,5	0,3
Содержание топлива, % (не более)	0,8	0,8
Диспергирующие свойства по методу масляного пятна, ус. ед., не менее $ДС=1d^2/D^2$	0,3-0,35	0,3-0,35
Кислотное число, мг КОН/г не более	2 – 3	

Оптимальный срок смены масла зависит от технического состояния и конструкции двигателя, эксплуатационных свойств масла. Так, считают, что при работе на маслах с присадками смена, их в карбюраторных двигателях проводится через 6000-9000 км пробега, однако при высокой запыленности срок смены может быть снижен до 1500 км.

Для дизельных двигателей этот срок составляет 12000 км пробега.

#### *Классификация масел.*

Все моторные масла делятся на синтетические, полусинтетические и минеральные.

Синтетические масла представляют собой углеводороды, а также высокомолекулярные соединения, получаемые из сложных эфиров, двухатомных спиртов, кремнийорганических (силиконовых) соединений и производных углеводородов, в которых атомы водорода замещены на фтор или на хлор и фтор (хлорфторуглероды).

По некоторым эксплуатационным свойствам синтетические масла превосходят минеральные. Так, они имеют высокий индекс вязкости. Температура потери подвижности ниже (до- 65°C), чем у минеральных. Следовательно, пуск двигателей при отрицательных температурах при применении синтетических масел легче и возможен при более низких температурах воздуха. Вязкость синтетических масел при температурах 250-300°C выше (до 2-3 раз), чем у равновязких им при температуре 100°C минеральных, они имеют

лучшую термическую стабильность, низкую испаряемость и малую склонность к образованию отложений, обладают лучшими противоизносными свойствами.

Синтетические масла имеют срок службы более 20 тыс. км пробега автомобиля, а отдельные образцы служат 80-100 тыс. км без смены.

Расход синтетических масел на угар на 30-40% ниже, чем минеральных. Расход топлива при применении синтетических масел снижается на 4-5% за счет лучших ВТ свойств.

Полусинтетические масла совместимы как с синтетическими, так и с минеральными.

Минеральные масла получают при переработке нефти, об этом говорилось раньше.

Все масла классифицируют по API или классу вязкости SAE.

В Европе, США, Японии и др. странах действует классификация SAE (общество автомобильных инженеров), согласно которой масла делят на летние, зимние и всесезонные.

Летние масла имеют обозначение: SAE-20, SAE-30, SAE-40, SAE-50.

Зимние масла обозначают буквой W.

Всесезонные масла имеют двойное обозначение: SAE10W/40, SAE15W/50 (можно через тире).

Следует помнить, что класс по SAE характеризует только вязкость масла и не дает информации о его назначении.

Чем ниже число, указывающее класс зимнего масла, тем ниже температура, при которой масло сохраняет свою работоспособность. Чем больше число в классе летнего масла, тем при более высоких температурах масло остается вязким, сохраняя устойчивую масляную пленку между трущимися деталями. Класс вязкости всесезонного масла обозначают через черточку или тире, например 10W-40. Причем, чем больше разница чисел в обозначении, тем в большем диапазоне температур работает масло.

Существует также принятая во многих странах классификация API (американского нефтяного института), которая связывает эксплуатационные свойства масла с условиями работы двигателя. Условия применения масла обозначают двумя буквами: первая определяет тип двигателя (S - бензиновый, C - дизельный); вторая (A, B, C, D, E, S, H) - уровень эксплуатационных свойств моторного масла. Причем, условия применения масла ужесточаются соответственно возрастанию порядкового номера буквы в алфавите. Масла классов SA и CA предназначены для нефорсированных двигателей, работающих с легкими нагрузками, сконструированных до 70-х годов. Класс "SH" и "CD" - для высокофорсированных и двигателей с наддувом, работающих в тяжелых условиях эксплуатации и при высоких нагрузках (модели выпуска с 1989 года). Как правило, на упаковках ставят обозначения обеих систем.

В заводской инструкции к автомобилю имеются указания по соответствию качественного уровня масла данному двигателю. Так, известно, для "Жигу-

лей" нужны масла класса  $G_1$  (по прежней классификации). В ныне принятой международной системе это соответствует ступени SE, считающейся уже устаревшей. Масло более высокого класса SF, предпочтительнее, оно обеспечивает улучшенные эксплуатационные показатели, повысит долговечность двигателя. Для высокофорсированных моторов, устанавливаемых на автомобилях последних моделей, рекомендуются масла высшего класса SG.

Они могут готовиться как на нефтяной, так и на синтетической основе. Последние дороже на 20-30%, но служат дольше.

Моторные масла "Уфалюб" "Уфалюб-Супер" прошли сертификацию на таких известных фирмах, как "Мерседес-Бенц", "Вольво", "Ман" в Европе и "Коммисс" в США. Они допущены на мировой рынок и могут применяться в любых иномарках в соответствии со своими качественными показателями по API (Табл.1). Сорт "Уфалюб" для бензиновых двигателей, "Уфалюб-Супер" для дизельных двигателей.

#### Область применения моторных масел. Взаимозаменяемость масел.

Масло А-8А- рекомендуется только для 2-тактных двигателей (мотоциклы, мопеды и т.д.)

Масло группы М-8В, имеет более высокие эксплуатационные свойства и отвечает требованиям современных среднефорсированных двигателей. Оно может применяться в среднефорсированных двигателях легковых автомобилей типа Запорожец-966, Москвич-407, 408, Волга ГАЗ-21 и др.

Универсальное масло М-6з/10В - всесезонное, долгорботающее, срок службы до замены 15-18 тыс.км. Рекомендуется для всех типов среднефорсированных двигателей.

М-12Г<sub>и</sub> - для высокофорсированных карбюраторных двигателей легковых автомобилей, это зимнее масло, М6з/10Г<sub>Г</sub> всесезонное, М-12Г, - летнее. Масло М-6з /10Г<sub>1</sub> - всесезонное, имеет повышенную зольность (1,6% и обладает недостаточно высокими противоизносными характеристиками).

С целью замены этого масла с 1987 года выпускаются масла, разработанные совместной фирмой Lubrizol (США) масла М-5з /10Г<sub>1</sub> и М-6з /12Г<sub>1</sub>.

Масло 5з/10Г<sub>1</sub> особенно эффективно при всесезонном применении в средней полосе и в районах сурового климата (от +35°С до -35°С).

М-6з/12Г<sub>1</sub> - для легковых автомобилей, эксплуатируемых в весенне-летне-осенний период во всех климатических зонах нашей страны (от +40°С до -25°С). Эти масла соответствуют зарубежным маслам класса SE-SF.

Для среднефорсированных дизельных двигателей массовыми маслами являются М-10В<sub>2</sub>, М-8В<sub>2</sub>.

Для дизельных двигателей Камского автозавода, двигателей автобусов "Икарус" и других используются масла повышенного качества М-10Г<sub>2ж</sub> и М-8Г<sub>2ж</sub>. Для форсированных дизелей с наддувом применяют масла М-8Дм, М-10Дм.

В дизельных маслах отсутствует ряд присадок, необходимых для работы карбюраторных автомобилей, например, сукцинимидо, препятствующих образованию низкотемпературных отложений.

В то же время концентрация моющих присадок в дизельных маслах, а следовательно и их зольность, существенно выше, чем у карбюраторных масел.

Этим объясняются ограничения на применение дизельных масел в карбюраторных двигателях.

Марки масел отечественного и зарубежного производства, которые могут быть использованы в качестве заменителей, рекомендованных выше масел, при эксплуатации легковых автомобилей приведены в таблице №1.

Одной из важных проблем является снижение расхода моторных масел.

Эта проблема решается путем уменьшения расхода масла на угар и увеличением срока службы до замены.

Уменьшение расхода масла на угар в двигателях достигается в основном повышением эффективности уплотнения цилиндропоршневой группы и снижением интенсивности износа ее деталей. Снижение расхода масла на замену достигается уменьшением до определенного предела удельной емкости системы смазки и увеличения срока службы масла.

Применение масла повышенного качества типа М-8Г<sub>2</sub>к, М-10Г<sub>2</sub>к для дизельных двигателей, М-8В<sub>1</sub> М-6з-10В и М-5/10Г<sub>1</sub>, М<sub>6</sub>з/12Г<sub>1</sub> – для карбюраторных двигателей соответственно грузовых и легковых автомобилей позволяет в 1,5 – 2 раза увеличить срок службы до замены. При этом для двигателей, работающих на газообразном топливе, сроки службы масла могут быть увеличены в два раза по сравнению с двигателями, работающими на жидком топливе.

#### Категории условий работы автомобильных бензиновых двигателей по API

SA - обозначает эксплуатацию, типичную для старых двигателей, работавших в мягких условиях, не требовавших использования масел с присадками (отменена).

SB - обозначает эксплуатацию, типичную для старых двигателей.

Масла этой категории эксплуатации использовались с 30 годов и обладали умеренными противозадирными, противоокислительными, противокоррозионными свойствами (отменено).

SC - обозначает эксплуатацию для бензиновых двигателей легковых автомобилей 1964-1967 годов и некоторых грузовых автомобилей. Масла SC обеспечивали защиту от высокотемпературных и низкотемпературных отложений, износа, ржавления и коррозии в бензиновых двигателях, (отменено в 1964 г.).

Sf1 - обозначает эксплуатацию, типичную для бензиновых двигателей легковых автомобилей моделей 1968-1970г. и некоторых грузовых автомобилей в период гарантии изготовления.

Масла категории 8Д обеспечивают более надежную защиту от высокотемпературных и низкотемпературных отложений, от износа, ржавления, коррозии в бензиновых двигателях, (отменено в 1968 г.)

SE - обозначает эксплуатацию, типичную для бензиновых двигателей легковых автомобилей моделей 197-1979 г. и некоторых грузовых автомоби-

лей, в период гарантии изготовителя. Масла категории SE обладает более высокими противоокислительными свойствами, обеспечивают более надежную защиту от высокотемпературных отложений, от износа, ржавления и коррозии в бензиновых двигателях (отменено в 1972 г.).

SF - обозначает эксплуатацию, типичную для бензиновых двигателей легковых автомобилей моделей 1980-1988г. Масла категории SF обладают повышенной противоокислительной стабильностью и улучшенными противоизносными свойствами, чем масла категории SE. Они обеспечивают также защиту от отложений, ржавления и коррозии (отменено в 1980г.).

SG - обозначает эксплуатацию, типичную для бензиновых двигателей легковых грузовых автомобилей в период гарантии изготовления. Масла этой категории обладают свойствами дизельной категории CC. Масла SG обеспечивают лучшую защиту от отложений, окисления и износа по сравнению с маслами предшествующих категорий эксплуатации. Они обеспечивают также защиту от ржавления и коррозии.

SH - Категория SH была принята в 1992г. для характеристики моторных масел, впервые вводимых в 1993г. Эти масла предназначаются для использования в условиях, типичных для бензиновых двигателей современных и ранее выпущенных легковых автомобилей, микроавтобусов и легковых грузовиков, эксплуатируемых в соответствии с инструкциями изготовителя.

Моторные масла этой категории эксплуатации обладают характеристиками, превосходящими минимальные требования категории, для замены которой они предназначены в отношении предотвращения отложений, окисления масла, износа, ржавления.

PS - Категория PS была принята в 1994г. Моторные масла этой категории могут быть использованы в бензиновых двигателях и дизелях легковых автомобилей, легких грузовиков и микроавтобусов, если это рекомендовано изготовителем автомобиля или двигателя.

SJ - Масла категории SJ лицензированы в конце 1996г. В близком будущем заменит моторное масло категории SG.

#### Категории условий работы дизельных автомобилей API.

SA - обозначают эксплуатацию дизелей, работающих в мягких или умеренных условиях на высококачественном топливе, обеспечивают защиту подшипников от коррозии и отложений в зоне поршневых колец. Они широко применялись в 1940-е и 1950-е годы, но нельзя применять в современных двигателях.

SB - обозначают эксплуатацию дизелей, работающих в мягких или умеренных условиях, но на топливе пониженного качества, что требует лучшей защиты от износа и отложений. Масла, предназначенные для такой эксплуатации, появились в 1949 году (отменено).

SC - эксплуатация типичная для безнаддувных и турбонадувных дизелей, работающих в умеренных тяжелых условиях. Предназначенные для нее масла обеспечивают защиту от высокотемпературных отложений и коррозии подшипников в таких дизелях, также от ржавления. Эти масла появились в

1961 году (отменено).

СД - эксплуатация, типичная для безнаддувных и турбонадувных дизелей, в которых требуется особо эффективная защита от износа и отложений или используются топлива, широко различающиеся по качеству, включая высокосернистые. Масла для такой эксплуатации появились в 1955 году и обеспечивают защиту от коррозии подшипников и от высокотемпературных отложений в дизелях.

СЕ - эксплуатация, типичная для турбонадувных форсированных дизелей, выпускаемых начиная с 1983 года и работающих как при низких скоростях и высоких нагрузках, так и при высоких скоростях и высоких нагрузках.

СF-4 - характеризуют масла для использования в быстроходных четырехтактных дизелях. Масла СF-4 превышают требования к категории СЕ, обеспечивая лучший расход масла и меньше отложений на поршне. Они особенно подходят для напряженных грузовых автомобилей, работающих на трассах. Комбинированные с соответствующей категорией S они могут использоваться также в бензиновых двигателях и дизелях легковых автомобилей, легких грузовиков и микроавтобусов, если рекомендовано изготовителем автомобиля или двигателя.

СF-2 - эксплуатация двухтактных дизелей в тяжелых условиях, требующих эффективной защиты от износа и отложений. Масла этих условий эксплуатации обладают лучшими характеристиками по сравнению с маслами СД - П. Выпускается с 1996 года.

РС-6 - эксплуатация дизелей категории масла РС-6 направлено на удовлетворение требований по противоизносным свойствам и противодействию отложениям, вызванным изменениями в спецификациях на топливо и в конструкции двигателей, связанных с требованиями ЕРА 1998 г. по токсичности выбросов.

Масла РС-6 превосходят требования категории СЕ-4 и после полного введения заменят СF-4. Эти масла особенно подходят для напряженных грузовых автомобилей, работающих на трассах.

*Ориентировочное соответствие классов качества моторных масел по прежней (ГОСТ 17479.9-85) и новой (API) системе классификации*

Табл. №2

<b>ГОСТ 17479.1-85</b>	<b>API</b>
<b>В</b>	БД/СВ
<b>В<sub>1</sub></b>	SH
<b>В<sub>2</sub></b>	СВ
<b>Г</b>	SE/CC
<b>Г<sub>1</sub></b>	SE, SF
<b>Г<sub>2</sub></b>	CC

*Ориентировочное соответствие классов вязкости моторных масел по прежней (ГОСТ 17479.1-85) И НОВОЙ (API) системе классификации*

Табл. №3

ГОСТ	SAE	ГОСТ	SAE
3 <sub>3</sub>	5W	3 <sub>3</sub> /8	5W-20
49	10W	4a/6	10W-20
5 <sub>3</sub>	15W	4 <sub>3</sub> /8	10W-20
6 <sub>3</sub>	20W	4 <sub>3</sub> /10	10W-20
6	20W	5 <sub>3</sub> /10	15W-30
8	26	5 <sub>3</sub> /12	15W-30

*Классификация качественного уровня моторных масел по API*

Табл. 4

**Для бензиновых двигателей**

Обозначение	Примечание
SC	Для конструкций поставленных в производство в 1964-67 годах
SD	Для конструкций 1968-71 годов
SE	Для конструкций 1972-79 годов
SF	Для конструкций 1980-88 годов
	Для форсированных моторов,- производство которых начато в 1989 году и позже
<b>Для дизельных двигателей</b>	
CC	Для средненапряженных моторов, проектировавшихся начиная с 1961 года
CD	Для напряженных дизелей, в том числе в том числе с турбо-наддувом
CE	Для высоконапряженных дизелей, работающих в тяжелых условиях

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Указанные в таблице годы выпуска ориентированы на средний мировой уровень. Применительно к отечественным машинам такую информацию надо применять с определенной корректировкой.

1. Что понимают под старением масел?
2. Каковы сроки замены моторных масел для карбюраторных и дизельных двигателей?
3. В чем сущность регенерации масел и какие методы регенерации знаете?
4. Классификация масел по API и SAE .
5. По каким принципам возможна взаимозаменяемость масел?
6. Какие марки масел применяют для высокофорсированных двигателей?

## 12-Лекция **Масла для агрегатов трансмиссий (2 часа)**

Ключевые слова: агрегат, узел, трансмиссия, вязкость, низкотемпературные свойства, получение, противоизносные свойства, антиокислительные свойства.

План лекции:

1. Особенности работы трансмиссионных масел в агрегатах трансмиссии.
2. Требования к трансмиссионным маслам.
3. Эксплуатационные свойства.

**Основная литература:** А.А. Гуреев, Р.Я.Иванова, Н.В.Щеголев Автомобильные эксплуатационные материалы. М: Транспорт. 1986, 189 с  
В.П.Павлов, П.П. Заскалько Автомобильные эксплуатационные материалы. М: Транспорт, 1982, 77с.

**Дополнительная литература:** О.И. Манусаджянц, Ф.В. Смаль Автомобильные эксплуатационные материалы. М: Транспорт. 1989, 115 с.

Эти смазочные материалы предназначены для смазки зубчатых передач агрегатов трансмиссий, а также для использования в гидротрансмиссиях.

Требования к трансмиссионным маслам: должны обладать

1. высокими противоизносными, противозадирными свойствами;
2. хорошей термической и термоокислительной стабильностью,
3. защищать детали от коррозии,
4. хорошей вязкостно-температурной характеристикой, малой вязкостью в области отрицательных температур,
5. не оказывать вредного воздействия на резиновые уплотнительные детали.

Компоненты трансмиссионных масел. Эти масла представляют сложную систему, основой трансмиссионных масел служат высококачественные дистиллятные масла или остаточные минеральные масла, подвергнутые специальной очистке и депарафинизации и синтетические масла. Однако дистиллятные масла (легкие сорта индустриальных масел, трансформаторные) имеют малую вязкость при высоких температурах, а остаточные масла (МС-20, МК-22, АК-15) -высокую вязкость при низких температурах.

Поэтому трансмиссионные масла получают смешением высоковязких масел с маловязкими и загущением маловязких масел высокополимерными загущающими присадками (полиизобутилен, полиметакрилаты, виниполы и др.) После добавления присадок масло может работать при самых низких температурах.

Синтетические трансмиссионные масла имеют температуру застывания минус 57°С, температура вспышки +230°С, кинематическая вязкость при температуре 100°С равна 7,1 мм<sup>2</sup>/с.

*Эксплуатационные свойства* .Основные свойства Т.масел аналогичны функциям моторных.

Одним из важных показателей, характеризующих эксплуатационные свойства масел, является вязкость. От вязкости масел зависят потери энергии на трение в

агрегатах трансмиссий. Установлено, что при температуре  $-10^{\circ}\text{C}$  вязкость масла ТАп-15В достигает ЗОПА\*е, при этом КПД заднего моста автомобиля ЗИЛ-130 снижается до 50%, а расход топлива увеличивается в 2 раза по сравнению с нормой. Применение в агрегатах трансмиссий маловязких масел недопустимо, так как может привести к утечкам масла через сальники, повышенному износу деталей и выходу агрегатов трансмиссии из строя. Минимальные значения вязкости масел в агрегатах трансмиссий должны быть 10-20мм /с, что определяется их противоизносными свойствами и способностью сальниковых уплотнений предотвращать утечку масла. Максимальная вязкость определяется возможностью преодоления сопротивления вращению застывшего масла в агрегатах при трогании автомобиля с места и составляет 300-600 Па с.

Смазывающие свойства - способность масла адсорбироваться на рабочей поверхности с образованием граничного слоя - определяются совокупностью противоизносных, противозадирных и противопиттинговых показателей масла.

Наиболее высокие требования по противозадирным свойствам предъявляются к маслам для гипоидных передач, в которых удельные нагрузки в зоне контакта зубьев достигают 4000 МПа. Выбор масел для гипоидных передач осуществляется с учетом режима работы агрегатов. Так, для гипоидных передач грузовых автомобилей эксплуатационный режим характеризуется постоянными повышенными удельными нагрузками на зубья шестерен и относительно небольшими скоростями вращения; для легковых автомобилей характерны высокие скорости вращения и переменные режимы по нагрузке.

Противопиттинговые свойства - склонность масел предотвращать усталостное выкрашивание рабочих поверхностей зубьев шестерен под влиянием циклических нагрузок - при оценке физико-химических показателей масел не нормируются, но для различных масел неодинаковы. Время наступления питтинга зубьев шестерен сокращается при повышении рабочих температур масла и снижении его вязкости. Наилучшими противопиттинговыми свойствами в условиях повышенных температур обладают масла ТАД-17И и ТСП-15К, наихудшими - ТСП-10.

Стабильность против окисления. В процессе работы в результате взаимодействия с кислородом воздуха при повышенной температуре в присутствии каталитически активных металлов происходит изменение физико-химических и эксплуатационных свойств масла -увеличиваются вязкость и кислотное число, в масле накапливаются продукты окисления.

Повышение вязкости сопровождается ухудшением ВТ свойств. Увеличение кислотного числа может вызвать коррозию подшипников и других деталей. Наилучшие показатели имеют масла на очищенной основе ТАД-ПИ, ТСП-15К, ТСП-14гип, ТМ5-12рк

Коррозионная агрессивность. В результате накопления органических кислот, попадания воды из атмосферы может возникнуть коррозия металлических деталей агрегатов трансмиссии. Коррозионная агрессивность масла характеризуется изменением кислотного числа, содержанием водорастворимых кислот и щелочей. Наименьшую коррозионную агрессивность имеют масла

ТСп-15К, ТМ5-12рк, Т АД-ПИ, наибольшую - ТСгип.

*Сроки смены масла.* Необходимым условием продолжительности работы масле является защита агрегатов от проникновения пыли и влаги.

Сроки службы масел в агрегатах трансмиссий различных автомобилей находятся в широких пределах: от 24 до 75 тыс.км пробега. Это обусловлено различным качеством масла, конструкцией трансмиссии, условиями и режимом работы автомобилей.

Смену масла производят при значительном изменении его показателей по сравнению с исходными (вязкости, кислотности, противоизносных и др. свойств).

Сроки службы до замены трансмиссионных масел в современных легковых автомобилях различны и составляют 60-75 тыс.км пробега. В некоторых моделях легковых автомобилей смена масле не производится в течение всего срока службы.

В трансмиссиях грузовых автомобилей смена масла осуществляется в зависимости от условий эксплуатации через 24-72 тыс. км пробега, но как правило, не реже 1 раза в год.(Табл. 5)

Табл. 5

*Рекомендации по применению трансмиссионных масел на автомобилях*

Масло	Тип передачи	Срок службы масла, тыс. км	Миним. темп, применения, °С
ТСгип	Ведущие мосты старых легковых автомобилей	24-30	-20
ТАД-17И	Коробка передач и ведущие мосты легковых и грузовых автомобилей	60-80	-30
ТАп-15В	Коробки передач грузовых автомобилей с карбюраторными двигателями, ведущие мосты грузовых автомобилей с негипоидными передачами	24-72	-25
ТСп-15К	Коробки передач, ведущие мосты грузовых автомобилей с негипоидными передачами	36-72	-30
ТСп-14гип	Ведущие мосты грузовых автомобилей с гипоидными передачами	36	-30
ТСп-10	Коробки передач грузовых автомобилей с карбюраторными двигателями, ведущие мосты грузовых автомобилей с негипоидными пере-	35-50	-45

ТСз-9гип	Коробки передач и ведущие мосты автомобилей на Севере	Зимний период эксплуатации	-50
ТМ5-12рк	Коробки передач и ведущие мосты грузовых автомобилей	50	-50

1. Получение трансмиссионных масел.
2. Требования к трансмиссионным маслам.
3. Основные эксплуатационные свойства.
4. Как влияют вязкостно-температурные свойства на КПД агрегатов трансмиссий.

### 13-Лекция **Классификация трансмиссионных масел, применение, марки (2 часа)**

Ключевые слова: присадки, классификация, взаимозаменяемость, марки, сроки смены.

План лекции:

1. Присадки к трансмиссионным маслам.
2. Классификация трансмиссионных масел.
3. Марки и рекомендации по применению трансмиссионных масел, взаимозаменяемость.

**Основная литература:** А.А. Гуреев, Р.Я.Иванова, Н.В.Щеголев Автомобильные эксплуатационные материалы. М: Транспорт. 1986, 90 с.

В.П. Павлов, П.П. Заскалько Автомобильные эксплуатационные материалы. М: Транспорт, 1982, 84с.

Дополнительная литература: О.К Манусаджянц, Ф.В. Смаль Автомобильные эксплуатационные материалы. М: Транспорт. 1989, 118 с.

Для улучшения эксплуатационных свойств трансмиссионных масел вводятся присадки: противоизносные, противозадирные, антиокислительные, депрессорные.

*Классификация трансмиссионных масел.* В агрегатах трансмиссий автомобилей применяется широкий ассортимент масел. Согласно ГОСТ 17479.2-85 "Масла моторные, трансмиссионные и жидкости гидравлические. Система обозначений масла классифицированы по классам и группам в зависимости от их вязкости и эксплуатационных свойств:

Табл. №6

<b>Класс вязкости</b>	<b>Кинематическая вязкость при 100°C, мм /с</b>	<b>Максимальная температура, при которой 50 Пас, °С</b>
-----------------------	---	---

9	7,0-10,9	-45
12	- 11,0-13,9	-35
18	14,0-24,9	-18
34	25,0-41,0	-

*Классификация трансмиссионных масел по эксплуатационным качествам*

Табл. №7

<b>Группа по эксплуатационным свойствам</b>	<b>Состав</b>	<b>Рекомендуемая область применения</b>
<b>ТМ-1</b>	Минеральные масла без присадок	Прямозубые, спирально-конические и червячные передачи, работающие при конкретных напряжениях до 600 МПа и температуре в объеме до 90 С.
ТМ-2	Минеральные масла с противоизносными присадками	То же самое, только при контактных напряжениях до 1200 МПа.
ТМ-3	Минеральные масла с противозадирными присадками умеренной эффективности	То же самое, только при контактных напряжениях до 2000 МПа.
<b>ТМ-4</b>	Минеральные масла с противозадирными присадками высокой эффективности	Прямозубые спирально-конические передачи, работающих при контактных напряжениях свыше 2000 МПа. Гипоидные передачи, работающие при высокой скорости, низком крутящем моменте и низкой скорости, высоком крутящем моменте и объемной температуре до 130 С.
<b>ТМ-5</b>	Минеральные масла с противозадирными присадками высокой эффективности и полифункционального действия	Гипоидные передачи, работающие при высокой скорости, ударных нагрузках; высокой скорости, высоком крутящем моменте и объемной температуре 130 С и выше.

В зависимости от смазывающих свойств масла делят на пять групп (табл. 7). С учетом деления на классы и группы трансмиссионные масла имеют условные обозначения. Например, обозначение ТМ5-12 расшифровывается следующим образом: ТМ - трансмиссионное масло, цифра 5 - группа по эксплуатационным свойствам, цифра 12 - класс вязкости.

Представителями группы ТМ-1 являются нигролы зимний и летний (ТУ 38-101529-75), применявшиеся на старых моделях автомобилей. Нигролы - это не-

очищенные остатки от прямой перегонки нефти, характеризуются неудовлетворительными противозносными, антиокислительными и низкотемпературными свойствами. На современных автомобилях не применяются.

К группе ТМ-2 относится масло для коробок передач и рулевого управления - ТС (ОСТ 38.01260-82, прежнее обозначение ГОСТ 4002-53), класс 18. Это масло имеет низкие эксплуатационные свойства, применяется в ограниченных масштабах только на старых моделях легковых автомобилей.

В группу ТМ-3 входят масла ТСП-10, ТАп-15В, ТСП-15К, выпускаемые по ГОСТ 23652-79.

ТСП-10 применяют для смазывания тяжело нагруженных цилиндрических и спирально-конических передач грузовых автомобилей. Служит в качестве зимнего, для умеренной климатической зоны, и всесезонного, для северных районов страны.

ТАп-15В служит для смазывания тяжело нагруженных цилиндрических, конических и спирально-конических передач грузовых автомобилей.

ТСП-15К имеет улучшенные по сравнению с маслом ТАп-15В противозносные, антиокислительные и низкотемпературные свойства. Служит в качестве всесезонного для умеренной климатической зоны. Предназначено для тяжело нагруженных цилиндрических и спирально-конических передач, в том числе большегрузных автомобилей КамАЗ, КрАЗ, УралАЗ.

К группе 4 относятся масла ТСП214гип (ГОСТ 23652-79), ТСз-9гип (ОСТ38-101158-78), ТСгип (ОСТ 38-01260-82, прежнее название - - масло по ГОСТ 4003-53).

ТСП-14гип (класс 18) применяется для гипоидных передач грузовых автомобилей всесезонно в умеренной и жаркой климатической зоне. Обладает высокими противозадирными, но недостаточными антиокислительными и антикоррозионными свойствами. Показатели масла резко ухудшаются при попадании в него воды; в этом случае масло следует немедленно заменить.

ТСгип предназначено для гипоидных передач старых моделей легковых автомобилей. Ввиду недостаточных низкотемпературных, противозносных и антиокислительных свойств для новых моделей автомобилей не рекомендуется.

ТСз-9гип (класс 9) предназначено для применения в агрегатах в трансмиссии грузовых автомобилей в районах Крайнего Севера при температуре воздуха до - (50-55)°С. Ввиду малой вязкости и ухудшения противозносных свойств при высокой температуре это масло применяется только в зимний период.

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

ТАД-17И (класс 18) получают смешением остаточного и дистиллятного масел с введением многофункциональной и депрессорной присадок. Масло обладает высокими эксплуатационными свойствами, является универсальным и может применяться в тяжело нагруженных цилиндрических, спирально-конических и гипоидных передачах грузовых и легковых автомобилей в умеренной и жаркой климатических зонах.

ТМ5-12рк (класс 12) получают из низкозастывающего масла селективной очистки, загущенного полимерной присадкой, с введением многофункциональной присадки. Масло относится к числу универсальных для эксплуатации и консервации цилиндрических, спирально-конических и гипоидных передач грузовых автомобилей. Предназначено для применения в качестве всесезонного, в первую очередь для эксплуатации в северных районах, однако пока в промышленных масштабах оно не производится.

Основным сортом, применяемым для автомобильных гидромеханических коробок передач, является масло марки А (ТУ 38. 101179-79). Это масло имеет температуру застывания  $-40^{\circ}\text{C}$ , его применяют всесезонно в умеренной климатической зоне.

В гидрообъемных передачах автомобилей, в частности, в гидроусилителях рулей, используют масло марки Р, применяют в качестве всесезонного в умеренной климатической зоне.

1. Назовите противоизносные и противозадирные присадки.
2. Как классифицируются трансмиссионные масла?
3. Какие трансмиссионные масла относятся к группе ТМ-3, ТМ-5?
4. В каких агрегатах применяют трансмиссионные масла марки ТСП-14гип?
5. Какие универсальные трансмиссионные масла знаете?

#### 14-Лекция *Синтетические масла (2 часа)*

Ключевые слова: получение, основные компоненты, свойства, эффективность применения, экономия нефтяного сырья, перспективность применения.

План лекции:

1. Получение синтетических масел.
2. Свойства синтетических масел.
3. Синтетические масла на основе сложных эфиров, полигликолей, олигомеров - олефинов.
4. Применение синтетических масел.

**Основная литература:** Л.С.Васильева Автомобильные эксплуатационные материалы. М: Транспорт. 1986, 173 с.

**Дополнительная литература:** Химики автолюбителям под редакцией проф. А.Я. Малкина, Л: 1990, 45 с.

Современная химическая технология позволяет получить соединения, которые могут заменить традиционные нефтяные масла синтетическими продуктами. Изучено огромное количество целых классов соединений, которые могут быть использованы в качестве моторных масел. Такие соединения (кремниевые, полиэфирные, галогено-углеродные и др.) уже в настоящее время начинают применять в качестве компонентов для приготовления моторных масел.

Стремление получить смазывающие материалы, по своим свойствам, пре-

восходящие нефтяные масла, задача сложная и многоплановая. Неблагоприятным свойством углеводородных смазочных масел является большая зависимость их вязкости от температуры. Несмотря на принятые меры - от подбора месторождения нефти, до сложных процессов деасфальтизации, депарафинизации и приготовления высокоиндексных загущенных масел, пока не удастся существенно улучшить их вязкостно-температурные свойства.

В отличие от углеводородных масел очень пологими вязкостно-температурными характеристиками отличаются кремнийорганические соединения - полисилоксаны (силиконы).

Силиконовые масла сохраняют свою текучесть при таких низких температурах имеющие такую пологую ВТХ, которые не наблюдались ни у одного масла – нефтяного происхождения.

Сравним два масла – нефтяное и силиконовое, имеющие примерно одинаковую вязкость при температуре 100<sup>0</sup>С. Одно из лучших по вязкостно-температурным свойствам всесезонное М6<sub>з</sub>/10Г, высоко-индексная, с вязкостью при 100 С близкой к 10 мм /с. При охлаждении до--18<sup>0</sup>С его вязкость увеличивается в среднем в 500-600 раз, а при температуре - 30<sup>0</sup>С оно застывает, а силиконовая жидкость, имеющая такую же вязкость при температуре 100<sup>0</sup>С, при охлаждении до - 18 С увеличивает вязкость всего в 7-8 раз, а застывает при - 60<sup>0</sup>С. Но, поскольку эти соединения обладают недостаточными смазывающими свойствами, их пока нельзя использовать в современных двигателях внутреннего сгорания с характерными для них высоконапряженными узлами трения.

По строению силиконы напоминают УВ алкановой группы, но вместо углерода в них цепочка чередуется атомами кремния и кислорода, при чем к атомам кремния могут быть присоединены различные радикалы, в том числе и углеводородные. Чем больше в силиконах углеводородных радикалов, тем хуже их термоокислительная стабильность и низкотемпературные свойства.

Особой стабильностью обладают силиконы, в которые входят металльные и фенильные радикалы. Они могут выдерживать в присутствии воздуха и при температуре 250 С более 1500 часов работы, не теряя своих первоначальных свойств.

Полиэфирные масла в отличие от силиконовых обладают высокой полярной активностью молекул, что обеспечивает им хорошие смазывающие свойства, сочетающиеся с другими ценными показателями качества. Являясь продуктами реакции спиртов и жирных кислот, диэфиры обладают отличными ВТХ. Температура застывания этих масел достигает -70 С. Они хорошо смешиваются с нефтяными маслами, обладают высокой термоокислительной стабильностью и очень малой испаряемостью, что позволяет на их базе готовить дол-гоработающие масла. Полиэфирные масла хорошо зарекомендовали себя при применении в турбореактивных и турбовинтовых двигателях в авиации.

В поршневых двигателях эти масла целесообразно использовать в экстремальных условиях, например, в районах очень низких температур или, наоборот, в районах с очень жарким климатом.

Фосфорорганические масла используют в механизмах с высокими механическими и термическими нагрузками. Образовывая на поверхности трения прочные, обладающие высокими защитными и антифрикционными свойствами, эти масла обеспечивают очень высокую износостойкость.

Сравнительные показатели качества синтетических смазочных материалов по пятибальной шкале (чем выше, бал, тем лучше синтетическое масло) приведены в таблице №8. Данные таблицы свидетельствуют о том, что наиболее перспективными в качестве синтетических моторных масел являются сложные эфиры карбоновых кислот.

Показатель качеств	Сложные эфиры карбоновой кислоты	Силиконы	Фтор-фторхлоруглеводды	Полигликоли и их эфиры	Фосфор-органические составляющие	Эфиры кремниевой кислоты
Индекс вязкости	4-5	5	1	4-5	3-4	5
Противоизносные свойства	4	2-4	2-5	3-4	5	3-4
Коррозионная активность к металлам	4-5	4	-	-		4
Термостойкость	4	3-5	5	3-4	2-3	2
Термоокислительная стабильность	3-4	4	5	2-3	4	2-3
Испаряемость	4-5	4-5	-	3-4-	4	4-5
Горючесть (по отношению к нефтяным маслам)	ниже, чем у нефтяных ма-	ниже, чем у нефтяных масел	не горят	как у нефтяных масел	как у нефтяных масел	как у нефтяных масел

Синтетические масла, как правило, превосходят минеральные по антиокислительным свойствам, диспергирующей и механической стабильности; они также обладают равными или лучшими противоизносными и противозадирными свойствами. В связи с этим, синтетические масла имеют срок службы более 20 тысяч км пробега автомобиля, а отдельные образцы служат 80-100 тысяч км без смены. Расход синтетических масел на угар на 30-40% ниже, чем минеральных. За счет лучших вязкостных температурных свойств во всем интервале встречающихся в практике температур расход топлива при использовании синтетических масел снижается на 4-5%.

Стоимость синтетических масел в 2-3 раза выше, чем минеральных. Однако, высокие эксплуатационные свойства, большой срок службы, в двигателях до

замены, низкий угар и в следствие этого меньший общий расход масла делают применение их целесообразным.

1. Что из себя представляют синтетические масла?
2. Какими методами получают синтетические масла?
3. Каковы преимущества синтетических масел в сравнении с минеральными?
4. Перспективы применения синтетических масел?

### 15-Лекция *Пластичные смазки (2 часа)*

Ключевые слова: смазка, состав, требование, показатели качества, вязкость, коллоидная стабильность, водостойкость, температура плавления, пенетрация

План лекции:

1. Требования к пластичным смазкам.
2. Состав пластичных смазок. Получение
3. Основные эксплуатационные свойства. -

**Основная литература:** Л.С.Васильева Автомобильные эксплуатационные материалы. М: Транспорт, 1986, 196с.

Г. П. Лышко Топливо и смазочные материалы. М: Агропромиздат, 1985, 249 с.

**Дополнительная литература:** О.И. Манусаджянц, Ф.В. Смаль Автомобильные эксплуатационные материалы, М: Транспорт, 1989, 126 с.

В автомобильной технике используется 15-20 марок пластичных смазок. Число механизмов, узлов и деталей автомобиля, смазываемыми пластичными смазками (ступицы колес, подшипники электрооборудования, сцепление, точки смазки шасси, рулевого управления и др.), значительно больше, чем смазываемых маслами. В новых моделях автомобилей смазки вытеснили масла из рулевого механизма, исчезают подшипники ступиц колес с закладкой смазкой (вместо них применяют закрытые подшипники).

Пластичные смазки по своим свойствам занимают промежуточное положение между маслами и твердыми смазками. Они сочетают свойства твердого тела и жидкости, что связано с их строением.

По составу пластичные смазки – сложные вещества и состоят из . смазочного масла (дисперсионная среда 70-90%), загустителя (дисперсная фаза 10-15%), наполнителей и присадок (до 15% модификаторы структуры).

В качестве загустителей используют вещества органического и неорганического происхождения: твердые УВ, мыла и др. Содержание загустителя в составе смазок составляет от 5 до 30% и основные свойства смазок определяются в зависимости от природы загустителя. Соответственно этому смазки классифицируются на мыльные и углеводородные.

Мыльные загустители получают нейтрализацией высших жирных кислот

гидрооксидами металлов (лития, кальция, калия, натрия, магния, цинка, стронция, бария, алюминия, свинца).

Длительное время основными смазками для старых моделей автомобильной техники являлись кальциево-натриевые смазки типа Солидол, 1-13, ЯНЗ-2 и др. Эти смазки недостаточно водостойки, работоспособны в узком интервале температур, обладают низкой механической стабильностью, быстро выбрасываются, вытекают из подшипников и других узлов трения. Этим объясняется частая их смена - при эксплуатации.

С 1970 г. начато производство комплексных кальциевых, бариевых и других смазок. Особенно перспективна высококачественная многоцелевая пластичная смазка на оксистеарате лития типа Литол-24, которая широко применяется для смазки узлов легковых автомобилей. Используются также другие литиевые смазки ДС11-15, Фиол-1, Фиол-2, Фиол-2уШРУС-4. Среди новых смазок - бариевая (ШРБ-4), натриевая (КСБ).

Выпускаются также немые смазки: углеводородная ВТВ-1, С силикагелевые Лимол и Силикол - для вакуумного усилителя.

Основные физико-химические и эксплуатационные свойства смазок.

Смазки в первую очередь характеризуются консистенцией. Консистенция смазок характеризуется пинетрацией, которая определяется по ГОСТу 5346-78 при 25°C. В сосуд со смазкой погружается металлический конус под действием собственного веса (И). Чем глубже погружается конус, тем мягче смазка и тем больше величина (число) пинетрации. Смазки по величине пинетрации разделяют на следующие классы:

Табл. №9

Пенетрация при 25°C	Индекс класса консистенции	Пенетрация при 25 С	Индекс класса консистенции
400-430	00	175-205	4
355-385	0	130-160	5
310-340	1	85-115	6
265-295	2	Ниже 70	7
220-250	3		

Важными показателями качества являются также температура каплепадения и сползания, предел прочности на сдвиг, вязкость, механическая стабильность, испаряемость, коллоидная стабильность, окисляемость, антикоррозионные и защитные свойства, водостойкость, содержание механических примесей.

В таблице №8 приведены основные марки смазок, применяемых при эксплуатации автомобилей с оценкой их свойств по пятибалльной системе; 1 балл - характеристики смазки по данному показателю неудовлетворительные; 2 балла - недостаточно удовлетворительные; 3 балла— удовлетворительные, 4 балла - хорошие; 5 баллов - отличные.

Таблица 10

Смазка	Цвет	Класс конси- стенности	Температурн ый интервал	Коллоидная стабильность		Испаряемость	Водостойкость	Взаимо- заменяе- мость
Солидол-С	От светло до темно- корич.	2	-20-65	5	4	3		Литол-24
Пресс- солидол	То же	1	-30-50	4	3	4	2	Фиол-1
Графитная	Черный сереб- ристый отте-	2	-20-60	5	4	3	Г1~	ЛСУ-15 ШРУС-4
ЦИАТИМ- 201	От желтого до светло- ко- ричневого	2	-60-90	1	2	3	2	Фиол-1
1-13	От светло- до темно-желтого	3	-20- 100	2	3	1	3	Литол-24 '
Литол 24	Коричневый	3	-40- 120	4	'4	4	3	ЛСУ-15
Фиол-1	Коричневый	1	-40- 120	2	3	4	3	Литол-24
ЛСУ-15	Белый	2	-30- 130	3	4	4	3	Литол-24
ШРБ-4	От темно- коричневого до темно-	2	-40- 130	4	4	4	4	ШРУС-4 Литол-24
ШРУС-4	Серебристо- черный	2	-40- 120	4	4	5	5	Литол-24
ВТВ-1	Белый	2	-40-40	5	3	5	2	ЛСУ-15
Униол-1	Коричневый	2	-30- 150	5	5	4	4	ШРБ-4, ШРУС-4
158	Синий	2	-30- 100		5	2	3	ШРУС-4

Коллоидная стабильность характеризует (в %) отделение масла от смазки при воздействии на нее в специальном приборе нагрузки. Чем меньше этот показатель, тем выше балл.

Испаряемость - смазка нагревается в тонком слое при определенной температуре, взвешиванием определяется испаряемость масла (в %), чем она меньше, тем выше балл.

Водостойкость - способность противостоять размыву водой, чем меньше размыв, тем выше балл.

Смазывающие свойства - способность предотвращать износ и задир трущихся поверхностей.

Смазки Литол-24, Фиол-1, ЛСУ-15, ШРБ-4, ШРУС-4 по показателям превосходят старые смазки - солидолы, 1-13, ЦИАТИМ-201. Указанные новые смазки работают в широком интервале температур и имеют высокую механическую стабильность. Это свойство важно для герметизированных узлов (подшипники скольжения и шарнирные соединения), в которых вся смазка подвергается деформации. А Солидол С из-за низкой механической стабильности в процессе эксплуатации вытекает из узлов. Поэтому периодичность смены смазки при применении Литола-24 по сравнению со смазкой Солидол в шарнирах рулевых и реактивных тяг увеличена в 3 раза, а в шлицевых соединениях карданного вала - в 5-6 раз. Срок службы смазки до замены в подшипниках ступиц колес при переходе со смазки 1-13 на Литол-24 увеличивается в 2-3 раза.

В зависимости от типа автомобилей и режимов их эксплуатации для смазок Солидол С, ЦИАТИМ-201, ЯНЗ-2,1-13 характерно пит-тинговое поражение роликов и беговых дорожек подшипников ступиц колес при пробегах автомобилей от 40 до 80 тыс.км. В то же время на смазке Литол-24 нарушений нормальной работы подшипников не наблюдается при пробегах свыше 100 тыс.км.

Высокими эксплуатационными свойствами обладают смазки ШРУС-4 и ШРБ-4. Смазка ШРУС-4 для шарниров равных угловых скоростей автомобиля "Нива", и также шарниров ВАЗ-2108 и других переднеприводных моделях. Кроме шарниров в новых моделях автомобилей ШРУС-4 смазывает ряд подшипников, детали карбюраторов и телескопических стоек. Равноценной замены для смазки ШРУС-4 в шарнирах привода колес нет. В хорошо защищенных узлах (шарниры и подшипники) смазка ШРУС-4 может служить до капитального ремонта автомобиля, что позволяет значительно снизить затраты на его техническое обслуживание.

1. Состав пластичных смазок
2. Какие требования предъявляются к пластичным смазкам?
3. Что понимают под коллоидной стабильностью?
4. Что характеризует температуру каплепадения смазок?
5. Как оценивается водостойкость смазок?

## **16-Лекция Антифрикционные смазки. Консервационные и уплотнительные смазки (2 часа).**

Ключевые слова: назначение, применение, свойства, ассортимент, взаимозаменяемость.

План лекций:

1. Назначение антифрикционных смазок.
2. Физико-химические основы смазывающего действия.
3. Консервационные смазки. Требования, ассортимент, взаимозаменяемость.
4. Уплотнительные смазки, ассортимент, взаимозаменяемость.

**Основная литература:** Л.С.Васильева Автомобильные эксплуатационные материалы. М: Транспорт. 1986, 201с.

**Дополнительная литература:** О.И. Манусаджянц, Ф.В. Смаль Автомобильные эксплуатационные материалы. М: Транспорт. 1989, 127 с.

Для уменьшения трения и износа различных узлов и трущихся поверхностей широко используют антифрикционные пластичные смазки, занимающие первое место по объему производства среди смазок других типов.

В СНГ выпускают более 10 антифрикционных смазок, содержащих противоизносные и противозадирные присадки. Эти смазки используют в тяжело нагруженных механизмах. В качестве присадок применяют органические соединения, в составе молекул которых входят химически активные атомы серы, хлора, фосфора и кислорода, как отдельно, так и в сочетании друг с другом.

Для улучшения противоизносных и противозадириных свойств смазок широко применяют наполнители. Они особенно эффективны при высоких нагрузках, температурах и скоростях перемещения трущихся поверхностей. Наиболее распространены слоистые наполнители, имеющие кристаллическую структуру, которая обеспечивает низкие коэффициенты трения (дисульфид молибдена, графит). Содержание наполнителей в смазках может достигать 10-20 и более процентов, минимальное содержание наполнителя, необходимое для заметного улучшения смазочной способности, составляет 1-3 %.

Ассортимент антифрикционных смазок включает многоцелевые смазки или универсальные (Литол-24, Фиол-1, Фиол-2, Зимол, БНЗ-3), общего назначения (солидол синтетический: солидол С; пресс солидол, Солидол жировой: солидол -Ж, графитная, консталин); термостойкие (Униол-1..ЦИАТИМ-221, ВНИИ НП-207, Графитол, БНЗ-4, ПФМС-4с); низкотемпературные (ЦИАТИМ-201, Лита, ГОИ-54п, МС-70); специализированные, которые в свою очередь делятся на противозадириные и противоизносные (ЛС-1П), радиационно-стойкие (ВНИИ НП - 273 и 275), химически-стойкие (ЦИАТИМ -205, ВНИИ НП -279, 282, 283, Криогель); отраслевые: автомобильные (ЛСЦ-15, ШРБ-4, ШРУС-4,

Фиол-2у, №158, ЛЗ-31, КСБ, Дисперсол-1, ДТ-1), авиационные, железнодорожные, морские, промышленные, приборные, электро-контактные и для электрических машин, полужидкие смазки, приработочные смазки.

Автомобильные смазки. В узлах трения и механизмах автомобилей широко применяют смазки общего назначения — солидолы и кон-сталины, а также многоцелевые и другие. В шарнирах рулевого управления, узлах подвески, как правило, используют мягкие, а иногда липкие водостойкие смазки. Поскольку рабочие температур в узлах не высокие, для них пригодны смазки почти всех типов, в том числе Са- и А1-смазки. В подшипниках ступиц колес, водяного насоса, электрооборудования используют более плотные смазки, работающие при 90-120 С. Для подшипника ступиц колес с дисковыми тормозами иногда рекомендуют еще более термостойкие. В карданных шарнирах применяют специализированные смазки; для деталей тормозной системы нужны смазки, не взаимодействующие с резиновыми деталями. Их готовят на касторовом или некоторых синтетических маслах.

ЛСЦ-15. Готовят загущением смеси нефтяных масел И-50А и веретенного АУ литиевым мылом 12-гидрооксистеариновой кислоты, вводят вязкую присадку - полиизобутилен П-20, а также противоокислительные присадки - дифениламин или неозон. Эта смазка готовится также, что и Литол-24 и Фиолы. Но в смазку ЛСЦ-15 вводят 17% окиси цинка, которая эффективно предотвращает окисление смазки. Благодаря хорошей адгезии к металлу, водостойкости и прекрасным защитным свойствам, смазку ЛСЦ-15 применяют в качестве несменяемой в узлах трения автомобилей ВАЗ.

ШРБ. Практически единственная бариевая смазка, выпускаемая только в СНГ. Применяется в шарнирах равных угловых скоростей автомобилей семейства ВАЗ. Имеет высокую температуру плавления. Водостойка. Обладает достаточно хорошими низкотемпературными свойствами. Текстура волокнистая. При необходимости смазку ШРБ-4 можно заменить смазками Литол-24 или ЛСЦ-15.

ШРУС-4. Мазь - серебристо-черного цвета, готовят на нефтяном масле, загущенном 12-гидрооксистеаратом лития, содержит присадки и наполнители. Смазка водостойка, имеет небольшую испаряемость, хорошую стабильность и высокие противоизносные и противозадирные характеристики.

Применяется в шарнирах равных угловых скоростей полноприводных автомобилей семейства ВАЗ, в отдельных узлах тяжелонагруженных автомобилей семейства КраЗ. Относятся к перспективным смазкам и в дальнейшем способна вытеснить смазки Фиол-2у и ЛЗ-31.

Фиол-2у. Готовят на смеси нефтяных масел, загущены 12- гидрооксистеаратом лития, содержит композицию присадок и наполнителей, в том числе дисульфид молибдена, придающий ей высокие противоизносные свойства, основная область применения - герметизированные игольчатые подшипники и шлицевые соединения карданных передач автомобилей семейства ВАЗ.

Смазка №158. Мягкая мазь гладкой структуры. Получают загущением

нефтяного масла литиево-кальциевого мылом касторового масла и канифоли. Синий цвет смазки объясняется присутствием в ней пигмента - фталоцианина меди, играющего роль загустителя и антиокислительной присадки. Применяется в пределах температур от -40 до 120°C. Однако, смазку не следует применять при температуре ниже -30 С. Смазка 158 работоспособна в течение длительного времени при температурах до 90-100 С. Недостатки: интенсивное окрашивание кожи, одежды, инструментов и т.д. Известны случаи вредного воздействия на кожу.

*ЛЗ-31.* Готовится загущением синтетического масла, относящего к классу сложных эфиров стеаратом лития. Смазка не водостойкая, так как сложные эфиры при взаимодействии с водой гидролизуются. Применяется в подшипниках качения закрытого типа (подшипники сцепления автомобилей семейства ГАЗ и ЗИЛ), имеет хорошие вязкостно-температурные свойства, низкую испаряемость, применяют в широком интервале температур, температура каплепадения - 180°C, работоспособна до -50 С.

*КСБ* - специализированная токопроводящая, готовится загущением нефтяного масла натриевым мылом стеариновой кислоты и саломаса. Для повышения электропроводности в нее вводят чешуйчатую медь размером частиц до 50мкн. Поскольку медь является сильным катализатором окисления, в смазку добавляют антиокислительную присадку. Смазка водорастворима. Она предотвращает искрение в контактах и снижает радиопомехи. Смазка обеспечивает нормальную работу контактов указателя, поворота автомобилей без замены и пополнения в течение всего срока эксплуатации автомобиля.

*ДТ-1.* Представляет собой плотную мазь, содержит графит, дисульфит молибдена. Готовится на касторовом масле загущением натриевым мылом. Смазку ДТ-1 можно применять в контакте с резинотехническими изделиями. Применяют при сборке дисковых тормозов, передних колес автомобиля «Жигули», главного цилиндра гидропривода сцепления, регулятора давления тормозов и т.д. Смазка ДТ-1 водорастворима.

*Дисперсол-1.* - мягкая мазь коричневого цвета, гигроскопична. Смазка приготовлена загущением нефтяного масла комплексным кальциевым мылом 12-гидрооксистеариновой, стеариновой и уксусной кислот и церезином. Узлы смазывают окунанием их в дисперсол-1, разбавленной уайт-спиритом. После испарения растворителя на деталях остается тонкий слой смазки. Применяют для смазывания малонагруженных механизмов (стеклоподъемника, замков автомобилей и т.д.).

*Консервационные смазки.* Надежность и долговечность работы машин и механизмов определяется эффективностью защиты металлических поверхностей от коррозии. Отсутствие коррозионного воздействия на металл и защита их от коррозионно-агрессивных компонентов внешней среды - это требование, которое предъявляются ко всем видам смазочных материалов. Они особенно высоки для консервационных смазок, используемых в качестве средств современной противокоррозионной защиты металлоизделия. Консервационные смазки по объему производства занимают второе место после антифрикционных - около

15% в общем объеме производства смазок.

В качестве дисперсионной среды применяют смеси синтетических компонентов (диэфиры) и нефтяного масла. Присутствие ароматических УВ в оптимальных концентрациях дисперсионных средах улучшает защитные свойства смазок. Состав дисперсионной среды смазок влияет на смываемость и температуру сползания. Независимо от типа загустителя смазки, приготовленные на экстрактах селективной очистки (продукты с наибольшим содержанием ароматических УВ), имеют в 2-3 раза меньшую смываемость водой и более высокие температуры сползания, чем смазки на высокоочищенных дисперсионных средах. Состав дисперсионной среды влияет не только на защитные свойства смазок, но и на эффективность применяемых ингибиторов коррозии (ИК). В зависимости от полярности масла (содержание в нем смол, полициклических ароматических УВ, или синтетических компонентов) эффективность ИК, как правило, изменяется экстремально.

Загуститель. В консервационных смазках наиболее широко применяется в качестве загустителя твердые УВ. Эти смазки практически не растворимы в воде, имеют высокую химическую стабильность. С повышением концентрации загустителя улучшается защитная способность смазок. В консервационные смазки вводят ИК, препятствующие протеканию электрохимических процессов на поверхности металла под воздействием внешней среды и противокоррозионные присадки, которые не допускают химического воздействия коррозионно-агрессивных компонентов смазки на поверхность металла.

Консервационные смазки подразделяют на 2 группы: общего назначения и канатные.

*Пушечная.* До 1983 года носила название ПВК- Наиболее известная консервационная смазка общего назначения. По внешнему виду - густая, липкая мазь коричневого цвета. Готовят ее сплавлением петролатума и церезина с минеральным маслом при добавлении около 1% ИК МНИ-7. Обеспечивает противокоррозионную защиту различных машин, механизмов металлоконструкций в диапазоне температур от  $-50^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ . Защита этой смазкой различных металлов и изделий гарантирована в течение 5-7 лет.

При понижении температуры пушечная смазка сильно загустевает, вязкость ее резко увеличивается. При температурах ниже  $-10^{\circ}\text{C}$  она теряет подвижность, поэтому невозможно ее применение при минусовых температурах. Смазка имеет высокую водостойкость, практически не растворима в воде. Отличная коллоидная стабильность, низкая испаряемость. При температурах выше  $50^{\circ}\text{C}$  пушечная смазка оплавляется и стекает с наклонных и вертикальных поверхностей. При температурах в диапазоне  $-10-50^{\circ}\text{C}$  пушечную смазку используют как антифрикционную.

*ВТВ-1* (вазелин технический волокнистый) – по составу и свойствам, области применения близка к пушечной. Представляет собой сплав церезина и парафина с нефтяным маслом, включающий ингибитор коррозии и полиизобутилена П-85 в качестве вязкой и адгезионной присадки.

Смазка ВТВ-1 была создана для смазывания клемм аккумуляторов автомо-

билей ВАЗ. Благодаря присутствию ВТВ-1 адгезионные присадки ее сцепление с металлом увеличивается, а изготовление на маловязком масле способствует лучшей морозостойкости по сравнению со смазкой пушечной. Но смазка ВТВ-1 уступает по защитной способности и дорожке ее приблизительно в 5 раз.

*Канатные смазки.* В подгруппу канатных смазок объединяют пластичные смазки, которые наряду с противокоррозионной защитой должны снижать трения между отдельными проволоками скрутки канатов. Канатная смазка должна удерживаться как внутри, так и на внешней поверхности каната. Их получают сплавлением битума, петролатума, канифоля и других компонентов с вязкими нефтяными маслами. Марки: Торсиол-35, Торсиол-55, КФ-10,Е-1.

*Уплотнительные смазки.* Они предназначены для надежной герметизации зазоров и щелей оборудования, уплотнения подвижных и неподвижных узлов трения машин и механизмов. Уплотнительные смазки подразделяют на: смазки для запорной арматуры, смазки для резьбовых соединений и вакуумные смазки. Наполнителями могут быть графит, слюда, дисульфид молибдена, порошки свинца и цинка, пудра и т.д. Наименования: бензиноупорные, арматол - 238, для газовых кранов, для резьбовых соединений (Р-2), замазка ЗЗК-Зу, вакуумная. Принципы подбора и особенности применения смазок (кратко изложить сущность метода подбора и совместимость различных смазок).

1. Какие антифрикционные смазки знаете?
2. Взаимозаменяемость антифрикционных смазок.
3. Требования к консервационным смазкам.
4. Какие уплотнительные смазки Вы знаете?
5. Какие марки антифрикционных смазок знаете?

## **Тема-6 Организация учета, нормирования и экономного расходования топливо-смазочных материалов (ТСМ) (4 часа)**

### **17-Лекция Пути экономии топливо-смазочных материалов (2 часа)**

Ключевые слова: экономия, учет, потери, предотвращение, расход, утечки, проливы, регулировка узлов, мастерство вождения.

План лекции:

1. Причины потерь ТСМ при хранении, виды потерь.
2. Факторы, влияющие на расход ТСМ при эксплуатации автомобилей
3. Влияние технического состояния автомобиля на расход ТСМ.
4. Мероприятия по экономии ТСМ.

**Основная литература:** И.И. Карбанович Экономия автомобильного топлива: опыт и проблемы. М: Транспорт, 1992, 75 с.

О.И. Манусаджянц, Ф.В. Смаль автомобильные эксплуатационные материалы. М: Транспорт, 1989, 166с.

**Дополнительная литература:** В.П. Коваленко, Т.П. Карпекина, А.Л. Барханаджян Автомобиль и экономия горючего. Ташкент: Узбекистан. 1982, 84с.

*Виды потерь.* Помимо того, что автомобильный транспорт является одним из основных потребителей ТСМ, он также осуществляет в больших объемах перевозки нефтепродуктов для нужд других отраслей народного хозяйства. Поэтому борьба с потерями ТСМ на АТ должна осуществляться не только при приеме и хранении этих продуктов на складах АТП и при заправке автомобилей, но и при наливке автомобильных цистерн на нефтебазах в процессе перевозки наливом автомобильным транспортом или бортовыми автомобилями в бочках и мелкой таре, при сливе топлив и масел в пунктах назначения.

Потери ТСМ при транспортировке, хранении и заправке автомобилей условно делят на естественные, эксплуатационные и аварийные.

Естественные потери зависят главным образом от свойств ТСМ, окружающих условий, качества технического обслуживания нефтескладских и транспортных операций. К естественным потерям относятся потери от испарения.

Эксплуатационные потери ТСМ в основном возникают из-за неудовлетворительного технического состояния средств для транспортирования, хранения и заправки ТСМ. Это в основном утечки, проливы, неполный слив, загрязнения и обводнения.

Величина эксплуатационных потерь зависит от своевременного проведения технического обслуживания и профилактических ремонтов технологического оборудования, складов ТСМ и автозаправочных станций, соблюдения правил обращения с ТСМ при хранении, транспортировании и заправке автомобилей. В отличие от естественных потерь эксплуатационные потери могут быть полностью устранены при правильной организации работ. Аварийные потери ТСМ возникают в результате разрушения или повреждения резервуаров, трубопроводов и другого оборудования при пожаре, наводнениях, землетрясениях и других стихийных бедствиях. По характеру потери ТСМ можно разделить на количественные, качественные и смешанные. При количественных потерях уменьшается только количество продукта, а качество не изменяется. Качественные потери вызывается утечками, прорывами и т.д.

При качественных потерях ухудшается качество ТСМ. Они возникают при загрязнении, обводнении или смешении топлив и масел.

Потери, при которых уменьшение количества горючего связано с одновременным изменением его качества называется количественно-качественными. Причины таких потерь является испарение легкокипящих нефтепродуктов, главным образом, бензина. Основная часть всех количественных потерь автомобильных ТСМ приходится на испарение, на долю которого приходится до 75% потерь при транспортировании и хранении, в то время, как потери от утечек, проливов, смешений и т.д. составляет около 25%. Если для автомобильных бензинов испарение является основным видом потерь, то количественные потери дизельного топлива и смазочных материалов происходит главным образом за счет утечек, проливов, неполного слива и т.д.

Для достижения экономии ТСМ необходимо соблюдать следующие основные правила:

- правильно учитывать расход ТСМ;

- предотвращать потери ТСМ на складе и при заправке;
- соблюдать правила эксплуатации машин, т.е. содержать машины в технически исправном состоянии и умело их водить;
- потери при хранении происходят от испарения и утечек.

Потери происходят от фракционного состава, температуры топлива, а также состояние тары и резервуаров.

Бензины наиболее склонны к испарению, потери от испарения дизельного топлива и керосина в 50... 100 раз меньше, а смазочные масла почти не испаряются. Потери от испарения с повышением температуры увеличиваются, поэтому при хранении топлива надо принимать все меры к снижению температуры. Наземные резервуары и тара должны иметь светлую окраску, так как она хорошо отражает лучи солнца. Окраска резервуара «алюминиевой» краской снижает потери от испарения на 30%. Наименьшая температура наблюдается при подземном хранении - в 10 раз меньше, чем при открытом хранении. При хранении тару нужно заполнять по возможности полностью, оставляя лишь небольшое пространство с учетом теплового расширения топлива.

Утечки возникают в результате неплотностей тары и средств перекачивания. Даже самые небольшие утечки с течением времени приводят к большим потерям.

Расход ТСМ при эксплуатации автомобилей зависит в основном от:

- организации транспортного процесса;
- соответствия применяемых ТСМ конструктивным особенностям автомобиля и условий эксплуатации;
- технического состояния автомобиля и регулировки узлов, приборов и агрегатов;
- мастерства вождения автомобиля.

От организации перевозок зависит степень использования полезной грузоподъемности и пробега автомобиля. Степень использования грузоподъемности автомобиля - это отношение веса перевозимого груза к номинальной грузоподъемности  $\nu$ . С увеличением  $\nu$  уменьшается удельный расход топлива на единицу транспортной работы (тонно-км), при  $1/\nu = \nu$  удельный расход топлива будет минимальным. Также имеет значение составление оптимальных маршрутов, чтобы исключить порожные пробеги, применение прицепов, полуприцепов, автопоездов (сокращает расход топлива на 25...30%).

Использование топлива, не соответствующего конструктивным особенностям автомобиля ведет к его перерасходу. Это в первую очередь относится к таким показателям качества топлива, как ОЧ, фракционный состав для бензинов, фракционный состав и цетановое число для дизельных топлив. Например, работа автомобиля ЗИЛ-130 на бензине А-72 вместо А-76 приводит к быстрому прогоранию прокладок головки цилиндра, тарелок клапанов и т. д.

Качество топлива и масла оказывает взаимное влияние на их расход. Так, если топливо имеет тяжелый фракционный состав, то оно проникает в больших количествах в картер и преждевременно выводит из строя масло.

В свою очередь применение несоответствующих трансмиссионных масел и

масел моторных вызывает увеличение расхода топлива. Так, у масел ТС-14,5 и Тап-15 вязкость при 100°С примерно одинакова, но при понижении температуры до -20°С у масла Тап-15 она увеличивается до 3000 сСТ, в то время как у ТС-14,5 только 600 сСТ. Поэтому тяговое усилие при буксировании автомобиля ЗИЛ-130 с агрегатами, заправленными маслом Тап-15, примерно на 20...30% выше по сравнению с усилием при заправке агрегатов трансмиссии маслом ТС-14,5.

Масло с недопустимо низкой вязкостью расходуется в больших количествах, чем с нормальной вязкостью. Такое масло в больших количествах попадает в камеру сгорания и вытекает через неплотности картера двигателя.

Смазка низкого качества быстрее становится непригодной для эксплуатации и чаще приходится заменять, что увеличивает его расход.

*Техническое состояние и качество регулировок узлов автомобиля.* Повышенный расход топлива чаще всего происходит по следующим причинам: неисправность или неисправная регулировка карбюратора, топливного насоса, насоса форсунки, понижение компрессии в цилиндрах, загрязнение впускного трубопровода отложениями; подтекание топлива из приборов и трубопроводов системы питания, пробуксовывание сцепления, чрезмерной затяжки подшипников ступиц колес, понижение давления воздуха в шинах, неисправности руля левого управления и неправильной регулировки тормозов.

В целом расход топлива может измениться в зависимости от технического состояния в пределах 20...30% и больше.

*Мастерство вождения* заключается в правильной оценке дорожных условий, в максимальном использовании экономичных режимов работы двигателя, движении автомобиля по инерции (накатом) на спусках и при уменьшении скорости, своевременном переключении передач и т. д.

В результате проведенных исследований установлено, что в зависимости от техники вождения расход топлива изменяется до 20-30%.

*Влияние конструкций и технического состояния автомобилей на расход ТСМ.* Топливная экономичность ДВС зависит от полноты превращения химической энергии, содержащаяся в нефтяном топливе, в полезную механическую работу, производимую превращением коленчатого вала двигателя.

При сгорании топлива в двигателе только 30% затраченной энергии при полной нагрузке двигателя преобразуется в полезную работу, остальная энергия теряется на охлаждение (около 25%), на трение в ЦГП (около 10%), на работу по приводу вспомогательных механизмов (10%), с выхлопными газами (около 25%).

Одним из важнейших фактором влияющих на экономичность двигателя является полнота сгорания рабочей смеси, которая зависит от состава ее и от качества смесеобразования в системе питания ДВС.

Подача бензина через карбюратор зависит от производительности жиклера. Увеличение производительности главных жиклеров на 3-4 % ухудшает экономичность двигателя на 4-5 %, а при движении автомобиля со скоростью, близкой к максимальной, перерасход бензина может достигнуть 10%.

Уменьшение проходных сечений воздушных жиклеров в результате их частичного закоксовывания также вызывает увеличение расхода топлива.

Уровень топлива в поплавковой камере может изменяться в результате негерметичности запорного клапана, наличия отверстий в поплавке. Завышенный уровень топлива в поплавковой камере приводит к суммарному увеличению расхода топлива на 6-8 %.

Техническое состояние воздушного фильтра в системе питания оказывает существенное влияние на расход топлива. Гидравлическое сопротивление фильтра в процессе эксплуатации автомобиля непрерывно возрастает, что сказывается на подаче воздуха. Например, повышение гидравлического сопротивления фильтра в 2 раза в результате загрязнения фильтрующего элемента уменьшает мощность двигателя на 10-12%, что в свою очередь вызывает ухудшение топливной экономичности.

Показатели экономичности двигателя зависят также от правильности устанавливаемых углов опережения зажигания. При отклонении угла опережения от наивыгоднейшего в пределах от 1 до 5 градусов поворота коленчатого вала каждому градусу соответствует примерно 0,5% увеличение расхода топлива, а отклонение на 10% соответствует 10% снижению топливной экономичности. Экономичность двигателя зависит и от состояния свечей зажигания. От их соответствия данной модели автомобиля. Так, отказ одной свечи двигателя V-8 ухудшает его топливную экономичность в среднем на 16%, а отказ 2-х свечей повышает расход топлива более чем на 30%.

Большое влияние на экономию ТСМ оказывает тепловой режим двигателя. На всех автомобильных двигателях установлены термостаты, регулирующие температуру охлаждающей жидкости. Наиболее экономичный режим работы двигателя достигается при температуре 80-90 С, ее понижения до 40-45 С вызывает увеличение расхода топлива на 8-10%, в следствие ухудшения смесеобразования и увеличения потерь на трение, в связи с повышением вязкости масла.

При повышении температуры до 100°С начинается кипение воды в системе охлаждения, что резко снижает теплоотдачу от стенок цилиндров из-за значительной худшей теплопроводности пузырьков пара по сравнению с жидкостью. При этом существенно ухудшается наполнение цилиндров рабочей смесью, в результате чего расход топлива значительно возрастает. Кроме того, отложение накипи на стенках системы охлаждения приводит к ухудшению теплообмена. Слой накипи толщиной в 1 мм повышает температуру стенки цилиндра на 20-25 С, что вызывает снижение мощности двигателя на 5-7 % и, соответственно, повышение расхода топлива на 4-5%, а иногда и до 10%.

*Пути экономии ТСМ.* Экономное расходование топлива во многом зависит от организации рационального использования автомобилей. Уменьшение расхода топлива достигается за счет регулярной проверки технического состояния автомобиля, своевременного выполнения всех операций по ТО, уменьшение потерь от разлива при заправке автомобиля, постоянным контролем за расходом масла двигателем. В соответствии с инструкцией по эксплуатации регулярно

заменять масла, смазки и фильтрующие элементы системы очистки масла, воздуха и топлива, очищать центробежный фильтр от загрязнений.

Во избежание преждевременного износа ЦГП постоянно следит за состоянием уплотнений впускного тракта двигателя.

Необходимо избегать потерь трансмиссионных масел пластичных смазок от разлива и загрязнения. Своевременно устранять течи из агрегатов трансмиссий. В условиях крупных индивидуальных гаражей и автостоянок следует организовать сбор отработавших масел для их последующей регенерации.

1. Какие виды потерь знаете?
2. Какие факторы влияют на расход ТСМ?
3. Мероприятия, направленные на экономию ТСМ.

### 18-Лекция *Принципы нормирования расхода автомобильных топлив масел и пластичных смазок.*

Ключевые слова: норма, расход, контрольные нормы, линейные, групповые, маршрутные нормы. План лекции:

1. Контрольные нормы расхода топлива.
2. Линейные нормы расхода топлива.
3. Нормы расхода топлива для работы оборудования спецавтомобилей.
4. Маршрутные нормы расхода.
5. Групповые нормы расхода топлива.
6. Нормирование расхода смазочных материалов.

**Основная литература:** О.И. Манусаджянц, Ф.В. Смаль Автомобильные эксплуатационные материалы. М: Транспорт. 1989, 182, 156 с.

И.И. Карбанович Экономия автомобильного топлива: опыт и проблемы. М: Транспорт. 1982, 100с.

**Дополнительная литература:** Г.П. Лышко Топливо и смазочные материалы. М: Агропромиздат.. 1985, 270с.

В.П.Коваленко, Т.П. Карпекина, АЛ. Барханаджян Автомобиль и экономия горючего, Ташкент, Узбекистан, 1982, 86с.

При нормировании топлива используется линейная норма - показатель линейного расхода топлива на 100 км пройденного пути (л/100км). За рубежом применяют обратный показатель, характеризующий пробег автомобиля на единице объема или массы топлива (км/л, км/кг). Линейная норма используется при планировании, учете и контроле расхода топлива на АТП по конкретным маркам автомобилей.

Показателем для планирования потребности в топливе для парка автомобилей является его удельный расход на единицу выполняемой работы. С помощью этого показателя обосновывается потребность в топливе, распределяются его лимиты и анализируется эффективность использования.

Рассмотренные показатели являются технологическими, т.е. предназначены для планирования расхода топлива на выполнение транспортного процесса. Расход топлива и смазочных материалов на капитальный ремонт автомобилей,

гаражные и прочие хозяйственные нужды, не связанные непосредственно с выполнением перевозок, устанавливаются отдельно.

Линейные нормы (л/100 км для жидкого или м /100 км для газового топлива) устанавливаются централизованно для каждой марки парка эксплуатируемых автомобилей и соответствуют определенным условиям работы автомобильного транспорта. Учет дорожно-транспортных, климатических и других эксплуатационных факторов производится с помощью системы поправочных коэффициентов. Линейные нормы предназначены для расчетов с водителями, оперативной и статистической отчетности, а также служат базой для расчета удельного расхода.

Используются три вида линейных норм: норма на 100 км пробега (учитывает расход топлива на весь пробег), норма на 100 тонно-километров (т.км.) транспортной работы (учитывает дополнительный расход топлива при движении с грузом) и норма на езду с грузом (учитывает увеличение расхода топлива, связанное с маневрированием в пунктах погрузки и выгрузки).

В общем случае нормативный расход автомобильного топлива в литрах определяется:

$$Q_H = \frac{L}{K_1} (1 + Д) + \frac{P}{100} + \frac{K_2}{K_3 M}$$

где  $Q_H$  - нормативный расход топлива, л;  $L$  - пробег автомобиля или автопоезда, км;  $K_1$  - норма расхода топлива на пробег, л/100 км;  $K_2$  - норма расхода топлива на транспортную работу и на дополнительный вес прицепа или полуприцепа, л/100 т км;  $K_3$  - норма расхода топлива на езду с грузом, л/ездка;  $P$  - объем транспортной работы, т.км;  $M$  - количество ездов с грузом;  $Д$  - поправочный коэффициент (суммарная относительно надбавки) к нормам в долях единицы.

Для грузовых бортовых автомобилей и автопоездов, выполняющих работу, учитываемую в т.км, линейные нормы расхода топлива установлены на каждые 100 т.км транспортной работы в зависимости от вида используемого топлива в следующих размерах: бензин - 2л; дизельное топливо - 1,3 л; сжиженный нефтяной газ (СНГ) - 2,5 л; сжатый природный газ (СПГ) - 2 м<sup>3</sup>; при газодизельном режиме - 1,2 м природного газа и 0,25 л дизельного топлива.

При работе автомобилей с прицепами (автопоезда) норма расхода топлива на транспортную работу по величине остается такой же, как и для одиночного автомобиля, но распространяется на всю транспортную работу, выполняемую автопоездом. Норма расхода топлива на 100 км пробега увеличивается на каждую тонну собственного веса прицепов в соответствии с видом используемого топлива.

Для грузовых автомобилей с самосвальными кузовами дополнительно устанавливается расход топлива на каждую езду с грузом в следующем размере: бензина или дизельного топлива - 0,25 л; при газодизельном режиме - 0,2м природного газа и 0,1 л дизельного топлива; для автомобилей -самосвалов БелАЗ - 1л.

Для легковых автомобилей, автобусов и грузовых таксомоторов, а также грузовых автомобилей, выполняющих транспортную работу, не учитываемую в т.км (с почасовой оплатой), нормы расхода топлива установлены на 100 км пробега.

Для специализированных автомобилей автопогрузчики, телескопические вышки, компрессоры нормы расхода топлива на передвижение устанавливаются исходя из линейных норм, утвержденных для базовой модели автомобиля, и повышения (снижения) нормы: на 2 л по бензиновым, 2,5 л - газобаллонным (СНГ), 1,3 л дизельным, 2м газовым (СПГ), 1,2 м газа и 0,25 л дизельного топлива - газодизельным автомобилям на каждую тонну превышения (снижения) веса специализированного автомобиля против базового. Кроме этого, устанавливается дополнительная норма на работу оборудования: на одну операцию (наполнение и слив цистерны, подъем и спуск вышки); на 1 машино-час работы (холодильной установки, автокрана, автопогрузчика); на 100 км пробега при работающем специальном оборудовании (поливка, подметание, очистки улиц от снега).

При нормировании расхода топлива обязательно учитываются условия работы автомобиля с помощью коэффициентов надбавок и снижения. Предельные значения этих коэффициентов установлены централизованно для всего народного хозяйства. Их конкретные величины (но не превышающие предельных значений) определяются советом министров республики дифференцированно, исходя из реальных условий эксплуатации. Предельные значения надбавок должны устанавливать только в исключительно тяжелых условиях работы при действительной необходимости.

Для автомобилей, нормы расхода топлива для которых отсутствуют, нормы устанавливаются самостоятельно министерством республики. Такие нормы получили название временных линейных норм.

Исходными данными для расчета удельного расхода автомобильного топлива является структура автомобильного парка за отчетные и на планируемые годы, данные по грузоподъемности (вместимости автомобилей), их минимальные нормы расхода топлива, объем транспортной работы и общий пробег автомобилей за отчетный период и на планируемые годы, фактический расход топлива за отчетный год. Расчет удельного расхода топлива производится по общей формуле:

$$N_{уд} = 10 \rho (Q_c / q Z) (1 + Д)$$

где  $\rho$  - плотность топлива, кг/л;  $Q_c$  - средневзвешенная линейная норма расхода топлива на 100 км пробега;  $q$  - средневзвешенная грузоподъемность (вместимость) одного автомобиля, т;  $Z = B$  - коэффициент полезной работы;  $i$  - коэффициенты использования пробега и грузоподъемности (вместимости);  $Д$  - надбавки к нормам.

В качестве единицы измерения удельного расхода топлива наибольшее рас-

пространение получили: на грузовых перевозках - г/т.км, автобусных - г/п.км, таксомоторных - г.л.км.

В последние годы широкое распространение получил прогрессивный метод нормирования топлива - маршрутное нормирование. Маршрутная норма - это минимальный расход топлива на конкретном установившемся маршруте работы автомобиля, отражающий его специфические особенности (дорожные, транспортные и др.). Маршрутная норма устанавливается экспериментально-путем систематических замеров расхода топлива в процессе эксплуатации автомобиля либо расчетным путем с помощью различных методик.

В управлении расходом смазочных материалов используется индивидуальная норма и удельный расход. Индивидуальной нормой называется установленная величина расхода масла на 100 л планируемого расхода топлива автомобиля данного типа и данной возрастной группы в процессе его эксплуатации. Для жидких масел (моторных, трансмиссионных, специальных) она устанавливается в единицах объема - литрах, а пластичных смазок - в единицах массы - килограммах.

Удельный расход смазочных материалов, определяется расчетным путем для парка автомобилей на основе индивидуальных норм. Он может рассчитываться с помощью различных приемов. Например,

$$H_m = H k_1 a_1 + H a_2 + H k_2 a_3$$

где  $H$  - индивидуальная норма расхода масел (л) и смазок (кг);  $k_1$  и  $k_2$  - коэффициенты, отражающие влияние возрастной структуры парка и равные соответственно 0,5 и 1,2;  $a_1, a_2, a_3$  - доли автомобилей, находящихся в эксплуатации соответственно до 3, от 3 до 8 и свыше 8 лет  $a_1 + a_2 + a_3 = 1$ .

При выполнении расчетов для специальных масел необходимо выделить автомобили, оборудованные гидромеханическими коробками передач и учитывать дополнительную норму (до 0,3 л).

Плановая потребность в масле определяется по групповой норме расхода масел и планируемому расходу топлива отдельно по грузовым, легковым и специальным автомобилям и автобусам по уравнению:

$$Q_m = \frac{Q_n H_m}{100}$$

где  $Q_m$  - потребное количество масла (смазки) для автомобильного транспорта, л(кг);  $Q_n$  - планируемый расход топлива, л;  $H_m$  - грузовая норма расхода масел (смазок) л/100 л расхода топлива.

1. Как устанавливаются контрольные нормы расхода ТСМ?
2. Что понимают под линейными нормами расхода топлива?

3. Что понимают под маршрутными нормами расхода?
4. Как определяется расход смазочных материалов и в зависимости от чего они устанавливаются?

## Тема-7 Специальные жидкости (4 часа)

### 19-Лекция Охлаждающие жидкости (2 часа)

Ключевые слова: вода, антифриз, состав, температура застывания, антикоррозионные свойства, марки, применение План лекций:

1. Требования к низкозамерзающим жидкостям.
2. Состав и свойства антифризов.
3. Рекомендации по применению антифризов, марки.

**Основная литература:** Л.С.Васильева Автомобильные эксплуатационные материалы. М: Транспорт. 1986, 220с.

**Дополнительная литература:** .И. Манусаджянц, В.Ф. Смаль Автомобильные эксплуатационные материалы. М: Транспорт, 1989, 138 с.

#### *Охлаждающие жидкости.*

Требования. Охлаждающие жидкости должны обладать:

- низкой температурой замерзания и высокой температурой кипения,
- высокой теплоемкостью и теплопроводностью;
- оптимальной вязкостью;
- по возможности не образовывать накипи,
- не вызывать коррозию металлических поверхностей;
- не должна воспламеняться, вспениваться;
- не должна вызывать набухание резиновых деталей;
- должно быть стабильной, нетоксичной.

Этим требованиям в наибольшей степени отвечают вода и водные растворы некоторых соединений.

Вода как охлаждающая жидкость имеет ряд положительных свойств: оптимальную вязкость, высокую теплопроводность и теплоемкость, доступность, негорючесть, нетоксичность. Однако недостатки воды - высокая температура замерзания, низкая температура кипения, способность образовывать накипь и вызывать коррозию, увеличение объема при замерзании - ограничивают применение воды в качестве охлаждающей жидкости.

Жесткость воды, способы умягчения, антيناкипины, способы предупреждения образования накипи.

*Антифризы.* Получают на основе водных растворов этиленгликоля

-двухатомного спирта  $\text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2$ , температура кипения  $197^\circ\text{C}$ , температура замерзания чистого этиленгликоля  $11,7^\circ\text{C}$ . Температура замерзания водных растворов этиленгликоля зависит от концентрации его в водном растворе. Так, самая низкая температура застывания  $-75^\circ\text{C}$  водных растворов этиленгликоля при содержании последнего 67%, воды 33%. В отличие от воды антифризы

при замерзании не расширяются и не образуют твердой сплошной массы. Образуется рыхлая масса кристаллов воды в среде этиленгликоля, что не приводит к размораживанию блока.

Недостатки антифризов: теплопроводность и теплоемкость ниже, чем у воды, что несколько снижает эффективность систем охлаждения. При нагреве антифризы увеличивают объем на 8-10%, поэтому в системе охлаждения устанавливается расширительный бачок. Кроме этого, этиленгликоль коррозионно агрессивен по отношению к металлам, поэтому в антифриз добавляют антикоррозионные присадки. Для гашения пены добавляют противопенные присадки.

Температура кипения антифризов находится в пределах 120-132°C.

В настоящее время на автомобилях широко применяется антифриз Тосол А-40 (с 1985 года -Тосол А40-М), имеет высокие эксплуатационные свойства, срок службы на автомобилях ВАЗ - 2 года эксплуатации или 60 тыс.км пробега, срок службы Тосола А40-М увеличен до 3 лет за счет модернизации. При более длительных сроках эксплуатации на некоторых деталях системы охлаждения начинают появляться очаги коррозии (на крыльчатке водяного насоса, на латунных трубках радиатора и т. д.). Трехлетний срок службы Тосола А40-М гарантируется только при поддержании в течение этого времени требуемой плотности антифриза - не менее 1075 кг/м<sup>3</sup>. Если плотность ниже, добавляет концентраты Тосол-АМ. Добавление более 1л свежего концентрата увеличивает срок службы антифриза примерно на год.

Промышленность выпускает также ОЖ Лена-40. По свойствам эта жидкость ближе к Тосолу А40-М, но меньше корродирует чугунные и алюминиевые детали.

Для увеличения срока службы ОЖ добавляют специальное средство "Отара" в количестве 1 л на заправку двигателя. Этот препарат жидкий водогликолевый концентрат с композицией эффективных ингибиторов и пеногасителей. Он восстанавливает свойства антифризов и увеличивает срок службы на год.

1. Каковы требования к антифризам?
2. Состав антифризов.
3. Преимущества применения антифризов.
4. Рекомендации по применению.
5. Марки антифризов.

## 20-Лекция *Тормозные жидкости. Жидкости для амортизаторов* (2 часа)

Ключевые слова: состав, свойства, взаимозаменяемость, применение, марки, требования.

План лекции:

1. Требования к тормозным жидкостям.
2. Состав, эксплуатационные свойства.

3. Применение, взаимозаменяемость, марки.
4. Жидкости для амортизаторов: состав, свойства, применение, марки.

**Основная литература:** Л.С.Васильева Автомобильные эксплуатационные материалы. М: Транспорт. 1986, 227с.

**Дополнительная литература:** О.И. Манусаджянц, Ф.В. Смаль Автомобильные эксплуатационные материалы. М: Транспорт, 1989, 142с.

*Тормозные жидкости* предназначены для применения в гидравлических приводах тормозов автомобилей. Тормозные жидкости должны отвечать следующим требованиям:

- обладать относительно высокой температурой кипения
- антикоррозионными свойствами
- хорошими вязкостно-температурными характеристиками
- должны быть совместимы с резиновым и уплотнениями
- обладать смазывающими свойствами
- стабильностью при высоких и низких температурах.

*Температура кипения.* Это важный показатель, определяющий предельно допустимую рабочую температуру гидроприводов тормозов. Для большей части тормозных жидкостей температура кипения в процессе эксплуатации снижается из-за высокой гигроскопичности. К этому приводит попадание воды за счет конденсации воздуха. Из опыта эксплуатации известно, что в течение первого года эксплуатации в жидкости накапливается до 2% влаги, второго - 3,5 и третьего -4,5%.

Вследствие поглощения влаги, температура кипения "увлажненных" жидкостей снижается до 130...150°C. Температура жидкости в гидроприводе тормозов грузовых автомобилей обычно не превышает 100°C.

В условиях интенсивного торможения температура может подняться до 120°C и более.

В легковых автомобилях с дисковыми тормозами температуре жидкости при движении по магистральным автострадам составляет 60-70°C, в городских условиях достигает 80-100°C, а на высоких скоростях, температурах воздуха и интенсивных торможениях - 150°C.

Согласно требованиям международных стандартов температура кипения "сухой" и "увлажненной" тормозной жидкости должна иметь значения соответственно не менее 205 и 140°C для автомобилей при обычных условиях их эксплуатации и не менее 230 и 155°C - для автомобилей с повышенными скоростями и интенсивными торможениями.

*Вязкостно-температурные свойства.* Процесс торможения обычно длится несколько секунд. Поэтому необходимо, чтобы сила, прилагаемая водителем к педали тормоза, с помощью рабочей жидкости быстро передавалась на колесные тормоза. Это условие обеспечивается необходимой текучестью жидкости и определяется максимально допустимой вязкостью при температуре -40°C: не

более 1500 мм<sup>2</sup>/с для жидкостей общего назначения и не более 1800 мм /с -для высокотемпературных жидкостей.

*Антикоррозионные свойства.* Для предотвращения коррозии жидкости должны содержать ингибиторы, защищающие деталь, чугун, алюминий, латунь, медь от коррозии. Эффективность ингибиторов коррозии оценивается по изменению массы и состоянию поверхности пластин из указанных металлов после их выдерживания в тормозной жидкости, содержащей 5% воды, в течение 120 часов при 100°С.

*Совместимость с резиновыми уплотнениями.* В результате взаимодействия тормозных жидкостей с резиновыми деталями происходит проникновение молекул жидкости в резину и обратный процесс диффундирования ингредиентов из резины в тормозную жидкость. При этом происходит набухание или усадка манжет. Набухание манжет до определенной величины необходимо для компенсации потери массы манжет за счет их изнашивания. Однако чрезмерное набухание ведет к разрушению резиновых деталей. Усадка манжет недопустима, так как приводит к подтеканию и потери жидкости. Испытание на набухание резины осуществляется при выдерживании манжет в жидкости при 70 и 120 С. Затем определяется изменение объема, твердости и диаметр манжет.

*Смазывающие свойства.* Влияние жидкости на износ рабочих поверхностей тормозных поршней, цилиндров, манжетных уплотнений определяется ее смазывающими свойствами, которые проверяются на стендовых испытаниях.

*Стабильность при высоких и низких температурах.* Тормозные жидкости в интервале рабочих температур от -50 до 150°С должны сохранять исходные показатели, т.е. противостоять окислению, расслаиванию при хранении и применении, образованию осадков и отложений на деталях гидропривода тормозов.

*Ассортимент.* В настоящее время выпускаются следующие марки тормозных жидкостей:

- жидкость БСК - смесь бутилового спирта и касторового масла (50:50) имеет хорошие смазывающие свойства, но невысокие вязкостно-температурные показатели, используется в основном на старых моделях автомобилей;

- жидкость НЕВА - основные компоненты гликолевый эфир и полиэфир, содержит антикоррозионные присадки. Работоспособна при температуре до -40-45°С. Применяется в гидроприводе тормозов грузовых и легковых автомобилей.

жидкость ГТЖ - 22м - на гликолевой основе. По показателям близка к "НЕВЕ", но обладает худшими антикоррозионными и вязкостно-температурными свойствами. Рекомендуется для отдельных моделей грузовых автомобилей.

- жидкость ТОМЬ - разработана взамен жидкости НЕВА. В состав этой жидкости кроме гликолевого эфира входят бораты и антикоррозионные присадки. Имеет лучшие эксплуатационные свойства, чем НЕВА, совместима с НЕВОЙ при смешивании в любых соотношениях.

- жидкость РОСА - разработана для новых моделей легковых автомобилей. Основной компонент - бор, содержащий полиэфир, содержит антикоррозионные присадки, имеет высокие значения температуры кипения (260°C) и температура кипения "увлажненной" жидкости (165°C). Тормозная жидкость РОСА совместима с жидкостями ТОМЬ и НЕВА.

Характеристики основных марок тормозных жидкостей приведены в таблице.

Зарубежными аналогами жидкостей НЕВА и ТОМЬ, являются жидкости, соответствующие международной классификации ДОТ-3, которые имеют температуру кипения более 205°C, а для жидкости РОСА - жидкости ДОТ-4 с температурой кипения более 230°C.

*Жидкости для амортизаторов.* Рабочим телом гидравлических амортизаторов служат маловязкие жидкости на нефтяной основе.

Требования к амортизационным жидкостям. Основным показателем является вязкость. Большинство рабочих жидкостей, применяемых в телескопических амортизаторах, характеризуются следующими значениями вязкости: при 20°C -30-60, при 50°C - 10-16, при 100°C -3,5-6,0 мм /с.

Высокие требования предъявляются к вязкости амортизаторных жидкостей при отрицательных температурах. Так, при -20°C вязкость не должна превышать 800 мм /с и желательно, чтобы во всем интервале встречающихся на практике отрицательных температур вязкость этих жидкостей не превышала 2000 мм /с. При более высокой вязкости работа амортизаторов резко ухудшается и происходит блокировка подвески. Обеспечить требуемую вязкость при температуре -30°C могут амортизаторные жидкости на синтетической основе.

Рабочая амортизаторная жидкость должна обладать определенной теплоемкостью и теплопроводностью.

Важным показателем являются смазывающие свойства жидкостей, которые определяются обычно при испытании на машинах трения или при испытании самих амортизаторов на стенде. Так, амортизаторная жидкость МГП-10, применяемая на старых моделях автомобилей ВАЗ, не обеспечила достаточной износостойкости телескопических стоек автомобиля ВАЗ-2106, в связи с чем была разработана жидкость МГП-12. Важными характеристиками амортизаторных жидкостей являются стабильность против окисления, механическая стабильность, испаряемость и совместимость с резиновыми уплотнениями. Для улучшения эксплуатационных свойств в эти жидкости вводят различные присадки.

В настоящее время применяют следующие жидкости: МГП-10, АЖ-12Т, МГП-12, АЖ-16А. АМГ-10. Лучшей жидкостью является АЖ-12Т - представляет собой фракцию трансформаторного масла, загущенную кремнийорганической этилполисилоксановой жидкостью с добавлением антиокислительной присадки (ионол) и противоизносной присадки (совол). Температура застывания жидкости -52°C, кинематическая вязкость при 50 С - 12мм<sup>2</sup>/с. Зарубежными аналогами отечественных амортизаторных жидкостей могут быть следующие жидкости: фирмы Shell – Aero shell Fluid, фирм BP-BP Aero Hydraulic 2, Esso Aviation Utility Oil, DEF2901 A.

1. Требования к тормозным жидкостям.
2. Состав тормозных жидкостей.
3. Рекомендации по применению, взаимозаменяемость.
  
4. Марки тормозных жидкостей.
5. Состав амортизационных жидкостей.
6. Рекомендации по применению, марки.

## Тема-8 Охрана труда и окружающей среды

### 21 -Лекция *Охрана труда и окружающей среды*

Ключевые слова: токсичность, бензины, дизельные топлива, масла, антифризы, тормозные жидкости, амортизационные жидкости, ПДК, загрязненность, безопасное применение, огнеопасность, отравления.

План лекции:

1. Токсичность ТСМ и СЖ
2. Огнеопасность, электризация топлив и других материалов. Меры предотвращения взрывов и пожаров.
3. Охрана окружающей среды.

**Основная литература:** В.П. Павлов, П.П. Заскалько Автомобильные эксплуатационные материалы. М: Транспорт. 1989, 123с.

**Дополнительная литература:** Г.П Лышко Топливо и смазочные материалы. М: Агропромиздат, 1985, 287 с.

А.Л. Барханаджян, С.З. Гельман, Т.П. Карпекина Безопасное применение топливосмазочных материалов Ташкент: Узбекистан, 1984,5с.

*Техника безопасности и охрана окружающей среды.* Все сорта топлив, смазочных материалов и специальных жидкостей, в той или иной степени, токсичны и огнеопасны. Топлива, кроме того, еще и взрывоопасны. Поэтому необходимо знать основные экологические свойства эксплуатационных материалов, которые проявляются при контакте с человеком и окружающей средой. Наиболее важными из этих свойств являются токсичность, пожароопасность, взрывоопасность и способность электризоваться.

Автомобильные бензины, являясь токсичными материалами, способны проникать в организм человека через органы дыхания, кожу и пищеварительный тракт. Концентрация паров бензина в воздухе не должна превышать 0,3 мг/л. При не продолжительном вдыхании воздуха, содержащего бензин в количестве 5-10 мг/л, наступает острое отравление, характерными признаками которого являются головная боль, неприятные ощущения в горле, кашель, раздражение слизистой оболочки носа, глаз, головокружение.

Концентрация паров бензина 35-40 мг/л опасна для здоровья человека при их вдыхании в течение 5-10 мин. При более высоких концентрациях паров бен-

зина могут наступать быстрая потеря сознания и смерть.

Наибольшую опасность острого отравления парами бензина представляют работы, проводимые в закрытых помещениях при очистке резервуаров, тары от остатков бензина, в ремонтных цехах. При плохой вентиляции таких помещений воздух быстро насыщается парами бензина до опасных концентраций, поэтому при проведении таких работ нужно тщательно соблюдать правила техники безопасности.

В этилированных бензинах в качестве антидетонаторов содержится тетраэтилсвинец. Этиловая жидкость, также как и чистый ТЭС, является стойким ядом, сильно действующим на организм человека.

Все операции с этиловой жидкостью, особенно добавление ее к бензинам (этилирование), могут вызвать отравление, поэтому они должны выполняться с тщательным соблюдением всех профилактических правил. В связи с этим, бензины этилируют только на заводах, где имеется специальное смесительное оборудование.

Этилированный бензин можно использовать только как горючее для двигателей.

Опасность отравления этилированным бензином усиливается вследствие способности ТЭС накапливаться на окружающих нас предметах (стенах и полах зданий, одежде, бетоне, штукатурке и других древесных материалах). Для обезвреживания почвы, полов, оборудования тары и прочих предметов, в случае загрязнения их этилированным бензином, применяются дегазаторы – дихлорамин (1,5%-й раствор в бензине и хлорная известь. Хлорная известь употребляется в виде кашицы, приготовленной в пропорции: 1ч. извести на 3-5ч. воды.

При ремонте двигателя, работающего на этилированном бензине, необходимо принимать меры предосторожности.

После того, как этилированный бензин тщательно слит, все детали, соприкасающиеся с ним и с продуктами его сгорания, нужно промыть чистым керосином. К таким деталям относятся: бензонасос, отстойник, бензофильтр, карбюратор, бензопроводы, головка поршня, свечи, клапаны и т.д.

Токсичность паров дизельного топлива обычно выше, чем бензин, но из-за меньшей испаряемости концентрация этих паров в воздухе бывает значительно ниже. Предельно допустимая концентрация паров дизельного топлива 0,3 мг/л воздуха. Меры профилактики и первая помощь такие же, как и при обращении с бензином.

Ядовитость выхлопных газов, особенно при использовании этилированных бензинов, общеизвестна. Из других составляющих наиболее опасен оксид углерода СО, его ПДК 0,02 мг/л воздуха.

Смазочные масла и гидравлические жидкости на минеральной основе также яв-

ляются токсичными веществами. К маслам, которые содержат присадки, нужно относиться с большой осторожностью, чем к маслам без присадок, так как токсичные вещества ряда присадок, в состав которых входят сера, хлор, фос-

фор, свинец и другие элементы, изучены еще не достаточно. При нарушении правил обращения с маслами и невыполнения правил личной гигиены они могут вызвать экзему, фолликулярные поражения кожи, дерматиты, пигментацию кожи и другие заболевания.

Этиленгликоль и его водные растворы – антифризы также весьма токсичны. При попадании внутрь организма они поражают центральную нервную систему и почки. Аналогичным токсичным действием обладают тормозные жидкости на гликолевой основе ГТЖ-22 -22М, «Нева», «Томь». «Роса» и др. Смертельная доза этиленгликоля составляет всего 50 г (около 100 г антифриза). После работы с антифризом и тормозными жидкостями следует вымыть руки водой с мылом.

Для предупреждения отравления охлаждающими жидкостями и тормозными жидкостями необходимо строго контролировать их хранение, перевозку и расходование. На таре, где хранятся жидкости, обязательно должна быть четкая надпись «ЯД».

Все виды потерь нефтепродуктов оказывают в большей или меньшей степени отрицательное влияние на состояние окружающей среды. Потери от испарения топлива влияют на загазованность атмосферы. При сильном испарении концентрация паров в воздухе может достигнуть опасного предела и вызвать отравления обслуживающего персонала. Предельно допустимая концентрация паров нефтепродуктов в рабочей зоне составляет 100 мг/м<sup>3</sup>. При испарении топлива возрастает взрыво-пожароопасность, так как возгорание паровоздушной смеси, концентрация которой находится во взрывоопасных пределах, может произойти от случайной искры.

Потери от проливов, утечек и подтеканий приводят к загрязнению почвы, отравлению водоемов, вызывает гибель животных организмов и растительности. При проливах топлива и масла, возможно, их попадание на кожные покровы и слизистые оболочки человека, проливы топлива сопровождаются сильным его испарением, что в свою очередь сказывается на чистоте атмосферного воздуха. Проливы и подтекания горюче-смазочных материалов являются предпосылкой к возникновению пожаров. Особенно опасны с точки зрения возникновения пожаров, подтекания в топливной системе двигателя, так как при этом топливо может попасть на горячие поверхности коллектора, выхлопной трубы и т.п. и там самовоспламениться.

Огромный вред окружающей среды и здоровья людей приносит неполное сгорание топлива во время эксплуатации двигателя.

При неполном сгорании углерода, входящего в состав углеводородов нефти, образуется также сажа, образуется бесцветный, очень ядовитый огне-

взрывоопасный газ со слабым запахом - окись углерода (угарный газ). Его воздействие на организм человека и животных основано, главным образом, на вытеснение из крови кислорода, в результате чего появляется удушье. Острое отравление окисью углерода сопровождается судорогами, одышкой и потерей сознания. При хронических отравлениях окисью углерода наблюдается быстрая утомляемость, головные боли, ослабление памяти и т.д.

Наряду с окисью углерода при неполном сгорании топлива образуется сажа, содержащая токсичные вещества, например, бензапирен. Содержащиеся в саже вредные химические вещества являются канцерогенами, при длительном их вдыхании возникает предрасположение к раковым заболеваниям легких и верхних дыхательных путей. Сажа, попадая в атмосферу, при дымлении дизельного двигателя, оказывает угнетающее действие на растительность, загрязняет водные источники.

При работе двигателей, особенно дизельных, в окружающую среду с отработавшими газами поступает также акролеин, который вызывает сильно раздражение верхних дыхательных путей, воспаление слизистых оболочек глаз. Организм человека выдерживает концентрация акролеина 0,007 мг/л в течение одной минуты.

При неполном сгорании сернистого дизельного топлива образуются соединения серы, которые весьма ядовиты. Сернистый ангидрид — бесцветный газ, который может вызвать серьезные отравления. Предельно допустимая его концентрация в воздухе 0,01 мг/л. При длительном пребывании в атмосфере с содержанием сернистого ангидрида 0,04 мг/л наступает хроническое отравление. Серный ангидрид ядовит не менее, чем сернистый ангидрид. Сероуглерод при концентрации 0,15 мг/л вызывает хронические заболевания: допустимое его содержание в атмосфере - 0,01 мг/л.

Примерный состав отработавших газов двигателей внутреннего сгорания (76) при работе на номинальном режиме, усредненный по данным многочисленных исследований, приведен в таблице 11.

Табл. № 11

*Состав отработавших газов автомобильных двигателей*

Компоненты	Содержание, % (объемы) при работе двигателя	
	бензинового	дизельного
Азот	74-77	76-78
Кислород	0,3-8	2-18
Вода	3-5,5	0,5-4
Двуокись углерода	5-12	1-10
Окись углерода	1-10	0,02-0,5
Окислы азота	0-0,8	0,001-0,4
Альдегиды (акролеин)	0-0,2	0-0,00
Углеводороды	0,2-3,0	0,01-0,1

Сернистый газ	0-0,002	0-0,03
Сажа	0-0,04 г/м <sup>3</sup>	0,01-1,5г/м <sup>3</sup>
Бензапирен	до 0,00002 г/м <sup>3</sup>	до 0,00001 г/м <sup>3</sup>

Таким образом, все виды потерь горюче-смазочных материалов не только приводят к не экономному расходованию этих ценных продуктов, но имеют отрицательные экологические последствия, вызывают загрязнения почвы, гидросферы и воздушного бассейна.

1. В чем отличие острого отравления от хронического?
2. Что означает ПДК?
3. Какие меры предосторожности должны соблюдать при работе на этилированном бензине?
4. Какие меры предосторожности необходимо соблюдать при обращении с охлаждающими и тормозными жидкостями?
5. Какие мероприятия необходимо проводить для пожаро- и взрывоопасности топлив и других нефтепродуктов?