



Эксплуатационные материалы

СКИФ



Кафедра «Автосервис»

Лекционный курс

Автор

Годунова Л.Н.

Ростов-на-Дону,
2016

Аннотация

Лекционный курс предназначен для студентов направления 23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов.

Автор

Годунова Людмила Николаевна –

к.т.н., доцент

ОГЛАВЛЕНИЕ

Лекция №1: Автомобильные бензины	4
Лекция №2: Автомобильные дизельные топлива.....	13
Лекция №3: Моторные масла.....	19
Лекция №4: Пластичные смазки	26
Лекция №5: Жидкости для систем охлаждения	39
Лекция №6: Экологические свойства и экономия топливо-смазывающих материалов	51
Лекция № 7: Лакокрасочные и защитные материалы	61
Лекция №8: Токсичность и огнестойкость автомобильных материалов. Техника безопасности при работе с автомобильными эксплуатационными материалами	71

Эксплуатационные материалы

Лекция №1:

Автомобильные бензины

План лекции

1. Требования к качеству бензина
2. Эксплуатационные свойства бензинов
3. Процесс сгорания топлива
4. Марки бензинов и их применение

1. Требования к качеству бензина

Бензины являются топливом для поршневых двигателей с принудительным воспламенением рабочей смеси.

По своему составу бензины – это сложная смесь лёгких ароматических, нафтеновых, парафиновых углеводородов и их производных.

По своим свойствам бензины – легколетучие, легковоспламеняющиеся бесцветные или слегка жёлтые жидкости. Они выкипают в пределах 35-200 °С, имеют температуру вспышки -20...-40 °С, температуру застывания – ниже -60°С, кинематическая вязкость – в 2 раза меньше чем у воды.

Для обеспечения надёжной, экономичной и долговечной работы ДВС топливо должно отвечать следующим требованиям:

- иметь высокие смесеобразующие свойства, т.е. образовывать такую горючую смесь, которая обеспечивает лёгкий пуск двигателя и устойчивую работу при всех возможных режимах;

- не вызывать детонации двигателя, то есть иметь достаточную детонационную стойкость,

- обеспечивать полное сгорание, не вызывать смола и нагарообразования на деталях двигателя,

- обладать высокой стабильностью, то есть при длительном хранении, перекачках и транспортировках состав и свойства должны оставаться без существенных изменений,

- при хранении не вызывать коррозии металла резервуаров, баков, трубо- и топливо проводов, а при сгорании – деталей двигателей от действия продуктов сгорания (иметь высокие антикоррозионные свойства),

- теплота сгорания горючей смеси должна быть максимальной.

2. Эксплуатационные свойства бензинов

Под эксплуатационными свойствами понимают объективные особенности топлива, которые проявляются в процессе его применения. В понятие «применение» включены все процессы, происходящие в топливе с момента его производства до сгорания.

Процессу сгорания топлива предшествуют процессы его испарения, воспламенения и другие. Характер поведения топлива в каждом процессе и составляет суть его эксплуатационных свойств.

Эксплуатационные материалы

По рекомендации стандарта рассматривают и оценивают следующие эксплуатационные свойства топлив:

1. **Испаряемость** характеризует способность топлива переходить из жидкого состояния в парообразное. Это свойство формируется из таких показателей качества, как фракционный состав, давление насыщенных, поверхностное натяжение и т.д. Испаряемость определяет технико-экономические и эксплуатационные характеристики ДВС.

2. **Воспламеняемость** характеризует особенности процесса воспламенения смесей паров топлива с воздухом. Оценка этого свойства базируется на таких показателях качества, как температура вспышки, температура самовоспламенения и др. Показатель воспламеняемости имеет такое же значение, как и горючесть топлива.

3. **Горючесть** определяет эффективность процесса горения топливовоздушной смеси в камерах сгорания.

4. **Прокачиваемость** характеризует поведение топлива при перекачках его по трубопроводам и топливным системам, а также при его фильтровании. Это свойство определяет бесперебойность подачи топлива в двигатель при разных температурах эксплуатации. Прокачиваемость оценивают вязкостно-температурными свойствами, температурами помутнения и застывания, предельной фильтруемостью, содержанием воды, механических примесей и др.

5. **Склонность к образованию отложений** - это способность топлива образовывать отложения различного рода в камерах сгорания, в топливных системах, на выпускных и впускных клапанах. Имеются в виду отложения, образующиеся как при низких температурах в системах питания и смесеобразования, так и нагар, получающийся при высоких температурах в процессе сгорания топлива. Оценка этих свойств базируется на таких показателях качества топлива, как зольность, коксуемость, содержание смолистых веществ, непредельных углеводородов и т.д.

6. **Коррозионная активность и совместимость с неметаллическими материалами** характеризует способность топлива вызывать коррозионные поражения металлов, набухание, разрушение или изменение свойств резины, герметиков и других материалов. Это свойство предусматривает количественную оценку содержания в топливе коррозионно-активных веществ, испытание стойкости металлов, резины и герметиков при контакте с топливом.

7. **Защитная способность** - это способность топлива защищать от коррозии материалы при их контакте с агрессивной средой в присутствии топлива и в первую очередь защищать металлы от электрохимической коррозии при попадании воды.

8. **Противоизносные свойства** характеризуют уменьшение изнашиваемости трущихся поверхностей в присутствии топлива. Это свойство имеет важное значение для двигателей, у которых топливные насосы и топливо-регулирующая аппаратура смазываются только самим топливом без подачи смазочного материала. Свойство оценивается показателями вязкости и самосмазывающей способностью.

9. **Охлаждающая способность** определяет способность топлива поглощать и отводить тепло от нагретых поверхностей. Свойство имеет значение в тех случаях, когда топливо применяют для охлаждения масла (топливо-масляные радиаторы) или наружной обшивки летательных аппаратов при больших скоростях полёта. Оценка свойства базируется на таких показателях качества, как теплоёмкость и теплопроводность.

Эксплуатационные материалы

10. **Стабильность** характеризует сохраняемость показателей качества при хранении и транспортировке. Это свойство оценивает физическую и химическую стабильность топлива и его склонность к биологическому поражению бактериями, грибами и плесенью. Уровень этого свойства позволяет установить гарантийный срок хранения топлива в различных климатических условиях.

11. **Экологические свойства** характеризуют воздействие топлива и продуктов его сгорания на человека и окружающую среду. Оценка этого свойства базируется на показателях токсичности топлива и продуктов его сгорания и пожароопасности.

В зависимости от вида топлива и его назначения значимость того или иного эксплуатационного свойства может быть больше или меньше.

3. Процесс сгорания топлива

Сгорание топлива – это комплекс физико-химических превращений смеси горючего и окислителя, главная роль в котором принадлежит реакции окисления.

Сгорание развивается в условиях резко изменяющихся температур и концентраций взаимодействующих веществ. Температура при горении углеводородно-воздушной смеси изменяется в довольно широких пределах и достигает 2000°C .

В процессе горения одновременно могут протекать разные стадии реакций предпламенного окисления и горения, детальное изучение которых затруднено. Например, испарение жидкого топлива, смешение его паров с воздухом, при этом необходимая для испарения теплота приводится из зоны горения. Законченной теории горения пока не создано. Химизм сгорания углеводородов и их смесей изучен недостаточно. Однако накоплен огромный экспериментальный материал, который наряду с имеющимися теориями позволяет во многих случаях управлять процессом горения, вести инженерные расчёты тепловых двигателей и разрабатывать мероприятия по повышению эффективности использования топлив.

При изучении сгорания топлива разграничивают два процесса: процесс воспламенения (инициирования горения) и процесс распространения пламени.

Для воспламенения горючей смеси необходимо подвести определённое количество энергии, достаточное для того, чтобы в некотором объёме смеси обеспечить такие начальные скорости химических реакций, при которых тепловыделение начинает превышать скорость отвода тепла от реагирующей смеси в стенки или в окружающую более холодную смесь. Воспламенение возможно самопроизвольное (самовоспламенение) или принудительное зажигание. В поршневых двигателях используют оба способа.

Самовоспламенение осуществляется при таких условиях, когда в отдельных местах камеры сгорания в горючей смеси начинают развиваться прогрессивно самоускоряющиеся реакции окисления углеводородов, завершающиеся возникновением пламени. Необходимая для таких реакций энергия подводится за счёт сильного сжатия воздуха, в который впрыскивается топливо.

Зажигание – это местное нагревание горючей смеси до высокой температуры. Искровой разряд в системе зажигания двигателя позволяет практически мгновенно нагреть газ в искровом канале до температуры выше 10000°C . При такой температуре воспламенение некоторого объёма смеси происходит практически мгновенно. Однако

Эксплуатационные материалы

для поддержания горения (распространения фронта пламени) количество энергии должно быть достаточным.

В отличие от воспламенения процесс распространения пламени идёт спонтанно, без внешнего воздействия на горючую смесь. Очередные слои или объёмы горючей смеси воспламеняются за счёт энергии, выделяющейся при сгорании предшествующих порций той же смеси.

Процессы распространения пламени различают по способам передачи энергии от горящих слоёв в свежую смесь: диффузионно-цепное и тепловое распространение пламени.

Скорость распространения пламени зависит от давления, температуры, коэффициента избытка воздуха. Поэтому все меры, направленные на повышение давления и температуры в камере сгорания, приводят к увеличению распространения фронта пламени, к увеличению скорости сгорания. Нормальная скорость 20...40 м/с. Максимальное значение скорости происходит при $\alpha = 0,9$. При обогащении или обеднении смеси скорость распространения фронта пламени уменьшается. Это происходит из-за нехватки кислорода при обогащении или за счёт расхода большого количества тепла на нагревание избытка воздуха при обеднении.

Процесс сгорания смеси паров топлива и воздуха с остаточными газами в двигателях с принудительным зажиганием можно разделить на три фазы (рис. 16).

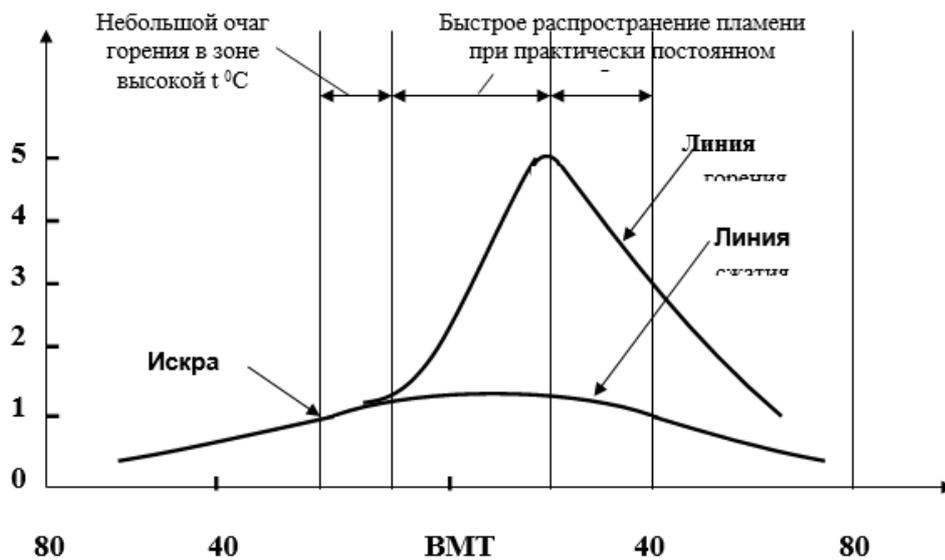


Рис. 1 - Фазы горения топливовоздушной смеси

Детонационное сгорание топливо-воздушной смеси может происходить по многим причинам, но наиболее важные это конструктивные особенности двигателя, качество применяемого топлива, а так же регулировка системы зажигания и манера вождения.

Нас интересует прежде всего химический состав топлива.

Углеводороды в составе топлива обладают различной детонационной стойкостью (ДС).

Наименьшая ДС у n-алканов (парафины). С увеличением числа углеродных атомов в их цепи ДС ухудшается. У изомеров алканов ДС выше, но и у них с увеличением числа атомов углерода в цепи она уменьшается. Увеличение

Эксплуатационные материалы

разветвлённости молекулы, симметричное расположение метильных групп и приближение их к центру молекулы способствуют повышению ДС изоалканов.

Олефины (алкены, одна двойная связь) имеют более высокие антидетонационные свойства, чем *n*-алканы с тем же числом атомов углерода. Влияние строения олефинов на их ДС подчиняется тем же законам, что и у алканов: с уменьшением длины цепи, увеличением степени разветвлённости и повышением компактности молекул ДС повышается. Лучшие детонационные свойства имеют те олефины, у которых двойная связь располагается ближе к центру углеродной цепи.

Среди диеновых (две двойных связи) более высокую ДС имеют углеводороды с сопряжённым расположением двойной цепи.

ДС нафтеновых углеводородов (циклоалканы, циклопарафины) выше, чем у *n*-алканов, но ниже, чем у ароматических углеводородов с тем же числом атомов углерода в молекуле. С уменьшением длины боковой цепи, увеличением степени её разветвлённости и компактности антидетонационные свойства нафтенов улучшаются. Однако это манне заметно по сравнению с парафинами и олефинами.

Ароматические углеводороды обладают высокой ДС, и в отличие от других углеводородов их ДС с увеличением числа углеродных атомов в молекуле не снижается. Уменьшение длины боковой цепи и повышение её разветвлённости улучшает ДС ароматических углеводородов. То же самое происходит при появлении в боковых цепях двойных связей и симметричное расположение алкильных групп.

Октановое число (ОЧ). Мерой ДС бензинов является ОЧ. Определяют ОЧ на установке УИТ-65 двумя методами, отличающимися режимом работы этого специального одноцилиндрового двигателя.

Моторный метод – это форсированный режим работы с большой и длительной нагрузкой (междугородное движение).

Исследовательский метод – меньшие нагрузки характерные для городского цикла. ОЧ, найденное исследовательским методом, несколько выше, чем ОЧ, определённого моторным методом. Разница в ОЧ бензина называется **«чувствительностью»**. Чувствительность зависит от химического состава бензина: наибольшая у олефинов (алкенов, одна двойная связь), несколько меньше у ароматических углеводородов, затем идут нафтены (циклоалканы) и самая низкая у парафинов (алканы).

Пути повышения ДС. По ДС определяют необходимое соотношение компонентов в товарных бензинах. Высокая ДС достигается тремя основными способами:

- использование в качестве базы наиболее высокооктановых вторичных продуктов переработки нефти или увеличение их доли в товарных бензинах;
- использование высокооктановых компонентов в товарных бензинах;
- применение антидетонационных присадок.

Используются все три. Товарные бензины готовят смешением компонентов, полученных прямой перегонкой, крекингом, риформингом, коксованием, алкилированием, полимеризацией, изомеризацией и другими способами переработки нефти и нефтяных фракций.

1. Бензины прямой перегонки имеют большое количество алканов с низким ОК и используют их в небольшом объёме для получения А-72 и А-76.

Эксплуатационные материалы

Компоненты, полученные термическим методом (большое количество алкенов [олефинов], ДС у которых выше, чем у n-алканов), добавляют только в автомобильные бензины.

Бензины, полученные каталитическим крекингом, имеют более высокую ДС, чем бензины термического крекинга. Это обусловлено повышенным содержанием в них изоалканов и ароматических углеводородов. Их используют как базовые для приготовления товарных высокооктановых бензинов.

В процессе каталитического риформинга получают бензины с высокой ДС за счёт ароматизации и частичной изомеризации углеводородов. В них до 70 % содержатся ароматические углеводороды. Их так же используют в качестве базовых для получения высокооктановых бензинов. Причём не только дистиллят, но и отдельные фракции, оставшиеся после извлечения индивидуальных ароматических углеводородов.

2. Для улучшения тех или иных характеристик базовых бензинов применяют высокооктановые компоненты. Некоторые из них получают алкилированием, изомеризацией, полимеризацией, и их стоимость выше стоимости базовых бензинов. Добавляют их в небольших объёмах. Наиболее распространённым компонентом является смесь низкокипящих углеводородов с различными пределами выкипания. Широкую фракцию низкокипящих углеводородов называют **газовым бензином**. Более узкие фракции с преобладанием того или иного углеводорода называют по преобладающему углеводороду.

В смеси ОЧ компонентов отличаются от ОЧ их в чистом виде. Каждый компонент имеет свою смесительную характеристику или ОЧ смешения, которое зависит от массы введённого компонента, состава базового бензина, присутствия других компонентов.

3. Наиболее эффективным и экономически выгодным способом повышения детонационной стойкости бензинов является введение антидетонаторов. Эти вещества обладают способностью при добавлении в бензин в небольшой концентрации резко повышать его детонационную стойкость.

Сюда относятся алкилсвинцовые антидетонаторы (в первую очередь **тетраэтилсвинец** $Pb(C_2H_5)_4$, а затем **тетраметилсвинец** $Pb(CH_3)_4$ и кислородосодержащие соединения (спирты, эфиры и их смеси, в первую очередь метил-*трет*-бутиловый эфир).

Оксид свинца имеет высокую температуру плавления и способен отлагаться на относительно холодных деталях двигателя в виде твёрдого нагара. Для предотвращения этого вводят «*выносители*», в качестве которых используют органические соединения брома и хлора. «*Выносители*» создают более летучие соединения свинца с низкой температурой плавления. Смесь «*выносителя*» и антидетонатора называют этиловой жидкостью.

4. Марки бензинов и их применение

В производстве и применении товарных топлив имеется чёткое разделение на бензины и дизельные топлива, обладающие значительными отличиями друг от друга по нескольким физико-химическим параметрам и методам их контроля.

При анализе свойств топлив необходимо учитывать, что групповой состав топлив одной и той же марки может значительно отличаться в зависимости от вида

Эксплуатационные материалы

используемого сырья и технологии его переработки, однако все контрольные показатели должны удовлетворять нормативным документам.

Бензины

Товарные бензины готовят, как правило, смешением нескольких компонентов. Непосредственное получение товарных бензинов в готовом виде на отдельных нефтеперерабатывающих установках невозможно по некоторым причинам технического и экономического характера. Смешение компонентов позволяет получать товарный продукт с заданными показателями качества при рациональном использовании физических и химических свойств каждого компонента. Кроме того, получение товарных бензинов путём смешения позволяет наиболее полно использовать все ресурсы бензиновых фракций, имеющих на заводе.

Основными показателями, определяющими компонентный состав товарных бензинов, являются требования по детонационной стойкости и по их фракционному составу. Иногда содержание разных компонентов в товарных бензинах ограничивается требованиями по содержанию серы, химической стабильности и т.д.

Во все товарные бензины добавляются присадки, улучшающие одно или несколько эксплуатационных свойств.

Качество отечественных товарных бензинов регламентируется ГОСТ Р 51105-97 «Топлива для двигателей внутреннего сгорания. Неэтилированный бензин. Технические условия».

В зависимости от октанового числа, определённого исследовательским методом, устанавливаются следующие марки неэтилированного автомобильного бензина:

- нормаль-80** – не менее 80;
- регулятор-91** – не менее 91;
- премиум-95** – не менее 95;
- супер-98** – не менее 98.

Их основные физико-химические и эксплуатационные показатели представлены в таблице.

Таблица 4

Физико-химические и эксплуатационные показатели бензинов

Показатели	Значение для марок			
	Нормаль-80	Регулятор-91	Премиум-95	Супер-98
Октановое число, не менее по моторному методу	76,0	82,5	85,0	88,0
по исследовательскому	80,0	91,0	95,0	98,0
Концентрация фактических смол, мг/100 см ³ , не более	5,0	5,0	5,0	5,0
Массовая доля серы, %, не более	0,05	0,05	0,05	0,05

Эксплуатационные материалы

Испытание на медной пластине	выдерживает			
Плотность при 15 ⁰ С, кг/м ³	700...750	725...780	725...780	725...780
Внешний вид	чистый, прозрачный			

В зависимости от климатического района применения по ГОСТ 16350 автомобильные бензины подразделяют на пять классов:

- 1 – для района II₉ с 1 апреля по 1 октября;
- 2 – для района II₄ и II₅ с 1 апреля по 1 октября;
- 3 – для района I₁ и I₂ с 1 апреля по 1 октября и для района II₉ с 1 октября по 1 апреля;
- 4 – для района II₄ и II₅ с 1 октября по 1 апреля;
- 5 – для района I₁ и I₂ с 1 октября по 1 апреля.

Характеристики испаряемости бензинов показаны в таблице 5

Как правило все товарные бензины выпускают с запасом качества по основным показателям. Наименьший запас качества обычно бывает по детонационной стойкости. ОЧ товарных бензинов либо точно соответствует требованиям, либо превышает их на десятые доли октановой единицы.

Таблица

Испаряемость бензинов

Показатели	Значение для класса				
	1	2	3	4	5
Фракционный состав:					
температура начала кипения, °С, не ниже	35	35	не нормируется		
пределы перегонки, °С, не выше	75	70	65	60	55
10 %	120	115	110	105	100
50 %	190	185	180	170	160
90 %			215		
конец кипения, °С, не выше	2	2	2	2	2
остаток в колбе, % (по объёму)	4	4	4	4	4
остаток и потери, % (по объёму)					

По фракционному составу товарные бензины имеют существенный запас качества, что позволяет использовать свежие бензины для исправления качества некондиционных бензинов по фракционному составу за счёт смешения.

По содержанию фактических смол и кислотности свежие бензины имеют значительный запас качества.

Для эксплуатации автомобилей с бензиновыми двигателями в условиях севера, на газоконденсатных месторождениях и районах к ним прилегающих, применяются бензины АГ, вырабатываемые прямой перегонкой газовых конденсатов (табл. 6).

Эксплуатационные материалы

Показатели бензинов АГ отличаются от показателей автомобильных бензинов по ГОСТ Р 51105-97 более лёгким фракционным составом 90 процентной фракции и конца кипения в связи с необходимостью обеспечить требования по детонационной стойкости и одновременно увеличить выход дизельного топлива с пониженным содержанием серы, кислот, смол.

Лекция №2: Автомобильные дизельные топлива

План

1. Требования, предъявляемые к дизельному топливу
2. Сгорание смеси и оценка самовоспламеняемости дизельных топлив
3. Эксплуатационные свойства дизельных топлив
4. Марки дизельного топлива

1. Требования, предъявляемые к дизельному топливу

Дизельное топливо – это нефтяная фракция, основу которой составляют углеводороды с температурами кипения в пределах от 200 до 350 °С.

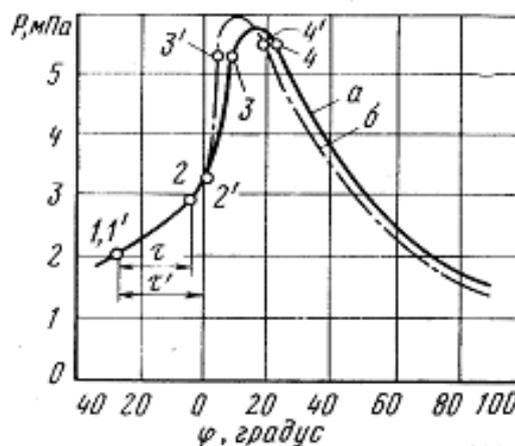
Для обеспечения долговечной и экономичной работы дизеля топливо должно отвечать следующим требованиям:

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

2. Сгорание смеси и оценка самовоспламеняемости дизельных топлив

Для процесса сгорания смеси в дизельных двигателях характерно образование во внешней оболочке струи впрыскиваемого топлива объёмных очагов пламени, количество которых определяется интенсивностью протекания предпламенных реакций и величиной периода задержки воспламенения.

Развёрнутая индикаторная диаграмма дизельного двигателя:



мягкая работа;
жесткая работа

На диаграмме можно выделить следующие периоды и характерные точки:

Эксплуатационные материалы

- точка 1 – впрыск топлива;
- точка 2 – начало горения;
- 1 – 2 – период задержки воспламенения;
- 2 – 3 – период быстрого горения;
- 3 – 4 – период замедленного горения;
- после точки 4 – линия расширения.

Если он небольшой, то процесс сгорания протекает благоприятнее, облегчается пуск, обеспечивается мягкая и устойчивая работа двигателя.

Минимальный период задержки воспламенения характерен для топлива с большим количеством легкоокисляющихся углеводородов (парафиновые углеводороды нормального строения).

Жесткая работа двигателя наблюдается при работе на топливе, содержащем трудно окисляющиеся парафиновые углеводороды изомерного строения и ароматики (в бензинах они необходимы). При этом период задержки воспламенения увеличивается.

Жесткость работы двигателя оценивается по величине нарастания давления на 1⁰ поворота коленчатого вала. Двигатель работает мягко при нарастании давления до 0,25 – 0,5 МПа на 1⁰ поворота коленчатого вала, очень жестко (быстрый выход из строя) при нарастании давления более 0,9 МПа.

Склонность дизельного топлива к самовоспламенению и возникновению жесткой работы оценивают по цетановому числу. Цетановое число (ЦЧ) – это показатель воспламеняемости дизельного топлива; численно равный объемному проценту цетана в эталонной смеси, состоящей из цетана (ЦЧ = 100) и α - метилнафталина (ЦЧ = 0), которая в условиях испытания равноценна по воспламеняемости испытываемому топливу.

Для определения самовоспламеняемости дизельного топлива необходимо подобрать такой состав эталонной смеси, при котором бы испытываемое топливо и смесь в стандартных условиях имели одинаковый период задержки самовоспламенения.

Для современных быстроходных дизелей применяют топлива с цетановыми числами 45 – 50. Применение топлив с цетановым числом менее 40 может привести к жесткой работе дизельного двигателя.

Повышение цетанового числа выше 50 нецелесообразно, так как из – за очень малого периода задержки самовоспламенения топливо не успевает распространиться по всей камере сгорания, воспламеняясь и сгорая вблизи форсунки. Поскольку наиболее удаленные от неё порции воздуха не в полной мере участвуют в процессе горения, экономичность двигателя снижается и при этом наблюдается дымление. Цетановые числа топлив могут быть повышены двумя способами: регулированием углеводородного состава или введением специальных присадок.

3. Эксплуатационные свойства дизельных топлив

Рабочий процесс в дизельных двигателях принципиально иной, чем в бензиновых: топливо смешивается с воздухом непосредственно в камере сгорания и отсутствует принудительное воспламенение рабочей смеси. Отсюда и специфические требования к качеству дизельного топлива. В цилиндрах дизеля сжимается не рабочая топливовоздушная смесь, а воздух. В сжатый до 3...7 МПа и нагретый за счёт высокого

Эксплуатационные материалы

давления до 500...800⁰ С воздух под высоким давлением через форсунку впрыскивается топливо. Оно испаряется, нагревается до температуры воспламенения, перемешивается с горячим воздухом и самовоспламеняется.

Для обеспечения полного и качественного сгорания топлива оно должно обладать: хорошей прокачиваемостью для бесперебойной работы ТНВД;

тонким распылом и хорошим смесеобразованием;

отсутствием: нагарообразования на клапанах, кольцах, поршнях; зависания иглы; закоксовывания форсунки;

отсутствием коррозионного воздействия на резервуары, топливопроводы; химической стабильностью.

Для дизельного топлива одной из важнейших характеристик является время задержки воспламенения, оцениваемое **цетановым числом (ЦЧ)**. Определяют ЦЧ на установке ИТ9-3 или на той же УИТ-65.

Применение топлив с ЦЧ менее 40 обычно приводит к жёсткой работе ДВС, а более 50 - к повышению удельного расхода топлива, вследствие уменьшения полноты сгорания.

ЦЧ зависит от содержания и строения углеводородов, входящих в его состав. Воспламеняемость углеводородов различных классов существенно различна. Парафины (алканы) и олефины (алкены, одна двойная связь) термически менее устойчивы, имеют высокие ЦЧ, особенно n-алканы. Углеводороды с одной или несколькими боковыми цепями обладают меньшим ЦЧ.

Для окисления ароматических углеводородов необходимы более высокая температура и большой промежуток времени, поэтому их ЦЧ невелики.

Увеличение числа углеродных атомов в молекуле ведёт к увеличению ЦЧ. ЦЧ высококипящих фракций дизельного топлива, как правило, выше ЦЧ низкокипящих фракций.

Углеводороды, имеющие высокие ЦЧ, обладают низкой детонационной стойкостью. Отсюда была выведена эмпирическая зависимость ЦЧ топлива от его ОЧ:

$$ЦЧ = 60 - ОЧ/2.$$

Чем выше ЦЧ топлива, тем ниже его ОЧ и наоборот. Поэтому добавление в дизельное топливо бензиновых фракций снижает его ЦЧ.

Для повышения ЦЧ в дизельное топливо добавляют специальные присадки. Наиболее эффективными являются некоторые пероксидные соединения и алкилнитраты. Пероксидные соединения при хранении подвергаются дальнейшему окислению и их эффективность падает, поэтому широкого применения не получили. В качестве присадки чаще используют в небольших концентрациях изопилнитрат.

ЦЧ характеризует пусковые свойства дизельного топлива: с увеличением ЦЧ пуск двигателя облегчается. Однако это справедливо для топлив, незначительно различающихся по фракционному составу. Тяжёлое топливо с высоким ЦЧ оказывается хуже по пусковым свойствам, чем лёгкое топливо с низким ЦЧ.

Низкотемпературные свойства. При понижении температуры в дизельном топливе появляются разрозненные кристаллы парафинов, которые оседают на фильтрах и ухудшают подачу топлива в цилиндры.

Показатели, характеризующие начало кристаллизации и потерю подвижности топлива стандартизованы. К ним относятся:

Эксплуатационные материалы

температура помутнения, при которой топливо теряет прозрачность из-за начавших выпадать кристаллов парафинов;

температуру застывания, при которой дизельное топливо теряет подвижность из-за образования кристаллической решётки из выпавших парафинов. Определяют её в стандартном приборе, наклонённом под углом в 45° в течении одной минуты..

Нормальная работа двигателя возможна в условиях, когда температура окружающего воздуха на $5...10^{\circ}\text{C}$ выше температуры застывания.

Вязкостные свойства. Понижение или повышение вязкости (для топлив различных марок вязкость изменяется в пределах $1,8...6,0$ мм²/с) приводит к нарушению работы топливоподающей аппаратуры, а также процессов смесеобразования и сгорания.

Загустевание топлива приводит к повышению сопротивления подачи топлива и, как следствие, к нарушению нормальной работы двигателя. Крупные капли повышенной вязкости испаряются медленнее, частично оседают на днище поршня и стенках цилиндра, что приводит к нарушению процесса горения и, как следствие, снижению. КПД, увеличению нагара.

Испаряемость. Топлива, содержащие высококипящие углеводороды, в условиях камеры сгорания во время рабочего процесса испаряются медленно и неполно. Это затрудняет пуск двигателя, снижает его экономичность и увеличивает дымность отработавших газов. С другой стороны, если топливо имеет облегчённый фракционный состав, оно способно испариться быстро и полно. Однако, из-за плохой самовоспламеняемости возникают трудности с запуском двигателя, а после прогрева его работа становится жёсткой. Поэтому дизельное топливо должно обладать оптимальной испаряемостью.

Для повышения поверхности испарения топливо тщательно распыляют, что достигается при прохождении его с большой скоростью через сопло форсунки.

Такой показатель, как температура выкипания 50 % фракции характеризует пусковые качества дизельных топлив, а температура выкипания 96 % фракции указывает на содержание в топливе трудно испаряющихся фракций, которые ухудшают смесеобразование и вызывают неполное сгорание.

Склонность к образованию отложений. Высокой химической стабильностью отличаются топлива, получаемые при разгонке нефти с низким содержанием сернистых соединений.

Образование нагара и смолистых отложений зависит не только от состояния и режимов работы двигателя, но и от качества топлива. Наибольший вред приносит присутствие в них смолистых веществ. Оказывают влияние так же вязкость, углеводородный и фракционный состав.

На процесс нагарообразования оказывают влияние зольность и количество неорганических механических примесей.

4. Марки дизельного топлива

Товарные дизельные топлива получают, как правило, путём прямой перегонки нефти. Для улучшения эксплуатационных свойств в топлива добавляют присадки.

По содержанию серы ДТ подразделяют на два вида: I - содержание серы не более 0,2 % (масс.), II - не более 0,5 % (масс.). По ГОСТ 305-82 ДТ предусмотрено трёх

Эксплуатационные материалы

марок, различающихся низкотемпературными свойствами: летнее - Л, зимнее - З и арктическое – А (табл. 7).

В условное обозначение топлива марки Л входит массовая доля серы и температура вспышки (например, Л-0,2-40). Обозначение ДТ марки З состоит из указания массовой доли серы и температуры застывания (например, З-02 минус 35). В обозначение ДТ марки А входит только массовая доля серы (например, А-0,2).

Для удовлетворения потребности в ДТ в летний период времени стандартом предусмотрено разрешение на выработку топлива в период с 1.04 по 1.09 с температурой застывания не выше 0 С без нормирования температуры помутнения:

- топливо утяжелённого фракционного состава (УФС) ТУ-38.001.355-86, конец кипения 380-390 С, температура выкипания 90 % фракции не выше 360 С, 50 % - не выше 290...300° С, вязкость при 20° С не более 8 мм /с.

- топливо расширенного фракционного состава (РФС) ТУ 38.401.652-87, выкипает в пределах 60...400° С, ЦЧ - 40 ед.

Для улучшения экологической обстановки с 1991 г. организован выпуск экологически чистого ДТ по ТУ 38.1011348-90, отличающегося низким содержанием серы: не более 0,05 % - ДТ I вида и не более 0,1 % - ДТ II вида. Оно предназначено для применения в крупных городах, курортных зонах и в др. местах с ограниченным воздухообменом. Летнее топливо выпускается двух марок, применяемых до температуры окружающего воздуха до – 5° С:

- ДЛЭЧ-В с ограничением содержания ароматических углеводородов не более 20 %, двух видов I и II;

- ДЛЭЧ с ограничения содержания ароматических углеводородов не более 10 %.

Кроме того, выпускают одну марку зимнего топлива ДЗЭЧ.

По ТУ 38.401-58-170-96 выпускают ДТ с улучшенными экологическими показателями: ДЭК-Л; ДЭК-З; ДЭК_п-Л; ДЭК_п-З (-15° С); ДЭК_п-З (-20° С). Эти топлива отличаются от экологически чистого в основном наличием присадок: летом – антидымной, зимой – антидымной и депрессорной. Дымность и токсичность отработавших газов снижены на 30...50 %.

Для использования в районах Крайнего Севера и Арктики вырабатывается арктическое экологически чистое ДТ ТУ 38.4015.845-92, температура застывания – 55° С.

Зимнее ДТ с депрессорной присадкой марки ДЗ_п по ТУ 38.101889-81 применяют при температуре окружающего воздуха –15° С и выше. Изготавливают его на основе летних ДТ с температурой помутнения –5° С, добавляя депрессорную присадку, снижающую предельную температуру фильтруемости до –15° С и температуру застывания.

ДТ с депрессорной присадкой марки ДЗ_п-15/-25 ТУ 38.401-58-36-92 рекомендовано для применения при –25° С и выше. Базовое топливо имеет температуру помутнения –15° С.

ДТ получают компаудированием гидроочищенных и прямогонных дизельных фракций в соотношениях, обеспечивающих требования нормативных документов по содержанию серы. В качестве сырья гидроочистки используют прямогонные и вторичные дистиллятные фракции. Разрешается использование присадок различного функционального назначения.

Эксплуатационные материалы

В районах газовых месторождений к применению допущено широкофракционное летнее, зимнее и арктическое дизельное топливо. Это топливо имеет следующие преимущества перед дизельными топливами по ГОСТ 305-82:

- лучше теплообмен и испаряемость в области низких температур;
- сравнительно равные периоды задержки воспламеняемости;
- большая скорость и меньшая длительность горения;
- меньшая дымность отработавших газов;
- меньшие индикаторные и эффективные расходы топлива;
- пониженный износ деталей цилиндро-поршневой группы.

Газоконденсатное арктическое топливо и фракция газоконденсатного дизельного топлива очень близки по качеству к реактивному топливу Т-2.

К недостаткам конденсатов следует отнести низкую температуру начала кипения, вследствие чего возникает парообразование и затруднённый запуск горячего двигателя.

Для снижения температуры дизельных топлив в условиях эксплуатации допускается как исключение добавление керосина. С этой целью используют низкотемпературные сорта керосина (типа реактивного топлива). При сильном разбавлении дизельного топлива керосином снижается цетановое число, что приводит к жёсткой работе двигателя и резко ухудшаются смазочные свойства, в связи с чем повышается износ плунжерных пар. При температуре воздуха – 20...-30° С смесь состоит из 90 % дизельного топлива и 10 % керосина, а при температуре –30...- 35° С – из 75 % дизельного топлива и 25 % керосина. Обычный осветительный керосин непригоден для данной цели, так как имеет плохие низкотемпературные свойства. Температура помутнения осветительного керосина – 12...- 15° С.

Лекция №3: Моторные масла

План

1. Система смазки
2. Требования к качеству масел
3. Эксплуатационные свойства
4. Классификация и обозначения

1. Система смазки

К числу наиболее важных смазываемых узлов и деталей двигателей относятся КШМ, ГРМ, цилиндропоршневая группа.

Основными элементами системы смазки ДВС являются: ёмкость для хранения масла (поддон картера), масляная магистраль, масляный насос, масляные фильтры. В современных ДВС автомобилей и тракторов системы смазки комбинированные: детали смазываются принудительно (под давлением), разбрызгиванием и самотёком.

Масло под давлением подаётся к коренным и шатунным подшипникам коленчатого вала, подшипникам кулачкового вала ГРМ, а разбрызгиванием смазываются зеркала цилиндров, поршни и т.д.

2. Требования к качеству масел

Требования, предъявляемые к качеству масел, определяются спецификой рабочего процесса и конструкцией двигателя. Считается, что условия работы в поршневых двигателях наиболее тяжёлые по сравнению с другими двигателями. Это объясняется температурным режимом работы масла в ДВС. Например, в камере сгорания температура достигает 2500°C . Температура газов, прорывающихся в картер на такте сжатия в бензиновом двигателе $150...450^{\circ}\text{C}$, в дизеле – $500...700^{\circ}\text{C}$.

Для современных двигателей температура первой поршневой канавки достигает $270...280^{\circ}\text{C}$, а при наддуве – $300...350^{\circ}\text{C}$, рабочая температура масла в картере находится пределах $50...100^{\circ}\text{C}$.

Дополнительные требования к качеству масел объясняются тем, что двигатели эксплуатируются в широких пределах изменения температуры окружающего воздуха, например, в нашей климатической зоне от $+30...35$ и даже 40°C летом до $-30...35$ и даже 40°C . На Севере этот разброс температур ещё шире. Исходя из этого, рабочий диапазон моторного масла по температуре очень широк – от температуры окружающего воздуха до рабочей температуры масла.

Кроме общих требований к моторным маслам предъявляются и дополнительные. Например, уплотнять зазор в сопряжённых деталях и прежде всего в цилиндропоршневой группе, обладать нейтрализующими свойствами.

Многие функции и требования, предъявляемые к моторным маслам, взаимосвязаны. Например, отвод тепла от деталей и уплотнение зазоров в их сопряжении. При плохом уплотнении газы прорываются в картер, нарушая сплошность масляной плёнки, что приводит к перегреву деталей цилиндропоршневой группы.

Эксплуатационные материалы

Исходя из вышесказанного, можно сформулировать следующие требования к моторному маслу, оно должно:

иметь вязкость, обеспечивающую надёжную смазку двигателя при всех рабочих температурах с наименьшими потерями на трение;

обладать низкотемпературными свойствами для облегчения пуска двигателя в зимнее время;

иметь хорошие моющие и диспергирующие свойства для необходимой чистоты цилиндро-поршневой группы и других деталей;

обладать высокими противоокислительными свойствами для торможения процессов окисления масла в двигателе и уменьшения накопления продуктов окисления в масле, составляющих основу для нагара и отложений;

защищать от коррозии подшипники из цветных металлов и от ржавления остальные детали;

уменьшать износ деталей;

препятствовать прорыву газов из камеры сгорания в картер путём заполнения зазоров между поршневыми кольцами и зеркалом цилиндра. При пуске это улучшает компрессию, при работе уменьшает попадание продуктов сгорания;

не содержать токсичных компонентов;

3. Эксплуатационные свойства

Смазочные и противокоррозионные. В процессе работы ДВС происходит изменение размеров и формы трущихся деталей: цилиндр-поршень, вал-подшипник, кулачок-толкатель и др. Для цилиндрической группы характерны, например, адгезионный и абразивный износы. При этом последний может возникать из-за твёрдых частичек нагара, попадающих между гильзой и поршнем из камеры сгорания. Для пары вал-подшипник характерны коррозионный и адгезионный виды износа. Для пары кулачок-толкатель – питтинг, возникающий из-за высоких ударных нагрузок.

Увеличение износа более вероятно при переходе от гидродинамического к граничному трению. Такой переход возможен в результате повышения температуры, удельных нагрузок и скорости скольжения в зоне трения контактируемых деталей. Удельное давление в зоне компрессионных колец составляет 0,15...0,30 МПа, масляных колец – 0,5...1,3 МПа, в подшипниках коленчатого вала – 20...30 МПа при скорости скольжения до 15 м/с. Наибольшие нагрузки (ударные) испытывает пара кулачок-толкатель, где давление достигает 500...700 МПа, а в отдельных случаях 2100 МПа.

Уменьшение скорости скольжения трения также способствует реализации граничного режима. Например, гидродинамический режим смазки возможен в паре кольцо-гильза в средней части поршня. Вблизи мёртвых точек, когда движение поршня замедлено также появляется граничный режим трения. Как правило, максимальный износ гильзы цилиндра наблюдается в месте остановки 1^{ого} компрессионного кольца.

Подшипники коленчатого вала работают преимущественно в режиме гидродинамической смазки. Граничный режим возникает лишь в момент пуска или при перегрузках.

На интенсивность изнашивания кроме конструктивных особенностей влияет эксплуатация, в частности сорт применяемого масла и топлива. Например,

Эксплуатационные материалы

повышенное содержание серы в топливе ускоряет износ цилиндро-поршневой группы. Резко увеличивается износ деталей двигателя при использовании спиртовых альтернативных топлив и особенно метанола, как в чистом виде, так и в смеси с бензином.

На пусковые износы большое влияние оказывает температура: чем она выше, тем меньше износ, так как создаются благоприятные возможности для лучшего поступления масла к трущимся деталям.

Износ увеличивается и за счёт повышения химической активности масла, что видно на паре вал-подшипник. Вкладыш изготавливается из сплавов цветных металлов менее стойких к химической повреждаемости, чем вал. Отсюда потери массы вкладышей из-за химического и коррозионно-химического износа.

Для подавления коррозионных процессов в двигателе используют следующие пути:

- нейтрализацию кислых продуктов в работавшем масле;
- замедление процессов окисления масла;
- создание на металле защитной плёнки.

По первому пути применяют высокощелочные присадки, нейтрализующие кислые продукты. При этом в отработавшем полностью срок службы масле ещё остаётся некоторый запас щелочных свойств.

По второму пути применяют в маслах присадки, замедляющие окисление масла, разрушающие гидроперекиси и превращающие активные радикалы в неактивное состояние.

По третьему пути в масло вводят присадки, образующие прочные защитные плёнки на поверхности подшипников. При этом необходимо учитывать, что чрезмерный запас моющих свойств у масла при повышенных температурах может привести к разрушению противокоррозионных плёнок на металле и вызвать повышенную коррозию подшипников.

Уменьшение износа и повышение надёжности работы двигателя достигается конструктивными мерами. Например, хромирование или покрытие молибденом поршневых колец, изменение числа колец и их формы, использование вставок в гильзе из жаропрочного твёрдого материала, изменение конструкции поршня и т.д.

Однако изменением состава масла можно так же добиться уменьшения износа сопряжённых деталей. Для этого к маслу добавляют противоизносные противозадирные присадки. Действие противоизносных присадок заключается в следующем:

- в адсорбции присадок на поверхности металла и создании граничных плёнок;
- в химическом взаимодействии присадок с металлом в зонах контакта и создании прочных сульфидных и фосфидных плёнок;
- в сглаживании и полировке микровыступов трущихся поверхностей, приводящем к снижению удельных нагрузок и уменьшению износов.

Тип присадки и её концентрация подбирается с учётом максимального эффекта без нежелательных последствий: снижение антиокислительных, моющих и др. свойств.

Например, снижение износа, вызываемого продуктами неполного сгорания топлива, возможно за счёт увеличения щёлочности масла и повышения таким образом его нейтрализующей активности.

Эксплуатационные материалы

Однако излишняя щёлочность может быть причиной повышения химической активности системы. Кроме того, высокая щёлочность повышает зольность масла, активизирующей абразивный износ.

Большое внимание уделяется антифрикционным свойствам масел. Улучшение антифрикционных свойств позволяет снизить потери мощности на трение и в результате уменьшить расход топлива.

Снижение трения достигается как конструктивными мерами, так и улучшение антифрикционных свойств масла. При этом либо регулируют вязкость масла (уменьшение внутреннего трения), либо используют антифрикционные присадки (уменьшение внешнего трения). Используют и комбинированный способ.

За счёт регулирования вязкостных свойств, при замене нефтяных масел на загущенные и синтетические можно в среднем снизить расход топлива на 8...10 %, а при применении модификаторов трения – на 3...5 %.

Вязкостно-температурные свойства. Вязкость (внутреннее трение) – свойство жидкости оказывать сопротивление относительному перемещению слоёв.

Величина вязкости выражается в единицах кинематической вязкости ν (мм²/с) или динамической вязкости η (Па*с). Перевод одних единиц в другие осуществляется по формуле:

$$\nu = \frac{\eta}{d},$$

где ν – кинематическая вязкость;

η – динамическая вязкость;

d – плотность масла.

С повышением давления между трущимися деталями вязкость масла возрастает. С понижением температуры вязкость масла возрастает вплоть до потери текучести.

Для характеристики вязкостных свойств масла иногда используют индекс вязкости (ИВ), характеризующий степень изменения вязкости масла в зависимости от температуры.

Для определения ИВ необходимо знать вязкость масла при 50 °С и 100 °С.

Требования к вязкостно-температурным свойствам моторных масел противоречивы. С одной стороны, для обеспечения надёжного запуска двигателя при низких температурах масло должно иметь невысокую вязкость, т.е. обладать высокой подвижностью. Это позволяет добиться хороших пусковых свойств и прокачиваемости, обеспечить надёжную смазку трущихся деталей в момент пуска. С другой стороны, при высоких рабочих температурах масла, характерных для установившихся режимов работы двигателя, необходима высокая вязкость масла для предотвращения перехода к граничному режиму смазки и повышению износа.

Для осуществления надёжности пуска требования к вязкостно-температурным свойствам масел регламентированы стандартом, в соответствии с которым вязкость масел для бензиновых двигателей должна быть при 100 °С не менее 6 мм²/с (кинематическая), а при – 40 °С не более 170 Па*с (динамическая). Масла для дизелей при этих же условиях должны иметь вязкость не менее 8 мм²/с и не более 220 Па*с соответственно. Чем меньше вязкость при отрицательной температуре, тем при более низкой температуре можно достичь требуемого минимального числа оборотов коленчатого вала и при более низкой температуре запустить двигатель.

Эксплуатационные материалы

Всесезонные масла получают путём загущения маловязкой минеральной основы полимерной присадкой. Масла, полученные с использованием синтетических продуктов, превосходят по вязкостно-температурным свойствам загущенные масла:

При одной и той же вязкости при положительных температурах они обладают меньшей вязкостью при отрицательных температурах.

Использование масел, имеющих высокую вязкость при рабочих температурах, необходимо для снижения износа деталей двигателя. С другой стороны с увеличением вязкости масла повышаются потери мощности на трение, следовательно, и увеличивается расход топлива. Таким образом, выбор вязкости масла должен учитывать условия применения и особенности конструкции двигателя.

Защитные свойства. Качество моторного масла и надёжность работы двигателя резко снижаются при наличии в масле воды, которая может попадать в масло при хранении и в период эксплуатации. Присутствие в масле 1...2 % воды в 5 раз повышает износ цилиндро-поршневой группы и в 1,4...1,6 раз износ вкладышей. Кроме того, попадание воды в масло усиливает пенообразование, снижает щелочное число, приводит к выпадению из масла присадок.

Особую опасность представляет собой попадание водяных паров и конденсация влаги в двигателе, находящемся на длительном хранении. В этот период интенсивно развиваются процессы электрохимической коррозии, при которой протекают два сопряжённых процесса: анодный – переход металла в раствор в виде ионов с оставлением эквивалентного количества электронов в металле и катодный – ассимиляция появившихся в металле избыточных электронов каким-либо деполяризатором (кислородом, продуктами окисления масла). При последующей эксплуатации таких двигателей увеличивается износ их деталей. Так, износ на 1000 км пробега для автомобилей длительного хранения во влажной атмосфере по сравнению с автомобилями непрерывной эксплуатации оказывается больше по цилиндрам в 1,5...2 раза, по поршням в 1,5 раза и по шейкам коленчатого вала на 10...15 %.

Для защиты двигателей от «ржавления» в процессе хранения в моторные масла вводят ингибиторы коррозии. В зависимости от типа используемого ингибитора и его концентрации получают консервационные, консервационно-рабочие и рабочие-консервационные масла. Введение в моторное масло ингибиторов коррозии не только снижает «ржавление», но и в ряде случаев позволяет уменьшить износ деталей в процессе работы.

Антиокислительные и моющие свойства. Для облегчения нормальной и безотказной работы двигателей необходимо, чтобы моторное масло обладало высокими антиокислительными и моющими свойствами. Иначе в процессе эксплуатации двигателя происходит образование повышенного количества углеродистых отложений, отрицательно сказывающихся на технических характеристиках двигателя.

Углеродистые отложения, образующиеся в двигателе, подразделяют на нагары (высокотемпературные отложения), лаки (среднетемпературные отложения) и осадки (низкотемпературные отложения).

Нагары получают вследствие термического разложения масла, окисления и полимеризации продуктов его разложения, а также за счёт несгоревшего топлива. Нагары откладываются преимущественно на стенках камеры сгорания, днище поршня, верхнем пояске боковой поверхности поршня.

Эксплуатационные материалы

Лаковые отложения, как правило, образуются в канавках поршневых колец, на гильзах цилиндров и на боковой поверхности поршня.

Осадки откладываются в картере и клапанной коробке, в маслосистеме и на фильтрах. Их образование обусловлено прорывом газов из камеры сгорания, попаданием воды в масло и др. причинами. Осадки представляют собой большую опасность, так как они могут забивать маслопроводы и фильтры. Это приводит к нарушению нормальной подачи масла к узлам трения и приводит к выходу их из строя.

Несмотря на общие черты, характер образования отложений различен в зависимости от условий работы двигателя и особенностей его конструкции. Например, в дизеле большую долю составляют высокотемпературные, а в бензиновом двигателе - низкотемпературные отложения.

Для снижения склонности моторных масел к образованию отложений повышают уровень их качества за счёт улучшения антиокислительных и моющих свойств.

Повышение антиокислительных свойств добиваются подбором масляной основы, в меньшей степени склонной к окислению или введением антиокислительных присадок. Одновременно с этим к маслу добавляют моющие присадки. Они, с одной стороны, могут повлиять на процесс окисления, а с другой стороны, препятствуют отложению углеродистых образований на детали двигателя. В масло для бензиновых двигателей помимо зольных моющих присадок вводят и беззольные диспергирующие присадки для борьбы с образованием низкотемпературных отложений.

Противопенные свойства. При работе масла в двигателе создаются благоприятные условия для образования пены. Этому способствует перемешивание масла с воздухом вследствие вращающихся деталей КШМ, наличие в масле следов воды и ряда стабилизирующих пену веществ: продуктов окисления масла.

Обильное пенообразование нарушает нормальные условия режима смазки.

Для устранения пенообразования в масло вводят противопенные присадки.

Действие противопенных присадок заключается в том, что, являясь соединениями относительно плохо растворяющимися в маслах, они находятся в основном на поверхностях раздела фазы воздух-масло. В результате этого скорость разрушения пены становится больше, чем скорость её образования.

Образование на границе воздух-масло барьера из молекул присадки создаёт определённые трудности для прохождения кислорода вглубь масла. Предполагают, что это свойство противопенных присадок повышает стойкость масла к окислению.

Пенообразование уменьшается с повышением температуры масла, так как при этом вязкость масла снижается и стойкость пены падает.

Попадание воды в масло приводит к увеличению пенообразования: из масла капельки воды начинают испаряться, приводя к зарождению отдельных газовых пузырьков, а затем и пены.

Замечено, что наиболее часто пенообразование наблюдается в двигателях с «сухим» картером, чем в двигателях с «мокрым» картером.

4. Классификация и обозначения

Назначение:

А – карбюраторные двигатели.

Д – автотракторные и судовые дизели.

Эксплуатационные материалы

МТ – транспортные дизели.

М – поршневые авиационные двигатели.

Особенности технологии:

К – кислотная очистка.

С – селективная очистка.

П – масло с присадками.

З – загущенное масло.

Цифры - значение вязкости в мм²/с при 100 °С.

Например, АС-8; АСЗп-6; МС-20 и т.д.

В соответствии с **ГОСТ 17479.1-85 «Обозначение нефтепродуктов. Масла моторные»** моторные масла подразделяют на классы по вязкости и группы по области применения.

Обозначение состоит из групп знаков: первая группа – буква **М** (моторное) не зависит от состава и свойств масел; вторая группа – цифры, характеризующие класс кинематической вязкости; третья группа – прописные буквы с индексами, обозначают принадлежность к группе масел по эксплуатационным свойствам.

Дробные классы указывают, что по вязкости при температуре –18⁰ С масло соответствует классу, указанному в числителе, по вязкости при 100⁰ С – классу, указанному в знаменателе.

В зависимости от области применения моторные масла делят на группы **А, Б, В, Г, Д, Е** (табл. 10). При этом индекс **1** присваивают маслам для бензиновых двигателей, индекс **2** – для дизелей. Универсальные масла, предназначенные для дизелей и бензиновых двигателей одного уровня форсирования, индекса в обозначении не имеют. Универсальные масла, принадлежащие к разным группам, имеют двойное обозначение, в котором первое характеризует качество масла при применении в дизелях, второе – в бензиновых двигателях.

Примеры обозначения.

М-8-В₁

моторное масло, восьмого класса вязкости для среднефорсированных бензиновых двигателей;

М-4_з/8-В₂Г₁

моторное масло, 4/8 класса вязкости, для среднефорсированных дизелей и высокофорсированных бензиновых двигателей.

В международной практике принято обозначение моторных масел соответствующее национальным спецификациям. Наибольшее распространение получило обозначение по SAE – американское общество инженеров-автомобилистов, и API – американский институт нефти. Классификация по SAE – это классификация по вязкости, по API – по области применения.

Лекция №4: Пластичные смазки

Состав

Пластичные смазки – распространённый вид смазочных материалов, представляющих собой высококонцентрированные дисперсии твёрдых загустителей в жидкой среде. Чаще всего смазки - трёхкомпонентные коллоидные системы, содержащие дисперсионную среду - жидкую основу (70...90 %) дисперсную фазу – загуститель (10...15 %), модификаторы структуры и добавки - присадки, наполнители (1...15 %).

В качестве дисперсной среды используют масла нефтяного и синтетического происхождения, реже их смеси. К синтетическим маслам относят кремнийорганические жидкости - полисилкосаны, эфиры, полигликоли, фтор- и хлорорганические жидкости. Их применяют в основном для высокоскоростных подшипников, работающих в широких диапазонах температур и контактных нагрузок. Смеси синтетических и нефтяных масел применяют для более эффективного использования смазок и регулирования их эксплуатационных свойств.

Загустителями служат соли высокомолекулярных, жирных кислот - мыла, твёрдые углеводороды - церезины, петролатумы и некоторые продукты неорганического (бентонит, силикагель) или органического (кристаллические полимеры, производные карбамида) происхождения. Наиболее распространены мыла и твёрдые углеводороды. Концентрация мыльного и неорганического загустителя обычно не превышает 15 %, а концентрация твёрдых углеводородов доходит до 25 %.

Для регулирования структуры и улучшения функциональных свойств в смазки вводят добавки.

По сравнению с маслами смазки обладают следующими достоинствами:

- малый удельный расход;
- более простая конструкция машин и механизмов, следовательно, меньшая масса, более высокая надёжность и ресурс;
- более продолжительный период замены;
- меньшие эксплуатационные затраты при ТО.

Область применения

Пластичные смазки выполняют следующие основные функции:

- уменьшают силы трения между трущимися поверхностями;
- снижают износ и предотвращают задир (заедание) трущихся поверхностей;
- защищают металлы от коррозионного воздействия окружающей среды;
- уплотняют зазоры между сопряжёнными деталями.

Кроме основных функций смазки выполняют роль электроизоляционных материалов, защищают детали узлов трения от ударных нагрузок, снижают вибрации и шум. Практически нет смазок, хорошо выполняющих все перечисленные функции одновременно. В этом собственно и нет необходимости, поскольку различия в условиях применения выдвигают на первый план одну или две наиболее важные функции, обеспечивая надёжную работу агрегата.

Эксплуатационные материалы

Независимо от условий применения и назначения смазок они должны удовлетворять следующим основным требованиям:

- надёжно выполнять свои функции в широком диапазоне температур, удельных нагрузок и скоростей перемещения трущихся поверхностей;
- в минимальной степени изменять свои свойства в условиях эксплуатации;
- оказывать наименьшее воздействие на контактирующие с ними материалы;
- удовлетворять правилам техники безопасности и не оказывать вредного воздействия на окружающую среду;
- иметь невысокую стоимость и быть экономичными в эксплуатации.

Работа смазочного материала зависит не только от условий эксплуатации самой смазки (температура, нагрузки, скорость перемещения, окружающая среда), но и от характера работы механизма (остановки, постоянные или переменные внешние воздействия и т.д.). Эффективная работа смазочного материала определяется:

- конструктивными особенностями узла (тип, размер, характер движения);
- системой смазки и видом материала, с которым смазка контактирует во время работы;
- условиями эксплуатации узла трения;
- сроками смены смазочного материала.

Отсюда к смазочным материалам предъявляют и частные требования, например, диэлектрические и оптические свойства, водостойкость и т.д.

По назначению смазки разделяют на:

- антифрикционные - для снижения трения и износа; и в свою очередь, антифрикционные общего назначения и антифрикционные технологические (для облегчения технологических процессов обработки материалов);
- консервационные - для предохранения металлических изделий от коррозии;
- уплотнительные - для герметизации трущихся поверхностей, сальников, зазоров и др.;
- специального назначения, например, фрикционные - для увеличения трения с целью предотвращения проскальзывания, приработочные - для улучшения приработки трущихся поверхностей и др.

подавляющее большинство относится к первым двум группам. Следует отметить условность такого разделения смазок, т.к. антифрикционные должны одновременно защищать от коррозии, консервационные должны обладать хорошими антифрикционными свойствами, а уплотнительные должны иметь хорошие смазочные и защитные свойства.

Кроме вышеперечисленных классификаций по назначению или функциональному действию, известна классификация смазок по составу. По типу загустителя смазки подразделяют на органические и неорганические. К органическим загустителям относятся мыла, твёрдые углеводороды, пигменты и некоторые кристаллические полимеры. Неорганические загустители - силикагель, бентонит, технический углерод (сажа) и некоторые другие.

Мыльные смазки в свою очередь делят на кальциевые, натриевые, литиевые, бариевые, алюминиевые и др. В зависимости от состава жиров, употребляемых для приготовления мыльных загустителей, выделяют смазки на синтетических, жирных кислотах, природных жирах и технических, жирных кислотах.

Эксплуатационные материалы

Как уже отмечалось, пластичные смазки при малых нагрузках ведут себя как твёрдые тела, не растекаются под действием собственной массы, не сбрасываются инерционными силами с поверхностей, удерживаются на вертикальных поверхностях. Под действием нагрузок, превышающих предел их прочности, смазки начинают течь подобно вязким жидкостям. Таким образом можно сформулировать принципиальные отличия смазок от жидких смазочных материалов:

- хорошее удерживание на наклонных и вертикальных поверхностях, отсутствие выдавливания из узлов трения под действием значительных нагрузок;
- высокая смазочная способность, т.е. лучшие показатели противоизносных и противозадирных свойств, особенно при больших нагрузках;
- лучшая защита металлических поверхностей от коррозионного воздействия окружающей среды;
- высокая герметизация узлов трения, предохранение их от проникновения нежелательных продуктов;
- более широкий температурный диапазон работоспособности и лучшие вязкостно-температурные характеристики;
- более надёжная и эффективная работа в жёстких условиях эксплуатации (одновременное воздействие высоких температур, давлений, ударных нагрузок, переменный режим скоростей и т.д.);
- экономичность в применении за счёт более продолжительной работоспособности и меньшего расхода.

К недостаткам следует отнести следующее:

- отсутствие отвода тепла смазываемых деталей;
- несовершенную систему подачи пластичного материала;
- низкую химическую стабильность мыльных смазок.

Основные свойства смазок

Прочностные свойства. Частицы загустителя образуют в масле структурный каркас, благодаря которому смазки в состоянии покоя обладают пределом прочности на сдвиг. Предел прочности - это минимальная нагрузка, при которой начинается разрушение каркаса и происходит необратимая деформация смазки - сдвиг. При приложении нагрузки, превышающей предел прочности, смазки деформируются, а при нагрузке ниже предела прочности они проявляют упругость подобно твёрдым телам. Благодаря пределу прочности смазки удерживаются на наклонных и вертикальных поверхностях, не вытекают из негерметизированных узлов трения. Кроме того, предел прочности определяет стартовые характеристики узлов трения, например, усилие, которое необходимо приложить к подшипнику в начале его вращения.

Все факторы, влияющие на формирование структуры смазок, влияют и на их прочность. К ним относятся:

- тип и концентрация загустителя;
- химический состав и свойства дисперсионной среды;
- состав и концентрация модификатора;
- режим приготовления смазок (температура и продолжительность нагревания, скорость охлаждения и т.д.).

Эксплуатационные материалы

При повторных нагружениях с уменьшением промежутка времени между этими нагружениями значение последовательно замеряемого предела прочности уменьшается.

С повышением температуры предел прочности смазок уменьшается. Температура, при которой предел прочности приближается к нулю, является истинной температурой перехода смазки из пластичного в жидкое состояние.

Для большинства смазок предел прочности при 20 °С лежит в пределах 100...1000 Па.

Измеряют предел прочности на пластометре К-2 или прочномере СК и др. приборах.

Вязкостные свойства. Вязкость определяет прокачиваемость смазок при низких температурах, стартовые характеристики и сопротивление вращению при установившихся режимах, а так же возможность заправки узлов трения. В отличие от масел вязкость смазок зависит не только от температуры, но и от градиента скорости сдвига. Поэтому при определении вязкости смазки необходимо знать не только температуру, при которой она определялась, но и скорость, с которой она продавливалась через капилляр. Поэтому вязкость смазки при определенной скорости перемещения и температуре называют эффективной вязкостью.

При увеличении скорости деформации вязкость резко снижается. С повышением температуры вязкость смазки так же резко снижается. Изменение вязкости от скорости деформации выражается вязкостно-температурной характеристикой, а от температуры - вязкостно-температурной характеристикой. При этом первая определяется при постоянной температуре, а вторая при постоянной скорости сдвига. По вязкостно-температурным свойствам смазки превосходят масла, поскольку значительная доля сопротивления течения смазок приходится на разрушение структурного каркаса, прочность которого мало зависит от температуры.

Увеличение концентрации и степени дисперсности загустителя приводит к повышению вязкости смазки. На вязкость смазки влияет также вязкость дисперсионной среды и технология приготовления.

Определяют вязкость с помощью капиллярных вискозиметров - АКВ-2 или АКВ-4, ротационного вискозиметра - ПВР-1 и др. приборов.

Механическая стабильность (тиксотропные превращения смазок). Изменение реологических свойств смазок при механическом разрушении и в процессе последующего отдыха - одна из важных характеристик. **Тиксотропия** - это способность дисперсных систем обратимо разжижаться при механическом воздействии и отвердевать при относительно длинном их пребывании в покое. Положительным качеством, обусловливаемым *тиксотропией*, является то, что при выбрасывании частиц разжиженной смазки из зоны трения и отложения их на неподвижных поверхностях они увеличивают вязкость и автоматически герметизируют узел трения от вытекания смазки. Однако сильно разупрочняющиеся при механическом воздействии смазки не способны удерживаться в узлах трения и вытекают из них при сравнительно небольших нагрузках. Чрезмерное упрочнение смазки после разрушения также является нежелательным, так как затрудняется запуск узла трения и поступления смазки к контактным поверхностям.

Механическая стабильность смазок зависит от типа загустителя, размеров, формы и прочности связи между дисперсными частицами. Уменьшение размеров частиц

Эксплуатационные материалы

загустителя (до определенных пределов) способствует улучшению механической стабильности смазок. Смазки, имеющие мыльные волокна с большим отношением длины к диаметру, более стабильны. Увеличение концентрации загустителя также повышает механическую стабильность смазок. На тиксотропные превращения смазок влияют состав и свойства дисперсной среды, присутствие наполнителей и добавок.

Механическую стабильность определяют в ротационном приборе - тиксометре. Оценивают механическую стабильность специальными коэффициентами, которые рассчитывают по изменению прочности смазки на разрыв: K_p – индекс разрушения, K_v – индекс тиксотропного восстановления.

Пенетрация. Этот показатель до сих пор используется для оценки прочности и сравнения смазок друг с другом. Однако смазки, обладающие разными реологическими свойствами, могут иметь одинаковые числа пенетрации, и это приводит к неверным представлениям об эксплуатационных свойствах смазок. В таблице 18 классификация пластичных смазок по консистенции, предлагаемая *Национальной ассоциацией пластичных смазок США NLGI*.

Коллоидная стабильность. Способность удерживать масло, сопротивляться его выделению при хранении и эксплуатации характеризует коллоидную стабильность смазок. Выделение масла может быть самопроизвольным вследствие структурных изменений в смазке, например, под действием собственной массы, и может ускоряться или замедляться под действием температуры, давления и др. факторов. Слишком большое выделение масла в процессе работы - более 30 % - приводит к резкому упрочнению смазки и нарушает её нормальное поступление к контактируемым поверхностям.

Таблица 18

Классификация пластичных смазок по числу пенетрации

Класс	Диапазон пенетрации	Визуальная оценка консистенции
000	445...475	Очень мягкая, аналогичная очень вязкому маслу
00	400...430	То же
0	355...385	Мягкая
1	310...340	То же
2	265...295	Вазелинообразная
3	220...250	Почти твёрдая
4	175...205	Твёрдая
5	130...160	То же
6	85...115	Очень твёрдая мылообразная

Коллоидная стабильность зависит от размеров, формы и прочности связей структурных элементов. Большое влияние оказывает вязкость дисперсной среды: чем выше вязкость масла, тем труднее ему вытекать из объёма смазки.

Коллоидная стабильность оценивается по объёму масла, отпрессованного из смазки при комнатной температуре в течении 30 минут и выражается в % - для смазок она не должна превышать 30 %. Проводят это на разных приборах, но самым простым

Эксплуатационные материалы

и удобным является механическое отпрессовывание масла из некоторого объёма, помещенного между слоями фильтровальной бумаги.

Химическая стабильность. Под химической стабильностью понимают стойкость смазок против окисления кислородом воздуха, хотя в широком смысле - это отсутствие изменения свойств смазок под воздействием на них химических реагентов (кислот, щелочей, кислорода и т.д.). Окисление приводит к образованию и накоплению в смазках кислородосодержащих, активных веществ, к изменению реологических свойств (как правило, разупрочнению), ухудшению коллоидной стабильности, понижению температуры каплепадения, смазочной способности и т.д.

Стабильность против окисления особенно важный показатель для смазок, которые

- заправляют в узлы трения 1...2 раза в течение 10...15 лет;
- работают при высоких температурах;
- работают в тонких слоях;
- в контакте с цветными металлами.

Медь, бронза, олово, свинец и ряд других металлов и сплавов ускоряют окисление смазок.

Об образовании и накоплении в смазке продуктов окисления судят по данным ИК-спектроскопии. Исследования проводят методом ускоренного окисления под действием высокой температуры в присутствии катализаторов.

Имеется несколько способов повышения стойкости смазок против окисления:

- подбор масляной основы;
- выбор типа и концентрации загустителя;
- варьирование технологическими режимами производства;
- введение антиокислительных присадок (амино- и фенолосодержащих соединения, фосфор- и серосодержащие органические продукты и т.д.).

Термическая стабильность. Способность смазок не изменять свои свойства и прежде всего не упрочняться при кратковременном воздействии высоких температур характеризует их термическую стабильность. Особенно подвержены упрочнению вплоть до потери пластичности при повышенных температурах смазки из мыл синтетических жирных кислот, натриевые, натриево-кальциевые и в меньшей степени кальциевые. Упрочнение затрудняет поступление смазки к узлу трения, ухудшает его адгезионные свойства. Особенность термоупрочнения - полная и многократная обратимость - перетираание затвердевшей смазки приводит к восстановлению её первоначальных свойств.

Испаряемость - один из показателей смазок, определяющих стабильность состава при хранении и в эксплуатации. Испарение масла из-за высоких температур, вакуума и отсутствия частой смены приводит к повышению концентрации загустителя, что сопровождается увеличением предела прочности и ухудшением низкотемпературных свойств: на поверхности образуются корки и трещины, снижается защитная способность.

Скорость испарения зависит от условий хранения и эксплуатации, фракционного состава масла. Чем тоньше слой и больше его поверхность, тем выше испаряемость. Тип и концентрация загустителя мало влияют на испаряемость масла.

Выражается испаряемость в %. Определяется измерением потери массы образца, который выдерживают в стандартных условиях в течение определённого времени при постоянной температуре.

Эксплуатационные материалы

Температура каплепадения. Минимальная температура, при которой происходит падение первой капли смазки, нагреваемой в приборе Уббелоде. Эта температура зависит от условий оценки и не всегда определяется одними и теми же свойствами смазок. Она условно характеризует температуру плавления загустителя. Считается, что температура каплепадения должна быть на 15...20 °С выше максимальной температуры применения смазки. Однако температура каплепадения не всегда позволяет правильно судить о высокотемпературных свойствах смазки. Например, температура каплепадения литиевых смазок лежит в пределах 170...200 °С, а работоспособны они до 130 °С.

Микробиологическая стабильность. Под действием микроорганизмов, попавших в смазку и развившихся в ней, происходит изменение состава и свойств смазок. При развитии микроорганизмы потребляют те или иные компоненты смазки, продукты обмена накапливаются и, как правило, увеличивают кислотность смазки. При этом происходит разупрочнение и изменение эксплуатационных свойств.

Для борьбы с микроорганизмами в смазки вводят антисептики - органические вещества, например, бензойную и салициловую кислоты, фенолы, производные ртути, олова и др. Бактерицидными действиями обладают некоторые антиокислительные, противоизносные присадки и ингибиторы коррозии.

Радиационная стойкость. Воздействие на смазки излучений высоких энергий приводит к глубоким изменениям их структуры и свойств. В значительной степени стойкость смазок к облучению зависит от состава масла, на основе которого они приготовлены. По дисперсионной стойкости смазки располагаются следующим образом в порядке возрастания: кремнийорганические жидкости - сложные эфиры - нефтяные масла - простые эфиры. Смазки в зависимости от типа загустителя при облучении могут приобретать «наведённую» радиоактивность. Наиболее легко радиоактивность приобретают натриевые смазки.

Ассортимент смазок

Автомобильный транспорт один из основных потребителей пластичных смазок. Здесь применяют антифрикционные, защитные и уплотнительные смазки. Более всего при эксплуатации расходуются антифрикционные смазки.

Основными узлами трения являются:

подшипники качения ступиц колёс;

подшипники качения насоса системы охлаждения (раньше);

шарниры рулевого управления;

шаровые опоры независимой подвески;

шарниры карданные равных и неравных угловых скоростей и т.д.

Ассортимент антифрикционных смазок промышленного производства превышает 100 наименований. В инструкциях по эксплуатации для одних и тех же узлов разных автомобилей рекомендуются различные смазки.

Антифрикционные смазки

Самыми распространёнными мыльными смазками из **кальциевых** смазок общего назначения являются солидолы. Готовят две марки синтетического солидола – **пресс-солидол С** и солидол **С**, и две марки жирового солидола – пресс-солидол **УС-1** и солидол **УС-2** (**УС** – универсальная среднеплавкая). Жировые солидолы готовят

Эксплуатационные материалы

загущением нефтяных индустриальных масел кальциевыми мылами. Солидолы нерастворимы в воде, обладают высокой коллоидной стабильностью, но не могут использоваться при температурах выше + 75 °С и ниже – 30 °С.

Кроме солидолов выпускают другие кальциевые гидратированные смазки – **УссА**, **ЦИАТИМ-208** и др.

К комплексным кальциевым смазкам, изготавливаемым на нефтяных или синтетических маслах, относятся – **униол-1**, **униол-2**, **ЦИАТИМ-221** и др. Эти смазки по сравнению с обычными мыльными смазками более термостойки: температура каплепадения у них выше 200 °С (у солидолов 80...90 °С), что позволяет использовать их при температурах до 160 °С. Они обладают хорошими противоизносными и противозадирными свойствами, то есть их можно применять в тяжело нагруженных узлах. Они так же обладают хорошими защитными и противокоррозионными свойствами. К недостаткам этих смазок относится склонность к термоупрочнению.

Натриевые и натриево-кальциевые смазки. По объёму производства эти смазки занимают второе место после гидратированных кальциевых. Распространёнными *натриевыми* смазками являются *консталины* **УТ-1** и **УТ-2** (**УТ** – универсальная тугоплавкая), которые в отличие от солидолов работоспособны при температурах до 115 °С и хорошо удерживаются при таких температурах в тяжело нагруженных узлах. Однако натриевые и натриево-кальциевые смазки растворимы в воде и, следовательно, смываются с металлических поверхностей. При низких температурах (ниже – 20 °С) применять эти смазки не рекомендуется. Преимущественно консталины используются как железнодорожные смазки.

Среди натриево-кальциевых смазок самой массовой является смазка **1-13**. Эту смазку и её вариант **1-ЛЗ** или **ЛЗ-ЦНИИ** применяют в роликовых и шариковых подшипниках.

Литиевые смазки. Эти смазки работоспособны в широком интервале температур и до – 50 °С, нагрузок и скоростей. Их свойства стабильны во времени. К недостаткам можно отнести низкую механическую стабильность и ограниченный верхний предел температуры – не выше 120...130 °С. Первой литиевой смазкой была **ЦИАТИМ-201**. Сейчас выпускают: **литол-24**, **фиол-2** или **2М**, **фиол-3** и др. Литол-24 используется в качестве единой автомобильной смазки.

Алюминиевые смазки. Наиболее распространённой является смазка **АМС-1,3**. Она используется в механизмах, работающих в морской воде или соприкасающихся с ней. Относится к защитно-антифрикционным смазкам. Выпускается смазка **МС-70** имеющая такие же свойства.

В ассортименте антифрикционных смазок имеются также смазки на **бариевых** и **цинковых** мылах. *Бариевые* смазки обладают хорошей стойкостью к воде и нефтепродуктам, повышенной химической и механической стабильностью. В шаровых шарнирах подвески и наконечниках рулевых тяг автомобилей ВАЗ применяется бариевая смазка **ШРБ-4**.

В качестве антифрикционных смазок используют смазки на неорганических загустителях – силикагелевые, бентонитовые и др. У них хорошие высокотемпературные свойства, высокая химическая стабильность и удовлетворительные смазочные свойства. К их недостаткам можно отнести низкую защитную стабильность. К *силикагелевым* относятся смазки – **ВНИИМП-262**, **ВНИИМП-264**,

Эксплуатационные материалы

ВНИИНП-279. В основном они предназначены для высокоскоростных подшипников качения, работающих в жёстких режимах трения. Смазки эти дорогие.

К *бентонитовым* смазкам для подшипников качения относится смазка **ВНИИНП-226.**

Консервационные смазки

Ассортимент консервационных смазок значительно уступает ассортименту антифрикционных смазок. Наибольшее распространение получили углеводородные смазки. Их низкая температура плавления (40...75 °С) позволяет наносить их на поверхность в расплавленном виде путём окунания или распыливания. Можно наносить и при помощи кисти. Предварительно поверхность очищают от следов коррозии и прочих загрязнений.

К углеводородным смазкам относятся **ПВК, ГОИ-54п, УНЗ (пушечная)**, вазелин технический волокнистый **ВТВ-1, ВНИИСТ-2** и др.

Смазка **ПВК** имеет высокую водостойкость и стабильность, низкую испаряемость, что позволяет использовать её в течение 10 лет. Недостатком её является потеря подвижности при температуре ниже – 10 °С.

ГОИ-54п используют для защиты от коррозии машин и механизмов, работающих на открытом воздухе. Смазка сохраняет работоспособность при температуре до – 50 °С, однако, как большинство углеводородных смазок, её не рекомендую использовать при температурах выше + 50 °С.

Смазку **ВТВ-1** применяют для смазывания клемм аккумуляторов. От смазки **ПВК** она отличается лучшими низкотемпературными свойствами.

ВНИИСТ-2 применяется для защиты от коррозии наземных трубопроводов.

Удовлетворительные защитные свойства имеют и некоторые мыльные смазки: **АМС-1, АМС-3, МС-70, ЗЭС** и др.

Смазки **АМС-1, АМС-3** и **МС-70** используют как антифрикционные, обладающие хорошими защитными свойствами в условиях контакта с морской водой. Они обладают высокой липкостью и водостойкостью.

Смазку **ЗЭС** применяют для защиты линий электропередач и другой высоковольтной аппаратуры от коррозии.

Особую группу консервационных смазок составляют канатные смазки: **39у, БОЗ-1, торсиол-35, торсиол-55 Е-1** и др. Они занимают промежуточное положение между консервационными и антифрикционными смазками. Предназначены эти смазки для защиты стальных канатов и тросов при эксплуатации и хранении, а так же снижать износ, уменьшать трение, предотвращать обрывы.

Уплотнительные смазки

По составу и свойствам эти смазки специфичны, что не позволяет, как правило, заменять их смазками других типов. В качестве дисперсионной среды используют касторовое масло, глицерин, синтетические масла и смеси с нефтяными. Смазки на основе касторового масла и его смеси с нефтяным или синтетическим маслом практически нерастворимы в нефтепродуктах.

Загустителями могут быть твёрдые углеводороды и неорганические продукты (силикагель, бентонит).

Эксплуатационные материалы

Большинство уплотнительных смазок содержат наполнители – графит, слюда, тальк, дисульфид молибдена, асбест, оксиды металлов и др. В уплотнительной смазке для запорной арматуры вводят 10...15 % наполнителей.

Широкое применение уплотнительные смазки нашли в резьбовых соединениях. В таких соединениях, рассчитанных на высокое давление, уплотнительные смазки подвергаются воздействию высоких контактных нагрузок. Роль самой смазки при жёстких условиях работы резьбового соединения сводится только к функции носителя наполнителя. В смазках для резьбовых соединений концентрация наполнителей, как правило, превышает 50 %.

ТВЁРДЫЕ СМАЗКИ

Характерная особенность твёрдых смазок заключается в том, что эти материалы, так же как пластичные смазки, находятся в агрегатном состоянии, исключающем их вытекание из узла трения. Благодаря этому их можно использовать в негерметизированных узлах трения. Достоинства их перед маслами такие же, как у пластичных смазок:

- уменьшение расхода смазочного материала;
- уменьшение эксплуатационных расходов.

Твёрдые слоистые смазки. Это кристаллические вещества, обладающие смазочными свойствами: графит, дисульфиды молибдена и вольфрама, нитрид бора, бромиды олова и кадмия, сульфат серебра, иодиды висмута, никеля и кадмия, фталоцианин, селениды и теллуриды вольфрама, титана и пр.

Все эти смазки обладают слоистой структурой, характеризующиеся тем, что атомы, лежащие в одной плоскости – одном слое – находятся друг к другу ближе, чем в различных слоях. Это обуславливает различную прочность между атомами в различных направлениях. В результате под действием внешних сил происходит скольжение одних слоёв кристаллов относительно других. Это свойство необходимо, но недостаточно. Нужна также хорошая адгезия твёрдой смазки к материалу поверхности трения, поэтому дисульфид титана и многие алюмосиликаты (слюда, тальк и др.), обладая ярко выраженной слоистой структурой, не отличаются смазочными свойствами, так как имеют плохие адгезионные свойства с металлами.

Наиболее распространённые твёрдые слоистые смазки.

Графит обладает антифрикционными свойствами в паре трения со сталью, чугуном и хромом. Несколько хуже эти свойства с медью и алюминием. В присутствии воздуха и воднографитная смазка улучшает свои показатели. Графит адсорбируется на поверхности трения, образуя прочную плёнку, ориентированную в направлении скольжения. Наличие на поверхности металла плёнки оксидов облегчает адсорбцию графита, поэтому использование графита особенно эффективно для металлов, образующих прочную оксидную плёнку – хром, титан, несколько меньше сталь. Предел работоспособности графитной смазки равен 600⁰ С. Из-за наличия свободных электронов графит обладает высокой электропроводностью, что способствует отводу электростатических зарядов и сохранению прочности смазочного слоя. С увеличением нагрузки и повышения температуры коэффициент трения графита возрастает. По стали коэффициент трения равен 0,04...0,08.

Дисульфид молибдена MoS₂ – синевато-серый порошок с металлическим блеском, обладает хорошими адсорбционными свойствами по отношению к большинству чёрных и цветных металлов. Его смазочная способность обусловлена выраженным

Эксплуатационные материалы

слоистым строением кристаллов и сильной поляризацией атомов серы в процессе трения. В отличие от графита при увеличении нагрузки и температуры коэффициент трения MoS_2 уменьшается. Средняя величина коэффициента трения равна 0,05...0,095.

Несущая способность граничной смазочной плёнки дисульфида молибдена выше, чем у любых смазочных масел. При температуре выше 500°C дисульфид молибдена окисляется с выделением SO_2 . К недостаткам можно отнести высокую химическую активность, в результате чего он легко вступает в реакцию с водой и кислородом. Поэтому максимальная температура ограничена 450°C . Водород восстанавливает дисульфид молибдена до металла.

Дисульфид вольфрама WS_2 по сравнению с дисульфидом молибдена обладает большей термостойкостью. Предельная температура его применения равняется 580°C . У него больше стойкость к окислению и в 3 раза большая несущая способность. Химически дисульфид молибдена инертен, коррозионно неагрессивен, нетоксичен. Его применение ограничено высокой стоимостью. Из-за высокой плотности дисульфид молибдена мало используется в качестве добавки к маслам, так как затруднено получение однородной смеси с маслом. Рекомендуется использовать при температуре свыше 450°C .

Нитрид кремния имеет низкий коэффициент трения в парах со стальными деталями и некоторыми металлокерамическими материалами. Обладает хорошими механическими характеристиками и высокой термической и термоокислительной устойчивостью до 1200°C . Благодаря сочетанию этих качеств нитрид кремния является перспективным материалом для изготовления деталей цилиндро-поршневой группы.

Нитрид бора обладает высокой термической и термоокислительной устойчивостью. Разлагается при температуре свыше 1000°C .

Фталоцианины (меди $\text{C}_{32}\text{H}_{16}\text{N}_6\text{Cu}$, железа $\text{C}_{32}\text{H}_{16}\text{N}_6\text{Fe}$ и пр.) – металлосодержащие полициклические органические соединения, обладающие крупными плоскими молекулами со слабыми межмолекулярными связями. Наряду с физической адсорбцией они образуют хемосорбированные плёнки на поверхностях металлов. Фталоцианины имеют хорошую термическую стойкость до 650°C , стабильны при контакте с воздухом и водой. При температурах до 300°C коэффициент трения у них выше, чем у графита и дисульфида молибдена, но понижается до 0,03...0,05 с увеличением температуры до 500°C .

Из фталоцианинов делают защитный слой на юбках поршней.

Коэффициенты трения некоторых твёрдых слоистых смазок:

дисульфид молибдена – 0,05;

иодистый кадмий – 0,06;

хлористый кадмий – 0,07;

сернокислый вольфрам – 0,08;

сернокислое серебро – 0,14;

иодистый свинец – 0,28;

графит – 0,10;

хлористый кобальт – 0,10;

иодистая ртуть – 0,18;

бромистая ртуть – 0,06;

Эксплуатационные материалы

иодистое серебро – 0,25.

Твёрдые смазки могут использовать и в качестве добавок к маслам. Большинство твёрдых смазок нерастворимы в углеводородах, поэтому их вводят в моторное масло в виде коллоидных дисперсий. При этом увеличивается ресурс узлов трения и снижается вероятность задира в условиях масляной недостаточности.

Мягкие металлы. Свинец, индий, олово, кадмий, медь, серебро, золото и т.д. обладают низкой прочностью на срез. Благодаря этому они используются как твёрдые смазки в виде тонких плёнок, наносимых на более прочные основы. Плёнки этих металлов ведут себя как масло. Кроме того, они облегчают и ускоряют процесс приработки. Важным требованием является высокая адгезия к материалу основы и низкая к материалу пары.

Полимерные материалы – фторопласт-4 (тефлон), капрон, нейлон, полиэтилен, политетрафторэтилен, полиамид и др. обладают смазывающими свойствами. Их наносят на поверхности трения в виде плёнок различной толщины или используют как прессованные проставки. Применение твёрдых смазок на основе полимеров ограничивается низкой термической стойкостью этих материалов, маленьким коэффициентом теплопроводности и большим коэффициентом теплового расширения.

Они имеют недостаточные механические свойства, поэтому для обеспечения прочности при средних и высоких нагрузках их армируют. Используемый для армирования материал должен быть мягче материала поверхности трения.

Композиционные смазочные материалы. Это комбинация отдельных видов твёрдых смазок, обеспечивающая оптимальное сочетание их смазывающих свойств, механической прочности и обрабатываемости.

Физически композиционные смазочные материалы представляют собой механическую смесь двух или более различных по свойствам твёрдых веществ. При этом одно вещество является основой, может образовывать структурный каркас, обеспечивающий механические свойства. Основа изготавливается из полимерных, металлических или керамических материалов. В основе зафиксирован материал, являющийся наполнителем, обеспечивающим смазочные свойства.

Полимерная основа имеет хорошие смазочные свойства, химическую инертность, более высокую, чем у металлов, усталостную прочность, малую массу, низкую чувствительность к местным нарушениям структуры – трещинам, надрезам. Наиболее термостойкие материалы на основе ароматических полиамидов. Они могут длительное время эксплуатироваться при температуре до 450⁰ С. Основными недостатками являются большой коэффициент термического расширения, низкие теплопроводность, термическая стойкость и стабильность.

В полимерных материалах наиболее часто в качестве наполнителей используются дисульфид молибдена, графит, нитрид бора, порошки алюминия, меди, никеля, молибдена и др.

Композиционные смазочные материалы на основе металлических материалов получают путём прессования и спекания из порошков металлов с последующей пропиткой полученной пористой основы твёрдыми слоистыми смазками, мягкими металлами или полимерами. Для получения материалов, работающих в особо тяжёлых температурных условиях, в качестве основы используют никель, кобальт и их сплавы. В качестве наполнителя применяют материалы на основе молибдена или вольфрама.

Эксплуатационные материалы

Например, для получения направляющих втулок клапанов двигателя получили распространение композиционные смазочные материалы на металлической основе, поры которых заполнены фторопластом-4 с добавками сульфидов, селенидов и теллуридов молибдена, вольфрама. Такая смазка кроме смазочного действия обеспечивает высокую несущую способность и износостойкость.

Композиционные смазочные материалы на керамической основе обладают высокой термической и химической стойкостью. Для этого используют окислы бериллия, циркония и других металлов. Основным недостатком этих материалов является их хрупкость и низкая прочность на растяжение.

Узлы трения на основе композиционных смазочных материалов могут долгое время работать без дополнительного подвода смазки, вплоть до всего моторесурса узла. Большинство композиционных смазочных материалов хорошо работают совместно с жидкими и консистентными смазками. Это обеспечивает существенное повышение надёжности двигателя, особенно в режиме недостатка масла. Для вкладышей коренных и шатунных подшипников можно использовать композиции из медно-молибденового материала $\text{CuO} + \text{MoS}_2$. Для подшипников распределительного вала применяют вкладыши, изготовленные из металлокерамических композиций на основе мягких металлов, насыщенных фталоцианиновой твёрдой смазкой. Изготавливают материал, состоящий из стальной ленты, на которую спеканием нанесён тонкий слой сферических частиц пористой оловянистой бронзы, пропитанной смесью фторопласта со свинцом. Сталь обеспечивает необходимую прочность подшипника, бронза – теплопроводность, смесь тефлона со свинцом – смазочные свойства.

Лекция №5: Жидкости для систем охлаждения

Охлаждающие жидкости

Часть тепла, выделяющегося в процессе сгорания топлива в двигателе, идёт на нагревание деталей двигателя. При этом из-за очень высоких температур стенок камеры сгорания теряется мощность двигателя, так как ухудшается наполнение цилиндров. Кроме того, ухудшаются условия смазывания, появляется детонация, калильное зажигание, усиленное нагаро- и лакообразование, повышенное трение и изнашивание деталей и т.д. Чтобы предотвратить перегрев деталей, их охлаждают. Система охлаждения двигателя в зависимости от его быстроходности и мощности отводит 15...35 % теплоты, образующейся при сгорании топлива. В бензиновых и газовых двигателях доля отводимой теплоты больше, чем в дизелях. Система охлаждения может быть воздушной или жидкостной. Наибольшее распространение на автомобильных двигателях получили жидкостные системы охлаждения.

В двигателях внутреннего сгорания в блоке и головке блока цилиндров между двойными стенками находится рубашка системы охлаждения, заполняемая жидкостью. Охлаждающая жидкость отводит тепло от стенок и отдаёт тепло воздуху, проходящему через радиатор. При этом охлаждающая жидкость циркулирует в замкнутом пространстве системы охлаждения, нагреваясь в блоке и головке цилиндров и охлаждаясь в радиаторе. Для обеспечения нормальной работы двигателя охлаждающая жидкость должна удовлетворять определённым требованиям.

Основными являются следующие требования:

Минимальная температура замерзания;

Максимальная температура кипения;

Минимальный коэффициент объёмного расширения;

Минимальная вязкость;

Отсутствие воспламеняемости;

Отсутствие вспенивания;

Физическая и химическая стабильность;

Не вызывать изменения свойств конструкционных материалов;

Высокая теплоёмкость и теплопроводность.

Жидкостей удовлетворяющих всем этим условиям одновременно нет. Наибольшее распространение получили вода и антифризы.

Вода. Достоинства воды:

доступность;

безопасность (пожарная и взрывная);

безвредность (отсутствие токсичности);

высокая удельная теплоёмкость 4,19 кДж/(кг*К).

Недостатки воды:

высокая температура замерзания ($\approx 0^{\circ}\text{C}$);

увеличение объёма образующегося льда по сравнению с объёмом жидкости на 10 % при замерзании;

низкая температура кипения (100°C);

Эксплуатационные материалы

способность образования отложений.

В результате второго недостатка при низких температурах окружающего воздуха давление на стенки может возрасти до 250 МПа, что приводит к разрушению элементов системы охлаждения.

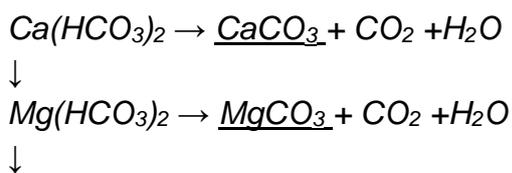
Для частичного устранения третьего недостатка систему охлаждения герметизируют, устанавливая на пробке радиатора два клапана: воздушный и паровой. Благодаря этому температура кипения воды в системе охлаждения несколько увеличивается ($\approx 119^{\circ} \text{C}$). Это, кроме того, позволяет увеличить температурный перепад в системе охлаждения и тем самым повысить эффективность теплообменных процессов. В результате можно снизить количество охлаждающей жидкости, уменьшить потребную поверхность радиатора, и сократить теплотери в охлаждающую жидкость.

Накипью называют плотные отложения, образующиеся на нагретых стенках системы охлаждения. Накипь состоит из выделившихся из воды солей калия и магния, взвешенных продуктов коррозии и механических загрязнений. Шламом называют илоподобные частицы и элементы разрушения накипи минерального или органического происхождения, скапливающиеся в застойных полостях рубашки охлаждения и в нижнем бачке радиатора.

Образование отложений в системе охлаждения ухудшает теплоотдачу стенок рубашки системы охлаждения на 40 %, так как накипь имеет низкую теплопроводность, и уменьшает сечение трубок радиатора и всех проходных сечений. Как следствие двигатель перегревается, что ведёт к увеличению расхода топлива. Отложения в системе охлаждения образуются в виде накипи и шлама.

Соли кальция и магния придают воде свойство, называемое жёсткостью воды, которое измеряется в мг-эквивалентах солей на 1 л воды. Жёсткость воды 1 мг-экв/л означает, что в воде содержится 20,04 мг/л ионов кальция или 12,16 мг/л ионов магния. Мягкой вода считается при содержании в ней солей до 4 мг-экв/л ($< 3 \text{ моль/м}^3$), средней – при 8 мг-экв/л ($3 \dots 6 \text{ моль/м}^3$), жёсткой – при $\geq 8 \text{ мг-экв/л}$ ($> 6 \text{ моль/м}^3$). Принято считать мягкой атмосферную воду (дождь, снег) мягкой, речную и озёрную – средней, колодезную и ключевую – жёсткой. Различают жёсткость временную, постоянную и общую.

Временная жёсткость характеризует содержание в воде в основном двух соединений – бикарбоната кальция $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и бикарбоната магния $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$. Эти соли находятся в воде только при наличии в ней некоторого количества свободной углекислоты. При кипячении свободная углекислота удаляется, и соли временной жёсткости распадаются на карбонаты, выпадающие в осадок, и диоксид углерода, уходящий в атмосферу:



Таким образом, при кипячении бикарбонаты удаляются из воды, поэтому обусловленную их присутствием жёсткость называют временной, то есть устранимой. Перед заливкой воду можно прокипятить и заливать в радиатор после фильтрования. При отсутствии такой обработки соли временной жёсткости выпадают в накипь при

Эксплуатационные материалы

первом же закипании в радиаторе. При этом происходит снижение временной жёсткости. Поэтому не следует часто менять воду в системе охлаждения.

Постоянная жёсткость определяется присутствием в воде более стойких солей: сульфаты (гипс $CaSO_4$, $MgSO_4$), хлориды ($CaCl_2$, $MgCl_2$), силикаты $CaSiO_3$, $MgSiO_3$ и др. Эти соединения при кипячении не разлагаются и не выпадают в осадок, если их концентрация не превосходит предел насыщения. Такие условия создаются при испарении части воды. Гипс, в отличие от большинства минеральных солей, обладает отрицательной растворимостью при повышении температуры растворимость гипса в воде уменьшается и его избыток выпадает в виде накипи. Присутствие гипса в накипи придаёт ей прочность и жёсткость.

Общей жёсткостью называют сумму временной и постоянной жёсткости.

Воду средней и высокой жёсткости перед использованием в системах охлаждения рекомендуется «умягчать».

Простейший способ умягчения – кипячение воды с последующей фильтрацией.

Другой способ – добавление соды и гашёной извести, что приводит к выпадению в осадок соединений кальция и магния, с последующей фильтрацией.

Наиболее эффективный способ – фильтрация воды через катионитовые фильтры. Катиониты – это вещества, способные вступать в ионообменную реакцию с растворёнными в воде солями. Они поглощают из воды ионы щелочноземельных элементов.

Снизить жёсткость воды можно так же путём её магнитной обработки. При прохождении воды через магнитное поле, растворённые в ней соли выделяются в виде хлопьев. Затем воду фильтруют.

Вещества, называемые антинакипинами, позволяют предотвратить образование накипи обработкой воды непосредственно в системе охлаждения. Их особенно необходимо добавлять в полевых условиях при отсутствии «мягкой» воды. Соли, находящиеся в воде, при добавлении антинакипинов, переходят в рыхлое состояние или удерживаются в виде перенасыщенного раствора. К антинакипинам относятся гексаметафосфат натрия $(NaPO_3)_6$, хромпик $K_2Cr_2O_7$, ортофосфат натрия $Na_3PO_4 \cdot 12H_2O$ и др.

Воду, предназначенную для системы охлаждения, необходимо предохранять от попадания в неё нефтепродуктов. Эти вещества уменьшают теплопроводность накипи и, следовательно, усугубляют её вред. Кроме того, они вызывают вспенивание воды и её выброс из системы охлаждения.

Из системы охлаждения шлам можно удалить многократной поочерёдной промывкой водой и продувкой сжатым воздухом. Для удаления накипи используют растворы веществ, обеспечивающих разрушение нерастворимых в воде солей накипи. Соли временной жёсткости удаляют кислыми растворами, постоянной – щелочными.

Все составы для удаления накипи, как и вода, оказывают коррозионное воздействие на металлы, особенно цветные.

Отложение накипи герметизирует систему охлаждения. Поэтому после её удаления, как правило, появляется течь в системе охлаждения.

При удалении накипи из системы охлаждения удаляют термостат, затем заливают раствор и выдерживают его в соответствии с инструкцией. После этого двигатель запускают и дают поработать 10...20 минут. После остановки двигателя раствор из

Эксплуатационные материалы

него сливают и промывают систему охлаждения 2...3 раза водой. Для предотвращения коррозии промывку рекомендуется проводить 1 % раствором хромпика.

Антифризы. Антифризы необходимо заливать в систему охлаждения двигателя при температурах окружающего воздуха ниже 0°C , так как вода при низких температурах замерзает и в значительной степени увеличивает объём. В качестве антифризов используют смеси воды со спиртами, воды с глицерином, смеси углеводородов. Наибольшее распространение получили смеси на основе двухатомного спирта-этиленгликоля ($\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}$). Этиленгликоль – это прозрачная бесцветная вязкая жидкость без запаха. Кипит этиленгликоль при 197°C , застывает – при $-11,5^{\circ}\text{C}$. Однако смеси этиленгликоля с водой застывают при более низких температурах. Меняя соотношение воды и этиленгликоля, можно получить смеси с температурой застывания от 0 до -70°C . Понижение температуры замерзания водно-этиленгликолевого при увеличении количества воды объясняется появлением гидрата этиленгликоля, обладающего низкой температурой застывания. Минимальная температура замерзания раствора – 73°C при содержании 33 % воды. Дальнейшее увеличение количества воды ведёт к росту температуры замерзания.

Поскольку вода и этиленгликоль имеют разную плотность, а при их смешении плотность изменяется аддитивно, оказалось возможным по плотности предсказать температуру застывания антифриза.

В связи с тем, что этиленгликоль оказывает коррозионное действие на металлы, в состав антифризов вводят антикоррозионные присадки: 1г/л декстрина (для защиты алюминия, меди, свинцово-олового припоя), 2,5...3,5 г/л динатрийфосфата (для защиты стали, чугуна, латуни, меди). Для предотвращения вспенивания в состав антифриза вводят антипенные присадки.

При испарении водных растворов этиленгликоля пар содержат значительно больше воды, чем этиленгликоля. Поэтому в условиях эксплуатации от испарения теряется практически только вода.

Из-за большого коэффициента объёмного расширения, при нагревании до рабочей температуры объём этиленгликолевых жидкостей увеличивается на 6...8 %. При застывании объём образующейся кашеобразной массы увеличивается очень незначительно и размораживания системы охлаждения не происходит.

Характерные особенности этиленгликолевых антифризов:

Увеличение на 6...8 % объёма при рабочей температуре.

Теплопроводность, теплоёмкость и плотность антифризов при равных температурах примерно на 15 % ниже этих показателей для воды. Отсюда температурный режим двигателя, охлаждаемого антифризом, выше, чем при охлаждении водой. Например, температура поршня возрастает на $10...15^{\circ}\text{C}$. Это может привести к некоторому снижению мощности, экономичности и детонации при высоких температурах окружающего воздуха.

Из-за более высокой температуры кипения и низкого давления насыщенных паров этиленгликоля по сравнению с водой при эксплуатации двигателя выкипает прежде всего вода. Поэтому при уменьшении жидкости в системе охлаждения из-за испарения необходимо добавлять воду.

Антифризы по сравнению с водой обладают более высокой подвижностью и проницаемостью. Поэтому к системе охлаждения с антифризом предъявляются более высокие требования по герметичности.

Эксплуатационные материалы

При замерзании антифризы образуют рыхлую массу с незначительным увеличением объёма. Поэтому механические повреждения систем охлаждения при замерзании антифриза исключены.

Антифризы разрушают детали, изготовленные из некоторых сортов резины.

Наибольшее распространение получили низкотемпературные жидкости 40, 65, а также тосолы А-40 и А-65. В других литературных источниках их обозначают ОЖ-40, ОЖ-65.

Жидкость марки 40 представляет собой смесь 53...56 % этиленгликоля и 44...47 % воды и имеет температуру застывания не выше -40°C и плотность 1065...1085 кг/м³. Жидкость марки 65 содержит 64...66 % этиленгликоля и 34...36 % воды и имеет температуру застывания не выше -65°C и плотность 1085...1100 кг/м³.

Иногда кроме вышеназванных присадок в жидкости добавляют молибденовокислый натрий, что улучшает их антикоррозионные свойства в отношении цинковых и хромовых покрытий. Такие антифризы имеют индексы 40М и 60М.

Кроме того, выпускают «тосол-А» (ОЖ-К), представляющий собой концентрированный этиленгликоль с присадками и плотностью 1100...1150 кг/м³. Пользоваться им можно только после разведения дистиллированной водой. Смесь «Тосола-А» и воды в соотношении 1:1 имеет температуру начала кристаллизации -35°C .

Кроме «тосола» выпускают низкотемпературную жидкость «Лена» с такими же характеристиками. «Тосол» имеет голубой цвет, «Лена» – жёлто-зелёный. Смешивать их при эксплуатации можно. Плотность низкотемпературных жидкостей измеряют «гидрометром», показывающим плотность/температуру застывания.

С течением времени присадки в антифризе подвергаются распаду, вследствие чего качество антифриза ухудшается. Поэтому срок эксплуатации антифриза 2 года или 60 тыс. км пробега при интенсивной эксплуатации.

Этиленгликоль и его растворы токсичные вещества, при попадании в желудочно-кишечный тракт вызывают отравление с поражением центральной нервной системы и органов кровообращения.

Высококипящие охлаждающие жидкости. Для охлаждения высокофорсированных двигателей используют жидкости, с температурами кипения выше 100°C . Такие жидкости состоят из смеси высокомолекулярных спиртов, гликолей и эфиров, выкипающих при температуре 110...120⁰ С. Их применение позволяет уменьшить теплотери в систему охлаждения и интенсифицировать процесс теплопередачи, что приводит к уменьшению поверхности радиатора и мощности, затрачиваемой на привод насоса системы охлаждения. Основные свойства этих жидкостей приведены в табл. 21.

Тормозные жидкости

Тормозные жидкости используют в тормозных системах с гидравлическим и пневмогидравлическим приводом.

Они должны обладать хорошими вязкостно-температурными и смазывающими свойствами, физической и химической стабильностью, а также быть инертными по отношению к металлам, резиновым деталям гидропривода.

Таблица 21

Свойства охлаждающих жидкостей

Свойства жидкости	Температура застывания	
	не выше – 40° С	не выше – 60° С
Плотность при 20° С, кг/м ³	1100	1050
Температура начала кипения, ° С	130...145	130...140
Температура конца кипения, ° С	–	195...210
Содержание механических примесей, % не более	0,005	0,005
Вязкость, мм ² /с:		
– 35° С	–	410
– 30° С	500	320
Внешний вид	Прозрачная бесцветная или слабомутная желтоватая жидкость	

Жидкость в системе привода обычно имеет температуру окружающего воздуха. Однако в колёсных тормозных цилиндрах за счёт тепла, выделяемого при трении в тормозных механизмах, жидкость нагревается. Закипание жидкости не допускается, так как при этом нарушается главное условие работы привода – несжимаемость жидкости. Пары жидкости уменьшаются в объёме даже при небольших давлениях и поэтому, передаваемое по гидросистеме усилие не доходит до рабочих колёсных цилиндров. То же самое происходит при попадании воздуха в гидропривод. Часть системы вместо несжимаемой жидкости наполняется легко сжимаемым воздухом и педаль тормоза проваливается.

Ассортимент тормозных жидкостей. Тормозные жидкости выпускают на основе растительного масла (чаще всего касторового) или гликолей (двухатомных спиртов).

Касторовое масло имеет высокие смазывающие свойства и не вызывает набухания или размягчения резины и изготовленных из неё уплотнительных деталей. Однако высокая вязкость и относительно высокая температура застывания (- 16° С) исключает использование касторового масла в чистом виде. Поэтому тормозные жидкости готовят смешением касторового масла со спиртами – изопентанол, бутанол, этанол. Попадание воды в такие смеси приводит к снижению концентрации спирта, что вызывает расслоение жидкости. Такие смеси имеют низкую температуру застывания, однако уже при – 20° С происходит интенсивная кристаллизация составляющих касторового масла. Поэтому касторовые тормозные жидкости при температурах ниже – 20° С применять не рекомендуется.

Жидкости на основе гликолей и этилкарбитола по многим свойствам превосходят спиртокасторовые смеси. Они имеют хорошие низкотемпературные свойства (не замерзают при – 60° С), низкую испаряемость и высокую температуру вспышки. Все эти смеси нейтральны по отношению к резиновым немаслостойким деталям, так что могут применяться в тормозной системе автомобилей с обычными резиновыми уплотнителями. Эти жидкости нельзя смешивать со спиртокасторовыми жидкостями,

Эксплуатационные материалы

так как происходит выпадение касторового масла. Применение жидкостей на основе гликолей и этилкарбитола обеспечивает работу гидравлического привода при температурах окружающего воздуха + 50...– 50⁰ С. Все эти жидкости токсичны.

«Нева» – тормозная жидкость на основе 51...59 % этилкарбитола, 31...34 % диолов, 5 % эфиров и 13,5 % смесей гликолей и полигликолей, а также вязкостная и противокоррозионная присадки. Имеет цвет от светло-жёлтого до жёлтого, прозрачная. Она рекомендуется для легковых автомобилей. $t_{\text{кипения}} = 190...195^{\circ} \text{С}$, $t_{\text{применения}} = +50...-50^{\circ} \text{С}$. Плотность при 20⁰ С 1012...1015 кг/м³. Жидкость огнеопасна, при попадании на кожу вызывает дерматит.

«Томь» – состоит из этилкарбитола, боратов, загущающих, антикоррозионных и противоизносных присадок. Имеет цвет от светло-жёлтого до жёлтого. $t_{\text{кипения}} = 205...220^{\circ} \text{С}$, $t_{\text{применения}} = + 50...- 50^{\circ} \text{С}$. При $t_{\text{окружающего воздуха}}$ ниже – 40⁰ С допускается добавка до 20 % этилового спирта.

«Роса» – тормозная жидкость на основе боросодержащих олигомеров алкиленоксидов, в которую введены антиокислительная и антикоррозионная присадки. $t_{\text{кипения}} = 260^{\circ} \text{С}$, $t_{\text{применения}} = + 50...- 50^{\circ} \text{С}$. Имеет цвет от светло-жёлтого до светло-коричневого. Жидкость «Роса ДОТ-4» превосходит «Росу» по эксплуатационным свойствам.

БСК – смесь равных частей касторового масла и бутанола (50х50%), окрашена в оранжево-красный цвет. В автомобилях ВАЗ не применяется. Рекомендуется использовать в зонах умеренного климата не ниже – 20⁰ С из-за кристаллизации касторового масла, которая уже начинается при – 5⁰ С. $t_{\text{кипения}} = 115^{\circ} \text{С}$. Плотность при 20⁰ С 890...9000 кг/м³. Жидкость обладает хорошими смазывающими свойствами, не вызывает большого набухания или размягчения уплотнительных деталей тормозной системы.

АСК – смесь равных частей касторового масла и с изопентенолом.

ЭСК – смесь равных частей касторового масла и с этанолом. Жидкости АСК и ЭСК рекомендуется использовать в том же температурном диапазоне, что и жидкость БСК. Эти жидкости могут давать при высоких температурах паровые пробки, так как имеют низкую температуру кипения (этанол кипит при 78⁰ С).

ГТЖ-22 – жидкость на основе двухатомных спиртов.

ГТЖ-22 – так же жидкость на основе двухатомных спиртов с антикоррозионной и противоизносной присадками. Эти жидкости имеют зелёный цвет, застывают при температуре не выше – 65⁰ С., ядовиты.

Амортизаторные жидкости

Амортизаторные жидкости используют в качестве жидкой среды в телескопических и рычажно-кулачковых амортизаторах автомобилей и других машин. Работа амортизатора основана на поглощении кинетической энергии колебания подрессоренных масс при протекании под давлением жидкости через узкие отверстия из одной полости в другую. Эти жидкости должны иметь пологую вязкостно-температурную характеристику, низкую температуру застывания (*кратко: замёрзнет – амортизатор не работает – устойчивость движения и комфортабельность езды ухудшаются, но главное устойчивость, так как связано с безопасностью*), необходимую вязкость.

Эксплуатационные материалы

Температура амортизаторных жидкостей может изменяться от температуры окружающего воздуха, например, -50°C в северных районах, до $+120\dots140^{\circ}\text{C}$ при работе. Давление жидкости в амортизаторах достигает $8\dots12$ МПа. Основное требование к амортизаторным жидкостям – оптимальная вязкость с минимальными изменениями во всём рабочем диапазоне температур.

АЖ-170 – смесь полиэтилсилоксанов с очищенным нефтяным маслом. Применяют в интервале температур $-60\dots+130^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{вспышки}} = 245^{\circ}\text{C}$.

МГП-10 – смесь маловязкого трансформаторного масла и синтетической полиэтилсилоксановой жидкости, в которую для улучшения эксплуатационных свойств введены: осернённый кашалотовый жир, полимерная депрессорная, а также антиокислительная и антипенная присадки. Застывает жидкость при -40°C , $t_{\text{вспышки}} = +150^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{застывания}} = -40^{\circ}\text{C}$.

МГП-12. В состав её входят антиокислительные и противопенные присадки. Кинематическая вязкость при 50°C $12\text{ мм}^2/\text{с}$.

АЖ-12Т – фракция трансформаторного масла, загущена полиэтилсилоксановой жидкостью с добавлением противоизносной и антиокислительной присадок. Кинематическая вязкость при 50°C $10\text{ мм}^2/\text{с}$, $t_{\text{застывания}} = -55^{\circ}\text{C}$, что обеспечивает мягкую работу амортизаторов в любое время года. Это прозрачная жидкость от светло-жёлтого до светло-коричневого цвета.

Широко используют заменители амортизаторных жидкостей:

АУ (МГ-22-А) и АУП (МГ-22-Б). Однако у них высокая температура застывания и неудовлетворительная вязкостно-температурная характеристика. Их вязкость быстро возрастает при понижении температуры окружающего воздуха. В связи с этим увеличивается жёсткость работы амортизаторов.

Смесь турбинного и трансформаторного масел в соотношении примерно 1:1. Однако эта смесь не в полной мере отвечает требованиям, так как имеет недостаточно хорошую вязкостно-температурную характеристику и высокую температуру застывания -30°C .

Гидравлические масла

В некоторых вспомогательных механизмах автомобилей могут использоваться гидравлические масла. Они должны обладать хорошими смазывающими свойствами, химической стабильностью, не разлагаться и не расслаиваться, не разъедать цветные и чёрные металлы, резину и кожу.

Обозначение гидравлических масел производится в соответствии с **ГОСТ 17479.3-85 «Обозначение нефтепродуктов. Масла гидравлические»**. Обозначение состоит из группы знаков, первая из которых обозначается буквами **МГ** (минеральное гидравлическое); вторая группа знаков обозначается цифрами и характеризует класс кинематической вязкости при 40°C (табл. 20); третья – обозначается буквами и указывает на принадлежность масла к группе по эксплуатационным свойствам (табл. 22).

Таблица 22

Класс вязкости гидравлических масел

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

Наибольшее распространение получили следующие гидравлические масла:

Масло веретённое АУ (МГ-22-А) используют в различных гидравлических передачах, амортизаторах, гидроусилителях руля, для смазывания узлов и механизмов, работающих в условиях низких температур, а также в станках, работающих при частоте вращения до 160 мин⁻¹.

Плотность масла 886...896 кг/м³, $t_{застывания} \approx -45^{\circ}\text{C}$. Обеспечивает пуск механизма при температуре выше -35°C . Кратковременный верхний предел температуры 90°C , оптимальная рабочая температура $50...60^{\circ}\text{C}$. Вырабатывается из низкозастывающих нефтей, подвергающихся очистке.

Масло гидравлическое АУП (МГ-22-Б) обладает хорошими противокоррозионными и антиокислительными свойствами, содержит до 2 % присадок. Обеспечивает пуск гидросистемы без предварительного прогрева при температурах выше -35°C . Максимальная кратковременно допустимая температура масла при эксплуатации 125°C , оптимальная рабочая температура $50...60^{\circ}\text{C}$, $t_{застывания} \approx -45^{\circ}\text{C}$. Масло получают из низкозастывающих нефтей с добавлением антиокислительной, антикоррозионной, противоизносной и противопенной присадок.

Масло гидравлическое ВМГЗ (МГ-15-В) используют в средней полосе нашей страны в летний и зимний период в качестве рабочей жидкости для гидравлических систем авто-мототехники при температуре масла в системе от -70 до $+50^{\circ}\text{C}$. Максимальная кратковременно допустимая температура масла при эксплуатации 90°C , оптимальный температурный режим $35...40^{\circ}\text{C}$, $t_{застывания} \approx -60^{\circ}\text{C}$. Вырабатывается из низкозастывающих нефтей с добавлением антиокислительной, антикоррозионной, противоизносной и противопенной присадок.

Масло МГ-30У получают из гидравлического масла **МГ-30 (МГ-46-В)**, в которое добавляют 1,5 % присадки ДФ-11, и применяют в объёмных гидроприводах ведущих колёс сельскохозяйственной техники. Масло имеет высокие противоизносные, противозадирные, вязкостные свойства, которые не изменяются в процессе длительной работы на максимальных нагрузочных режимах.

Масло Р (МГ-22-В) для гидрообъёмных систем автомобилей производят на основе веретённого масла АУ, в которое добавляют моющую, противоизносную,

Эксплуатационные материалы

антиокислительную и противопенную присадки. Масло обеспечивает запуск систем при температурах выше – 35⁰ С без специального подогрева. Максимальная кратковременно допустимая при эксплуатации температура масла 125⁰ С, оптимальная рабочая температура 50...60⁰ С, t_{застывания} ≈ - 45⁰ С.

Таблица 23

Группы гидравлических масел по эксплуатационным свойствам

Группа масла	Состав масла	Рекомендуемая область применения
А	Минеральные масла без присадок	Гидросистемы с шестерёночными, поршневыми насосами, работающие при давлении до 15*10 ³ МПа и температуре масла в объёме до 80 ⁰ С
Б	Минеральные масла с антиокислительными и антикоррозионными присадками	Гидросистемы с насосами всех типов, работающие при давлении до 25*10 ³ МПа и температуре масла в объёме более 80 ⁰ С.
В	Минеральные масла с антиокислительными, антикоррозионными и противоизносными присадками	Гидросистемы с насосами всех типов, работающие при давлении свыше 25*10 ³ МПа и температуре масла в объёме более 90 ⁰ С.

. **Индустриальное масло И-ЛГ-А-15 (И-12А)** применяют для гидроусилителя руля и других систем автомобилей в зимний период, а масло **И-Г-А-32 (И-20А)** – в летний период.

Пусковые жидкости

Пусковые свойства двигателей зависят от качества применяемых топлив и масел. Пуск двигателей при низких температурах облегчается при использовании бензинов с большим количеством лёгких фракций, дизельных топлив с высоким цетановым числом и масел с небольшой вязкостью при низких температурах. Однако даже очень хорошие топлива не могут обеспечить одновременно и пуск двигателя при низких температурах, и бесперебойную работу прогретого двигателя. В связи с этим широкое распространение получают специальные жидкости, с помощью которых осуществляется запуск двигателя при низких температурах.

В нашей стране применяют две жидкости: «Холод Д-40» для дизелей и «Арктика» для бензиновых двигателей.

Эксплуатационные материалы

Обязательным компонентом пусковых жидкостей является этиловый эфир $C_2H_5-O-C_2H_5$. У него низкая температура самовоспламенения, высокое давление насыщенных паров и широкие пределы воспламеняемости.

При пуске холодного двигателя повышается теплоотдача в стенки цилиндра и также вследствие других причин понижается температура воздуха в конце такта сжатия. В этом состоянии этиловый эфир позволяет обеспечить самовоспламенения горючей смеси при относительно невысоких температурах $190...220^{\circ}C$. При этом наиболее эффективно применять этиловый эфир в чистом виде. Однако в этом случае происходит очень резкое повышение давления в цилиндре двигателя, что может привести к поломке деталей. Чтобы избежать этого содержание этилового эфира в пусковых жидкостях для дизелей обычно доводят до $60...75\%$.

В бензиновых двигателях при пуске используют свойство этилового эфира воспламеняться в смеси с воздухом в широких концентрационных пределах. Это позволяет достичь воспламенения с помощью искры очень бедных смесей. Но содержание этилового эфира в пусковых жидкостях для бензиновых двигателей может быть меньшим, чем в жидкостях для дизелей.

При использовании пусковой жидкости в дизеле воспламенение начинается с воспламенения этилового эфира и в последнюю очередь воспламеняется само топливо. Для обеспечения постепенного и последовательного воспламенения в состав пусковых жидкостей вводят изопропилнитрат и смесь низкокипящих углеводородов.

Изопропилнитрат воспламеняется несколько позже этилового эфира, но раньше основного топлива. Смесь низко кипящих углеводородов, целиком испаряясь в цилиндре, воспламеняется несколько позже изопропилнитрата, но так же раньше основного топлива. Наличие такой последовательной цепочки обеспечивает хорошую подготовку основного топлива к воспламенению и началу видимого сгорания, что существенно снижает скорость нарастания давления. Оптимальное содержание изопропилнитрата и смеси низкокипящих углеводородов в жидкостях для дизелей составляет $\approx 15\%$.

В жидкостях для бензиновых двигателей смесь низкокипящих углеводородов обеспечивает образование горючей смеси, способной воспламеняться от искры. Учитывая необходимость подготовки горючей смеси при довольно низких температурах, в жидкость для бензиновых двигателей добавляют смесь самых низкокипящих углеводородов в большем количестве, чем в жидкость для дизелей. Надёжной подготовке топливоздушной смеси к воспламенению от искры способствует введение в состав жидкости для бензиновых двигателей небольшого количества изопропилнитрата.

Снижение износа трущихся деталей в первый период пуска двигателей достигается введением в состав пусковых жидкостей масла, содержащего противоизносные или противозадирные присадки. В дизелях в период пуска возникают более высокие нагрузки на трущиеся пары, чем в бензиновых двигателях. Исследованиями установлено, что для снижения пускового износа в составе дизельной пусковой жидкости должно быть не менее 10% масла. Применение такой жидкости в бензиновых двигателях приводит к «замасливанию» свечей зажигания, к перебоям в появлении искры. В связи с этим в пусковых жидкостях для бензиновых двигателей содержание масла не должно превышать 2% . Такое количество масла обеспечивает

Эксплуатационные материалы

смазку трущихся деталей в первый период пуска менее напряжённого бензинового двигателя и в то же время не вызывает нарушений в работе свечей зажигания.

Кроме указанных основных компонентов в пусковые жидкости добавляют в небольшой концентрации некоторые присадки, улучшающие те или иные эксплуатационные свойства.

Применение пусковых жидкостей позволяет уменьшить минимальную частоту вращения коленчатого вала двигателя при пуске в несколько раз.

Пусковые жидкости «Арктика» и «Холод Д-40» позволяют запускать холодные двигатели без подогрева при температуре окружающего воздуха до – 40° С. При этом необходимо применять загущенные или маловязкие моторные масла и заряженный аккумулятор. При температурах воздуха ниже – 40° С двигатели можно пустить только после предварительного разогрева. Однако и в этом случае применение пусковых жидкостей позволяет сократить длительность разогрева двигателя и повысить надёжность его пуска.

Долгое время считали, что пуск холодного двигателя сопровождается резким увеличением износа трущихся деталей. Повышение износостойкости металлов и применение эффективных присадок к моторным маслам позволило резко уменьшить пусковые износы двигателей. В состав отечественных пусковых жидкостей «Арктика» и «Холод Д-40» входит масло с необходимыми присадками.

Таким образом, применение пусковых жидкостей является эффективным средством сокращения сроков пуска двигателей и повышения его надёжности при любых отрицательных температурах.

Таблица 24

Состав отечественных пусковых жидкостей

Компонент	Содержание компонента, %	
	Арктика	Холод Д-40
Этиловый эфир	45...60	58...62
Изопропилнитрат	1...5	13...17
Смесь низкокипящих углеводородов	35...55	13...17
Масло	2	8...12

Лекция №6: Экологические свойства и экономия топливо-смазывающих материалов

Экологические последствия использования нефтяных топлив проявляются в следующих направлениях:

Изменение химического состава атмосферы.

Загрязнение почвы и воды нефтепродуктами.

Токсическое последствие воздействия топлив на людей при непосредственном контакте.

Загрязнение воздуха городов токсичными веществами, содержащимися в отработавших газах.

Пожарная и взрывная опасность топлив.

Двигатели внутреннего сгорания являются основными потребителями углеводородного топлива, при сгорании которого расходуется кислород и выделяется диоксид углерода CO_2 вместе с другими токсичными экологически вредными веществами. Ежегодно потребляется около 30 миллиардов тонн кислорода и выбрасывается в атмосферу свыше 50 миллиардов тонн диоксида углерода. В результате концентрация этого вещества в атмосфере Земли постоянно возрастает, что может привести к изменению соотношения между поглощённой и отражённой Землёй энергией Солнца и вызвать глобальные изменения климата.

Попадание нефтепродуктов на почву вызывает изменение её структуры, химического и микробиологического состава, а так же гидроаэрологического режима поверхностных слоёв, что, в конечном счёте, приводит к угнетению и гибели растений. Восстановление производительной способности загрязнённой почвы проходит очень медленно, например, урожайность и качества сельскохозяйственных земель восстанавливаются лишь через 5...8 лет.

При попадании нефтепродуктов в воду они растекаются, образуя тончайшую, стабильную плёнку, вплоть до мономолекулярной. Отсюда относительно небольшие количества нефтепродуктов перекрывают громадные количества воды, например, 1 тонна нефти покрывает плёнкой 10 км^2 водной поверхности. Эта плёнка нарушает условия теплообмена водного бассейна с атмосферой, что влияет на климат планеты, вызывает загрязнение и гибель водной растительности и живых организмов. Разрушение таких плёнок под действием микробиологических процессов, растворения, окисления и выпадения в осадок происходит в течение длительного времени – до нескольких месяцев.

Большинство нефтепродуктов хорошо растворяется в биологических жирах и легко проникает в организм даже через неповреждённую кожу, вызывая при длительном воздействии изменение жизненно важных обменных процессов.

Токсичность топлив зависит от элементарного, группового и фракционного составов. Алканы (парафины) действуют на нервную систему как наркотики, токсичность изоалканов ниже, чем углеводородов нормального строения. Цикланы более токсичны, чем алифатические углеводороды. Наличие двойных связей увеличивает токсичность углеводородов. Токсичность смеси углеводородов выше

Эксплуатационные материалы

токсичности отдельных её компонентов. Присутствие серо- и кислородосодержащих соединений усиливает токсичность нефтепродуктов.

Таким образом, с утяжелением фракционного состава, увеличением гетероорганических соединений и ростом числа компонентов в смеси токсичность топлива увеличивается. Основное токсичное воздействие оказывают пары топлив, поэтому, не смотря на более тяжёлый фракционный состав, дизельные топлива менее токсичны, чем бензины, так как их испаряемость ниже.

Входящий в состав этилированных бензинов тетраэтилсвинец является одним из сильнейших ядов, действующих на нервную систему человека через кожу, дыхательные пути и желудочно-кишечный тракт. Он обладает кумулятивным свойством – способностью постепенно накапливаться в организме человека. Особая опасность этого вещества заключается в том, что отравление обнаруживается лишь в хронической форме. Слабое отравление вызывает тошноту, головные боли, быструю утомляемость, притупление памяти и другие болезненные проявления. Накопление тетраэтилсвинца в организме свыше определённых пределов вызывает тяжёлые нервно-психические расстройства, которые могут закончиться параличом или смертельным исходом. При попадании этилированного бензина на кожу или одежду лёгкие фракции его быстро испаряются, а тетраэтилсвинец остаётся ($t_{\text{кипения}} = 200^{\circ}\text{C}$) и будет проникать в организм человека. В растительных продуктах питания, культивируемых в местах использования этилированного бензина, концентрация свинца может превысить нормы, безопасные для здоровья человека.

Таким образом, наряду с поисками конструкторских решений одно из основных направлений снижения токсичности отработавших газов и нефтепродуктов заключается в подборе качества и свойств топлив и смазочных материалов.

Процесс сгорания топлива проходит в условиях, значительно отличающихся от оптимальных. Сгорание топлива ухудшают:

- предельно малое время на процесс сгорания;

- малые объёмы камеры сгорания, и, следовательно, значительные теплотери в стенки и большое влияние пристеночного, относительно холодного слоя в газа на протекание реакции горения;

- физическая и химическая неоднородность горючей смеси;

- переменные по температуре и давлению условия сгорания, то есть работа большей частью на неустановившихся режимах.

Всё это приводит к неоднозначности хода реакции окисления топлива, его незавершённости и наличию продуктов неполного сгорания в отработавших газах. Большинство этих продуктов токсичные вещества:

- оксид углерода CO (угарный газ);

- оксиды азота NO, NO₂, N₂O₄, N₂O₅, NO_x;

- несгоревшие или не полностью сгоревшие углеводороды и продукты их термического разложения C_nH_m;

- сажа;

- оксиды серы SO₂, SO₃;

- альдегиды, кетоны;

- соединения свинца и другие продукты неполного окисления.

Эксплуатационные материалы

Оксид углерода является продуктом неполного окисления углерода. Он образуется в основном при горении с недостатком воздуха ($\alpha < 1$), может образовываться и при $\alpha < 1$, в результате диссоциации молекул CO_2 при относительно высоких температурах или, наоборот, при низких температурах, достаточных для развития начальных стадий окисления углерода в CO , но недостаточных для дальнейшего окисления CO в CO_2 . Например, в пристеночных слоях или при сгорании сильно обеднённых смесей. В дизелях, вследствие того что они работают при больших коэффициентах избытка воздуха, содержание CO в отработавших газах сравнительно невелико, менее 0,3 %. Попадая через лёгкие в кровь человека, оксид углерода образует с гемоглобином устойчивое соединения – карбоксигемоглобин, в результате чего наступает кислородное голодание. Длительное пребывание в среде с концентрацией CO до 650 мг/м^3 вызывает потерю сознания. Пребывание в среде с концентрацией более 2,5 тыс. мг/м^3 приводит к острым отравлениям, последствиями которых является стойкие нарушения деятельности центральной нервной системы до смертельного исхода. При частом и длительном пребывании в среде с концентрациями CO меньше указанных возникает хроническое отравление.

Содержащиеся в отработавших газах **углеводороды** C_nH_m представляют собой смесь многих химических соединений. Основной причиной наличия углеводородов является торможение процесса дегидрогенизации, происходящее, как по всему объёму камеры сгорания, так и наиболее интенсивное в пристеночных зонах камеры сгорания. Наличие углеводородов свидетельствует о плохой организации процесса смесеобразования и сгорания или значительной недостатке воздуха в смеси. Увеличение количества углеводородов наблюдается при работе холодного двигателя, при использовании горючей смеси, находящей вблизи пределов воспламенения – очень бедной или богатой, а также при недостаточно эффективной работе системы зажигания. Углеводороды и продукты, образующиеся при их взаимодействии с веществами, содержащимися в атмосферном воздухе, оказывают многостороннее отрицательное воздействие на человека и животных. В частности, образуются вещества обладающие:

- канцерогенными, способными вызывать злокачественные опухоли;
- тератогенными, приводящими к появлению врождённых уродств;
- мутагенными, вызывающими изменение наследственности;
- эмбриотоксическими, вызывающими поражение плода

свойствами. К таким веществам относятся полициклические ароматические углеводороды, среди которых наибольшее биологическое воздействие оказывает бензапирен. Это вещество образуется в результате разложения и полимеризации тяжёлых фракций топлива и моторного масла при недостатке воздуха. При температурах свыше 910°C бензапирен разлагается. Вследствие высокой температуры плавления – 180°C – и кипения 310°C – бензапирен в чистом виде практически не представляет опасности для загрязнения воздуха. Однако он адсорбируется сажевыми частицами, выбрасываемыми в виде дыма с отработавшими газами, и попадает в таком виде в атмосферу.

Альдегиды и другие продукты неполного окисления топлива образуются при нарушении процессов сгорания смеси, связанных с прекращением реакции горения на этапе образования промежуточных продуктов. Это может происходить, в частности, в

Эксплуатационные материалы

зонах камеры сгорания с переобеднённой или переобогащённой рабочей смесью, на режимах запуска или прогрева двигателя.

Соединения **свинца** образуются в реакциях с выносителем свинецсодержащих антидетонационных присадок при сгорании этилированных бензинов. В атмосфере они присутствуют в виде аэрозолей.

Сажа является продуктом пиролиза и крекинга топлива, происходящих в результате его высокотемпературного нагрева при недостатке кислорода. Такие условия характерны для дизелей из-за температурной и концентрационной неоднородности заряда. В результате возможно соседство высокотемпературных зон горения с зонами, переобогащёнными топливом. Большая часть сажи сгорает в цилиндре и только около 1 % выбрасывается с отработавшими газами, образуя дымный выхлоп. Количество сажи зависит от способа смесеобразования. Дымность вихрекамерных и предкамерных дизелей меньше, чем у двигателей с непосредственным впрыском. Наибольшее образование сажи происходит при впрыске последних порций топлива, которые попадают не в воздух, а в высокотемпературные продукты сгорания. С утяжелением фракционного состава и увеличением соотношения углерода к водороду в топливе его склонность к сажеобразованию возрастает. Значительное влияние на образование сажи и её выделению с отработавшими газами оказывает групповой состав топлива. Склонность к образованию сажи у ароматических углеводородов в среднем в 10 раз больше, чем у олефиновых, которые в свою очередь образуют в 2 раза больше сажи, чем парафиновые. Наибольшее количество сажи дают топлива, содержащие тяжёлые ароматические углеводороды. Сажа является загрязнителем воздуха, но не обладает выраженными токсичными свойствами. Но она является переносчиком адсорбированных на её поверхности вредных веществ, например бензапирена.

Образование **оксидов азота** NO_x непосредственно не связано с реакциями горения топлива и обусловлено процессами диссоциации и цепных реакций кислорода и азота в условиях высоких температур и давлений, при которых молекулы азота и кислорода разлагаются на атомы. Энергия активации этой реакции достаточно велика, поэтому она может протекать лишь при высоких температурах, более 1600°C . При быстром снижении температуры происходит замораживание первоначальной концентрации NO_x на уровне, близком к максимальному значению температуры. Образование оксидов азота при увеличении количества кислорода в смеси возрастает. В двигателях с принудительным воспламенением концентрация оксидов азота в отработавших газах наблюдается при коэффициенте избытка воздуха 1,02...1,08. При обеднении смеси снижается температура, при обогащении – сокращается количество кислорода; и то и другое ведёт к уменьшению образования оксидов азота. Непосредственно в зоне пламени образуется только NO и далее при наличии свободного кислорода в камере сгорания, в выпускном тракте или в атмосфере происходит образование высших оксидов азота. Локальные температуры в зонах камеры сгорания дизеля могут быть выше, чем в двигателях с принудительным воспламенением. Это приводит к увеличению концентрации NO_x в их отработавших газах.

Оксиды серы SO_2 и SO_3 появляются в отработавших газах из-за применения топлив, недостаточно очищенных от соединений серы, которые содержались в нефти. Оксиды серы оказывают вредное влияние на живые организмы, замедляют и даже

Эксплуатационные материалы

прекращают рост растительности, увеличивают заболеваемость и сокращают продолжительность жизни человека. Оксиды серы при соединении с влагой образуют серную и сернистую кислоты, вызывающие повышение кислотности атмосферы и водоёмов, интенсивную коррозию металлических конструкций, а также ускорение разрушения зданий и сооружений.

В среднем современный автомобиль в течение года эксплуатации выделяет в окружающую среду 800 кг окислов углерода, 115 кг углеводородов и 38 кг оксидов азота. Более 80 % веществ, загрязняющих атмосферу городов, дают двигатели внутреннего сгорания. Это приводит к увеличению заболеваемости людей в 1,5...2 раза.

Различают активные и пассивные методы снижения токсичных веществ в отработавших газах.

Активные методы основаны на воздействии на рабочий процесс двигателя для уменьшения образования токсичных веществ и использовании топлив, дающих при сгорании минимальное количество таких веществ. Пассивные методы основаны на нейтрализации в выпускной системе двигателя уже образовавшихся токсичных продуктов.

Оксид углерода и углеводороды являются продуктами неполного сгорания топлив, поэтому снизить их в отработавших газах можно путём обеднения рабочих смесей, введением в топливо присадок, интенсифицирующих процесс сгорания и расширяющих концентрационные пределы воспламеняемости, внедрением в конструкцию двигателя мероприятий, обеспечивающих устойчивое протекание рабочего процесса на обеднённых смесях, улучшением процессов смесеобразования. Кроме того, уменьшения токсичных отработавших газов можно за счёт использования топлив, обеспечивающих большую полноту сгорания топлива – сжатых и сжиженных газов и т.д. Работа на технически исправном автомобиле является важным условием снижения токсичности отработавших газов

К пассивным методам снижения токсичности отработавших газов относят дожигатели и каталитические нейтрализаторы, в которых продукты неполного сгорания дожигаются в присутствии катализатора или без него. В табл. 19 представлено содержание токсичных компонентов в отработавших газах бензиновых и дизельных двигателей.

Пожарная опасность топлива определяется их огнеопасностью и взрывоопасностью. Их определяют следующими показателями качества: температура вспышки, температура воспламенения и самовоспламенения, предельной концентрацией смеси паров топлива с воздухом, в пределах которой смесь взрывоопасна (верхний и нижний предел).

Таблица 19

Содержание токсичных компонентов в отработавших газах, %

Компонент	Содержание компонента	
	Бензиновый	Дизельный
Оксид углерода	6,0	0,5
Оксиды азота	0,5	0,25
Углеводороды	0,05	0,01

Эксплуатационные материалы

Альдегиды	0,03	0,002
Сажа	0,05	0,25

Температура вспышки зависит от фракционного состава. При прочих равных условиях эта температура тем ниже, чем больше в топливе низкокипящих углеводородов и выше давление насыщенных паров (табл. 20). Для большинства топлив температура воспламенения на 10⁰ С выше температуры вспышки, причём чем ниже температура вспышки, тем меньше эта разница.

Возникновение в топливо-воздушной смеси взрывоопасной концентрации тем вероятнее, чем выше давление насыщенных паров и ниже температура начала кипения. Поэтому взрывоопасность бензина намного выше, чем дизельного топлива. Можно считать правилом, что горение в ёмкостях бензина или керосина обязательно сопровождается взрывом.

Таблица 20

Температура вспышки нефтепродуктов, °С

Топливо	Температура вспышки в закрытом тигле	Масло	Температура вспышки в открытом тигле
Бензин	- 50	Моторное	190...235
автомобильный	40...60	Моторное	165...180
Дизельное	80...100	загущенное	300...310
Мазут		Цилиндровые	120...240
		Индустриальные	

ЭКОНОМИЯ ТОПЛИВА И МАСЕЛ

При производстве эксплуатационных материалов затрачиваются большие материальные средства, поэтому топлива, смазочные масла, пластичные смазки, технические жидкости являются ценными продуктами, экономия которых имеет большое народнохозяйственное значение.

Экономия материалов складывается из комплекса мероприятий при их приёме, хранении, выдаче, расходовании и т.д.

Экономия топлива заключается в предотвращении и сокращении потерь на складе, при заправке, умелом вождении, поддержании автомобиля в технически исправном и отрегулированном состоянии.

Потери нефтепродуктов могут быть количественные и качественные и качественные. Они возникают по разным причинам. Количественные потери увеличивают расход нефтепродуктов, повышают стоимость эксплуатации машин, качественные изменяют качество нефтепродуктов.

Количественные потери наблюдаются при разливе, разбрызгивании и утечках нефтепродуктов, через краны, фланцевые соединения, и муфтовые соединения на

Эксплуатационные материалы

всех этапах транспортировки, хранении, заправке и применении. Эти потери происходят из-за испарения, различных подтеканий, просачивания нефтепродуктов, вследствие неисправности оборудования и резервуаров, автоцистерн, плохого соединения трубопроводов, неправильного использования шлангов, отсутствия механизированной заправки.

Для снижения количественных потерь необходимо немедленно исправлять замеченные неполадки. Потери от испарения полностью устранить не удаётся.

Потери нефтепродуктов от испарения бывают при хранении, отпуске и приёмке, перевозках, заправках и других операциях.

В резервуарах заполненных нефтепродуктами, всё время происходят сложные и недостаточно изученные процессы испарения, конвенции паров, что приводит к потерям нефтепродуктов. Потери топлив неизбежны при так называемых дыханиях резервуаров. Различают «малое дыхание» наблюдаемое из-за разности температур дня и ночи, и «большое дыхание», например, при наполнении резервуаров.

Снижение потерь от малых дыханий достигается уменьшением колебания температуры газового пространства. В результате исследований установлено, что средняя температура парового пространства в резервуаре выше средней температуры наружного воздуха на 2...8 градусов для вертикальных и на 1...10 градусов для горизонтальных резервуаров.

Уменьшить потери от испарения при больших дыханиях резервуара можно проведением следующих мер:

уменьшением различных перекачек нефти внутри нефтебазы;

2) заполнением резервуара снизу под уровень находящегося в резервуаре продукта, что снижает на 30...40 % потери по сравнению с наливом открытой струёй сверху;

установкой на крыше резервуаров возвращающих адсорберов, в которые улавливается нефтепродукт находящийся в паро-воздушной смеси;

установкой газовых труб, с помощью которых соединяют между собой резервуары, предназначенные для хранения одного сорта нефтепродуктов. В этом случае при заполнении резервуара паровоздушная смесь из него будет вытесняться в другую, а не бесследно теряться в атмосфере;

5) запрещением проветривать резервуар перед новым заполнением, т.к. при проветривании в 2...4 раза увеличиваются потери.

Рекомендуется также проводить ряд других мероприятий для уменьшения потерь нефтепродуктов от испарения. Хранение легко испаряющихся жидкостей в подземных резервуарах, в вертикальных резервуарах, окраска резервуаров в светлые цвета, отражающие солнечные лучи и обеспечивающие меньшее нагревание нефтепродукта. При хранении нефтепродуктов в бочках, последние необходимо помещать в укрытиях, закрывать брезентом, охлаждать сверху водой и т.д.

Потери увеличиваются при большой поверхности испарения. Поэтому для уменьшения потерь выгоднее хранить нефтепродукт в большей ёмкости, чем то же количество, но в нескольких малых ёмкостях.

При транспортировке нефтепродуктов в бочках надо следить за правильным их наполнением (90...95 %), обеспечить полную герметизацию бочек, и правильное крепление в кузовах машин. Перекачивание бочек приводит к их смятию и пробоинам, что вызывает большие потери.

Эксплуатационные материалы

Качественные потери происходят от загрязнения и обводнения нефтепродуктов в результате внутренних химических превращений, при испарении топлив, их смешивании и т.д.

Для устранения потерь, необходимо следить за правильным оснащением автоцистерн, своевременным проведением профилактики и ремонта, нельзя допускать переполнения цистерн, разлива нефтепродуктов.

Существенное влияние на расход имеет техническое состояние автомобиля. Даже мелкие неисправности автомобиля, не имеющие прямого отношения к расходу топлива, могут стать причиной его перерасхода.

Например, слабый свет фар, вызванный разными причинами, не должен влиять на расход топлив. Однако из-за плохой видимости водитель вынужден снижать скорость и двигаться на скорости ниже экономичной. Кроме того, водитель не может использовать накат автомобиля и развить нужную скорость перед подъёмом.

Для поддержания автомобиля в исправном состоянии необходимо своевременно и в полном объёме проводить техническое обслуживание автомобиля.

Экономия и рациональное использование топлив в двигателях внутреннего сгорания могут быть достигнуты тремя комплексами мероприятий:

- усовершенствованием конструкции и технологии производства двигателей;
- улучшением эксплуатации двигателей;
- повышением качества топлива и смазочных материалов.

Метод изучения проблемы экономии топливо–энергетических ресурсов должен быть построен на строго системном подходе. Рассмотрим структуру этой системы, т.е. её основные компоненты и взаимосвязи. В общем виде она должна рассматриваться как замкнутая система с обратными связями, состоящая из трёх основных звеньев:

Двигатель (ДВС) - топливо и смазочные материалы (ТСМ) - комплекс эксплуатационного воздействия (КЭВ).

При эксплуатации двигателя на его топливную экономичность оказывают влияние следующие элементы, составляющие подсистемы каждого из звеньев.

Звено ДВС: 1 - рабочий цикл; 2 – преобразователь индикаторной работы в эффективную (поршневая группа и кривошипно–шатунный механизм); 3 – техническое состояние двигателей.

Звено ТСМ: 1 – теплота сгорания топлива; 2 – детонационная стойкость, склонность к воспламенению; 3 – вязкостно–температурные свойства ТСМ.

Звено КЭВ: 1 – научно обоснованная система нормирования расхода ТСМ; 2 – уровень и эффективность контроля за расходом топливо–энергетических ресурсов; 3 – организация перевозок грузов и пассажиров; 4 – техническое состояние транспортных средств; 5 – квалификация и дисциплина технического персонала.

Для обеспечения экономии топлива необходимо осуществить ряд организационно–технических мероприятий.

По первому звену: двигатель должен соответствовать современному, а лучше перспективному техническому уровню. Различными конструктивными и технологическими мерами его топливная экономичность по ездовому циклу должна быть доведена до уровня лучших мировых образцов. Если применить наиболее эффективные средства повышения топливной экономичности, например, двигателей с искровым зажиганием (комплексную адаптивную микропроцессорную систему

Эксплуатационные материалы

управления силовым агрегатом, расслоение заряда и др.), то можно ожидать улучшения топливной экономичности по ездовому циклу до 15 %.

По второму звену системы для эксплуатации транспортного средства, имеющего адаптивную систему угла опережения зажигания по критерию детонации, как показывают опытные данные, при неизменной степени сжатия октановое число бензина может быть понижено на 5...7 единиц. Например, бензин Регулятор–91, рекомендуемый для данного двигателя без адаптивной системы, может быть заменён бензином Нормаль–80. Следует полагать, что для нового двигателя будут применены высокоиндексные моторные масла с антифрикционными присадками. Использование таких масел позволит не только уменьшить расход топлива в период пуска и прогрева (сократив их продолжительность и понизив гидродинамические потери), но и увеличить механический КПД (путём уменьшения коэффициента трения). Эти мероприятия позволят сократить расход топлива на 5...10 %.

По третьему звену: комплекс КЭВ на различных этапах действий его элементов положительно воздействует на эксплуатационно–топливную экономичность транспортного средства в целом.

В реальных условиях все элементы этих звеньев не всегда могут дать положительный эффект, но несомненно, что их положительное или отрицательное влияние в той или иной мере проявится.

К перерасходу приводит неправильная организация заправки машин нефтепродуктами, большие холостые перегоны машин, работа двигателя на богатой смеси, повышенное нагарообразование на деталях двигателя, неправильная регулировка системы питания, неполнота сгорания топлива, использование масел низкого качества и неправильного сорта и т.д.

На легковых автомобилях установка багажников на крыше, спойлеров под передний бампер и других деталей без видимой нужды приводит к увеличению сопротивления движению и, следовательно, к увеличению расхода топлива.

Экономии масел в двигателе можно достичь сокращением расхода «на угар», предотвращением порчи и загрязнения масел.

При заправке необходимо следить, чтобы вместе с маслом не попали грязь, вода и т.д. Для этого следует очищать пробки заливных отверстий от грязи, пользоваться чистыми заправочными средствами.

Расход масел при эксплуатации относительно мал и составляет для бензинового двигателя не более 3,5 %, для дизеля – до 6 %.

На новом обкатанном двигателе расход масла минимальный. По мере износа двигателя, и прежде всего гильз цилиндров, поршневых колец, поршневых канавок, подшипников и шеек коленчатого вала, расход масел увеличивается. По мере износа деталей цилиндра–поршневой группы масло всё интенсивнее попадает в камеру сгорания, где и сгорает. Характерными признаками большого износа является большой расход масла и сизый цвет отработавших газов.

К такому же результату может привести выход из строя направляющих и сальников клапанов, пригорание и залегание поршневых колец. Существенное влияние на расход масел оказывает чистота отверстий в поршне для отвода масла и состояние вентиляции картера. Если маслоотводящие отверстия в поршне забиты отложениями, масло хуже удаляется со стенок цилиндра и значительная часть его «угорает». Одновременно идёт более быстрое загрязнение масла в картере продуктами сгорания.

Эксплуатационные материалы

Срок службы масла сокращается при несвоевременной замене фильтрующего элемента, промывке центрифуги.

Повышение теплового режима двигателя приводит к увеличенному «угару» масла. При этом также идёт более интенсивное окисление масла и ухудшение его качества. Длительная работа двигателя на низких тепловых режимах приводит к ускоренному образованию низкотемпературных отложений, что также является причиной ухудшения качества масла.

Водитель должен выбирать оптимальный режим частоты вращения коленчатого вала, двигаясь по мере возможности, на повышенных передачах, так как при большой частоте коленчатого вала расход топлива увеличивается.

Существенное влияние на расход масла оказывает его уровень в поддоне картера: при уровне выше нормы помимо прямого перерасхода происходит ухудшение качества масла; при недостатке – трущиеся детали быстрее изнашиваются, а масло быстрее загрязняется.

Расход трансмиссионных масел невелик и составляет 0,8 % для автомобилей с одной ведущей осью, 1,1 % - с двумя ведущими осями и 1,4 % с тремя ведущими осями. Уровень масла в коробке передач, ведущем мосту и других агрегатах силовой передачи не должен превышать установленные пределы, так как иначе масло сильно разбрызгивается и проникает через неплотности и сальники. Низкий уровень масла приводит к повышенному износу деталей.

Экономия пластичных смазок достигается за счёт правильной смазки узлов и надлежащем хранении смазки в таре.

Смазку узлов трения необходимо проводить сразу после остановки пока они не остыли. Вязкость пластичной смазки при понижении температуры увеличивается, поэтому невозможно удалить полностью отработавшую смазку и заменить её свежей. При этом значительное количество смазки не проникает в каналы, остаётся в маслёнках, загрязняет узлы и теряется. При заправке тёплых узлов этих потерь практически нет.

Необходимо строго придерживаться указаний по периодичности замены смазки. Расход смазок составляет примерно 0,1...0,2 кг смазки на 100 л израсходованного топлива.

Для уменьшения потерь смазок их необходимо хранить в закрытой таре для устранения обводнения и загрязнения.

Экономия тормозных жидкостей. Основной источник экономии – аккуратная заправка и минимальные потери при прокачках и ремонтах тормозного привода.

Лекция № 7: Лакокрасочные и защитные материалы

Состав лакокрасочных материалов

Основными связующими компонентами лакокрасочных материалов являются плёнкообразователи. Они бывают жидкими, твёрдыми и комбинированные.

Наиболее распространённым жидким плёнкообразователем *являются олифы*. Все олифы делят на три группы: натуральные, полунатуральные и синтетические.

Натуральные олифы готовят путём обработки некоторых растительных масел при температуре 280...300° С и добавления 0,1...2,5 % сиккативов.

Температурная обработка масла и введение сиккатива ускоряют отверждение плёнок при нанесении краски на поверхность в 5...6 раз по сравнению с сырым маслом.

Уплотнённые или полунатуральные олифы – продукт уплотнения растительных масел, образующийся при продувании воздуха через масло, подогретое до температуры 100...150° С. Олифа, полученная такой обработкой, называется оксидированной. Олифу, полученную полимеризацией и уплотнением растительных масел при нагревании до температуры 280...300° С, называют полимеризованной.

К синтетическим относится глифталева олифа, состоящая из смеси глифталевых смол и уплотнённых растительных масел. Такая олифа полноценно заменяет натуральную олифу.

Твёрдыми плёнкообразователи являются естественные и синтетические смолы. К естественным смолам относятся канифоль, шеллак, асфальт и др. Эти смолы растворяют уйат-спиритом, ксилолом и т.д.

К синтетическим твёрдым плёнкообразователям относят высокомолекулярные полимерные соединения – всевозможные пластмассы.

Лаки и эмали

Растворы твёрдых плёнкообразователей в растворителях называют лаками. Лаки широко применяют как самостоятельный материал, так и в составе различных красок, грунтов, шпатлёвок.

Суспензию твёрдого красящего вещества (пигмента) в лаке называют эмалью или эмалевой краской. В состав эмалей могут входить пластификаторы, сиккативы и разбавители.

Существуют следующие эмали:

- нитроцеллюлозные (НЦ);
- меламиноалкидные (МЛ);
- глифталевые (ГФ);
- пентафталевые (ПФ);
- полиэфирные (ПЭ);
- полиакриловые (АК);
- полихлорвиниловые (ХВ), и др.

Двигатель окрашивают алюминиевой краской, состоящей из алюминиевой пудры (6...10 %) и основы. Основой является лак.

Нитроэмали

Это раствор нитроцеллюлозы с добавкой пластификаторов, смол и красящих веществ.

В качестве растворителей используют смеси бутилацетата, этилацетата, бутилового и этилового спиртов, толуола. Эти смеси в зависимости от состава маркируют различными номерами (растворители 646, 647, 648 и др.). Положительным качеством нитроэмалей является способность быстро высыхать на воздухе и после шлифования и полировки давать ровную, красивую, блестящую плёнку. Однако нитроэмали имеют ряд недостатков:

Склонность к растрескиванию плёнки в процессе эксплуатации автомобилей вследствие недостаточной механической прочности;

Пониженная адгезионная способность;

Лёгкая воспламеняемость;

Необходимость в трудоёмких шлифовальных и полировочных работах при покрытии.

Нитроэмали наносят на загрунтованные поверхности, так как плёнки их плохо сцепляются с металлом и без применения грунта они газо- и водопроницаемы.

Их наносят на поверхность при помощи распылителя в четыре-шесть слоёв. Необходимость в многослойности этого покрытия вызвана тем, что эмаль содержит большое количество летучих растворителей и очень мало сухого плёнообразующего вещества. Поэтому один слой плёнки очень тонкий – 8...10 мкм.

Глифталевые эмали

В состав этих эмалей входит глифталевая смола, содержащая до 50 % высыхающих масел, которые повышают механическую прочность и эластичность покрытия. В качестве растворителей и разбавителей применяют сольвент, ксилол, толуол и их смеси с уайт-спиритом. Количество растворителя в эмалях не должно превышать 30 %, так как при большем количестве растворителя может произойти выпадение смолы из эмалей.

При комнатной температуре процесс плёнообразования у глифталевых эмалей протекает за 30...40 часов. Однако полностью процесс не заканчивается и такая плёнка легко разрушается. Для устранения этого недостатка применяют сушку в течение 1 часа при температуре 100...110° С.

При высыхании эмалей образуется прочная плёнка, обладающая хорошей глянцево-поверхностью и устойчивостью к воздействию атмосферы.

Обозначения: НПФ – нитропентафталева эмаль, ЭП – нитроэпоксидная эмаль.

Меламиноалкидные эмали

Их получают растворением алкидной (глифталевой) и меламиноформальдегидной смолы в органических растворителях с добавлением различных пигментов.

Меламиноалкидные эмали дают покрытия с высоким устойчивым блеском без применения трудоёмкой полировки. Они обладают высокой твёрдостью, водо- и атмосферостойкостью даже в условиях тропического климата. Покрытия этих эмалей устойчивы к действию. Бензина и минерального масла.

В обозначении буквы МЛ-цифра.

Масляные краски

Масляные краски являются одной из разновидностей окрасочных материалов. В состав красок входят сухие пигменты и наполнители, перетёртые с натуральной и синтетической олифой в краскотёрочных машинах. На месте потребления густотёртые масляные краски доводят до малярной вязкости растворителями – олифой, бензином. Для ускорения процесса сушки в них вводят сиккатив. Сушка красок при комнатной температуре – 10 часов, а полной высыхания – до 24...48 часов. Такое время высыхания ограничивает их применения при окраске автомобилей и других машин.

Грунты и шпатлёвки

Нанесение первого слоя на окрашиваемую поверхность металла, дерева и т.д. называют грунтованием. Грунты должны обладать хорошей адгезией. Под адгезией понимают прочность сцепления наносимого вещества с окрашиваемой поверхностью и следующим слоем покрытия. Для улучшения адгезионных свойств в состав грунтов добавляют поверхностно-активные вещества. Кроме того, прочность сцепления лакокрасочного покрытия зависит от хорошего смачивания поверхности и сплошности самого покрытия. Для достижения хорошей смачиваемости поверхности необходимо при нанесении первых слоёв покрытия снижать вязкость лакокрасочного материала, а для прочности покрытия добиваться полного отверждения грунта перед нанесением последующих слоёв.

Грунт представляет собой суспензию пигментов и наполнителей в лаках. В состав грунтов входит связующее – это масляные лаки, олифы или лаки, приготовленные на синтетических смолах (глифталевой, пентофталевой и т.д.).

В качестве пигментов применяют: железный сурик, цинковые и свинцовые белила, охру жжёную и др. Наполнителями служат тальк, мел и пр. Пигменты и наполнители грунтов должны быть мелкодисперсионными для того, чтобы проникать во все мелкие поры поверхности. Для придания грунтам малярной вязкости в них вводят растворители. Каждому типу грунтов соответствует свой растворитель. Например, фенолоформальдегидный грунт разбавляют ксилолом или сольвентом, а глифталевый – уайт-спиритом. Для ускорения сушки грунта применяют добавки, называемые сиккативами. Сиккативы представляют собой свинцовые, марганцевые и другие мыла жирных или нефтяных кислот.

Они ускоряют окислительную полимеризацию связующего материала. Пример марки грунта ГФ-020.

Для выравнивания наружной поверхности покрытия, заделки рисок и царапин применяют шпатлёвки. В состав шпатлёвки входят пигменты и наполнители, что и для красок, но в значительно большем количестве. В качестве связующего применяют нитролаковые, алкидностирольные, и эпоксидные смолы. Шпатлёвка представляет собой густую пасту, не обладающую эластичными свойствами. Поэтому во избежание её растрескивания общая толщина всех шпаклевочных слоёв не должна превышать 2 мм. Пример шпатлёвок: ПФ-002, КФ-00-3, МС-00-6, НЦ-00-7 и др.

Основные свойства лакокрасочных материалов

Определяющее значение имеет вязкость лакокрасочных материалов, при нанесении его на поверхность как ручным, так и механическим способом. Определение

Эксплуатационные материалы

условной вязкости л/к материалов предусматривается ГОСТ 8420-57. **Условной вязкостью** л/к материалов называют время истечения в секундах 100 мл жидкости через калиброванное сопло вискозиметра ВЗ-5 при температуре 20° С.

Вязкость л/к материалов изменяют в пределах 10-50 с в зависимости от метода нанесения покрытия.

Твердость пленки определяется по ГОСТ 5233-67 как отношение времён затухания колебаний идентичных маятников, установленных на окрашенной поверхности стеклянной пластинки и на чистой стеклянной поверхности. Чем больше этот показатель, тем твёрже покрытие.

Прочность на удар красочной плёнки определяется по ГОСТ 4765-59 на лабораторном копре, у которого масса бойка маятника равна 1 кг, а высота его отклонения – 1 м. Между направляющими копра закрепляют жесткую платину, покрытую л/к материалом. Максимальная высота отклонения груза, не вызывающая разрушения покрытия при ударе по нему бойком, характеризует прочность плёнки на удар.

Эластичность красочной плёнки испытывают по ГОСТ 6806-53 путём изгибания металлических ленточек с нанесённым покрытием вокруг стержней различного диаметра. Эластичность покрытия выражают минимальной величиной диаметра стержня (мм), при изгибании вокруг которого покрытие ещё не разрушается.

Розлив – это способность л/к материалов, наносимых на поверхность, утрачивать под влиянием поверхностного натяжения штрихи, образовавшиеся от кисти, или ряби при нанесении слоя краскораспылителем. Метод определения розлива заключается в определении времени, в течение которого исчезают неровности с окрашиваемой поверхности.

Укрывистость – способность л/к материала при нанесении его возможно тонким равномерным слоем делать невидимым цвет закрашиваемой поверхности другой расцветки. Её оценивают по ГОСТ 8784-58. Укрывистость выражают в граммах на квадратный метр (г/м²), чем лучше укрывистость, тем меньше расход материала.

Время высыхания подразделяют на «высыхание от пыли» и полное высыхание. Время «высыхания от пыли» представляет собой время, необходимое для образования тончайшей плёнки по всей окрашенной поверхности. Наступление этого момента определяют возможностью сдувания ваты с окрашенной поверхности. Полное высыхание наступает тогда, когда материал полностью отвердеет, о чём свидетельствует отсутствие отпечатков на поверхности при приложении давления в 0,2 кг/см².

Кроме перечисленных свойств, покрытия должны обладать достаточной светостойкостью (способность сохранять свой цвет под действием освещения) и атмосферостойкостью (способность противостоять действию влаги и колебаниям температуры).

Вспомогательные материалы

Смывки предназначаются для удаления старых лакокрасочных покрытий. Они растворяют обратимые плёнки и вызывают набухание необратимых.

Смывки и растворители, удаляющие старую краску с кузова автомобиля, могут снимать нанесённое покрытие до грунтово-шпаклёвочных слоёв.

Эксплуатационные материалы

Смывка обыкновенная – смесь органических растворителей: ацетона – 47, этилового спирта – 6, бензола – 8, этилацетата – 19, скипидара – 7, нафталина 10,8 и парафина – 2,2 %. Для разрушения нитроэмалевого покрытия требуется 10-20 мин, для других эмалей – 2-3 ч. Перед употреблением смывку подогревают в водяной бане до температуры 30-40 ° С, так как на холоде происходит выпадение парафина.

Смывка АТФ-1 состоит из колоксилина – 5, парафина – 0,5, ацетона – 19, формальдегида – 47,5, толуола – 28 %. Эта смывка более эффективна, её действие наступает через 20 мин.

Составы для удаления ржавчины. Перед нанесением грунта на металлическую поверхность необходимо удалить ржавчину и окалину. Состав № 1120 содержит: ортофосфорной кислоты – 74, этилового – 20, бутилового спирта – 5 и гидрохинона 1 % как антиокислительные добавки.

Ортофосфорная кислота растворяет ржавчину и образует на поверхности фосфорную плёнку. Моющий состав можно наносить кистью или краскораспылителем. Налёт ржавчины растворяется в течение 2 мин, после чего состав смывают водой, сушат и обрабатывают нейтрализующим составом № 107 – водным раствором этилового спирта с аммиаком.

Всё более широкое распространение получают так называемые преобразователи ржавчины. Они предназначены для подготовки прокорродированных поверхностей коррозии. Действие их основано на превращении гидроокисей и окислов железа в безвредный или даже защитный слой нерастворимых комплексных соединений железа.

Преобразователи ржавчины применяют как самостоятельно, так и в составе грунтов. Такие грунты-преобразователи обеспечивают одновременно удаление продуктов коррозии и грунтование поверхности.

Промышленность вырабатывает преобразователи ржавчины П-1Т и П-2, в состав которых входят танин, фосфорная кислота и другие добавки.

Весьма эффективен грунт-преобразователь В-1ГП, в состав которого входят поливинилацетатная эмульсия, фосфорная кислота, жёлтая кровяная соль и другие добавки.

Следует отметить, что преобразователи ржавчины не удаляют с поверхности металла старые л/к покрытия.

Составы для обезжиривания. Для обезжиривания поверхности применяют органические растворители: уайт-спирит, бензин-растворитель (БР-1) и щелочные препараты, которые омыляют жиры, растворимые в воде. Жировые плёнки лучше снимать составами, в которых находятся поверхностно-активные вещества. Например, применяют следующий состав, г/л:

Каустик (едкий натр)	0,8 – 1,5
Сода кальцинированная	8 – 12
Тринатрийфосфат	15 – 25
Жидкое стекло	0,8 – 1,5

В некоторые составы для улучшения действия смывки вводят эмульгатор ОП-7 или жидкое мыло. Признаком удаления жира с поверхности является хорошая её смачиваемость водой. Вода не должна собираться на ней каплями.

Эксплуатационные материалы

Полирующие составы. Для восстановления блеска покрытия рекомендуют периодически применять полирующие составы: полировочную воду №1, воскополировочную пасту №2, жидкий восковой состав №3, полировочную пасту № 290, 617 и др.

Полирующие составы или пасты состоят из смеси тонких абразивов, масел, воска, хозяйственного мыла, воды и растворителя.

Абразивные составляющие пасты служат в качестве шлифующего и полирующего, а воск в качестве заполняющего поры покрытия и сглаживающего микроскопические неровности материалов. Растворители, содержащиеся в небольшом количестве в полирующих составах, удаляют остатки жировых пятен и других загрязнений.

Перечисленными полирующими составами можно полировать поверхности, окрашенные нитро- и другими синтетическими эмалями. Полирующие составы наносят на хорошо промытую водой и тщательно протёртую поверхность. Полировкой л/к плёнки достигают не только хорошего глянца покрытия, но и частичного восстановления цвета, удаления омыления поверхности и царапин.

Полировочная вода №1 представляет собой смесь абразивной пасты (инфузорной земли) и воды с эмульсией. Эмульсия содержит касторовое или вазелиновое масло. Полировочную воду применяют для ухода за л/к покрытием, находящемся в хорошем состоянии, для снятия незначительных загрязнений, не поддающихся удалению водой.

Восковая полировочная паста № 2 состоит из воска, парафина, керосина или скипидара и уайт-спирита. При отверждении пасты рекомендуется разбавлять её уайт-спиритом или скипидаром. В количестве 10...12 % от веса пасты. Для этого баночку с пастой подогревают в горячей воде и в размягчённую пасту добавляют растворитель. Затем пасту хорошо размешивают. Полировочную пасту применяют как профилактический состав для сохранения л/к покрытий. Паста, нанесённая на л/к покрытие, образует защитный слой, предохраняющий от атмосферных воздействий.

Жидкий восковой полирующий состав № 3 представляет собой смесь окиси алюминия и восковой эмульсии. Этот состав следует применять 1 раз в два-три месяца, когда на покрытии наблюдается потеря блеска. Его наносят тонким слоем тампоном из фланели и растирают круговыми движениями на небольших участках. После высыхания (≈ 6 мин) поверхность протирают сухой чистой фланелью до зеркального блеска. Поверхность, отполированную этим составом, рекомендуется дополнительно полировать восковой пастой № 2.

Полировочная паста № 290 состоит из мелкодисперсионной окиси алюминия, вазелинового и касторового масла, хозяйственного мыла и воды. Паста применяется тогда, когда л/к покрытие становится матовым.

Консервационные материалы. При консервации автомобилей следует применять защитные составы: смывающийся пигментированный состав ПС-7, смывающийся непигментированный состав на основе вазелина и церезина, плёночный состав ПС-40 жёлтого цвета, состав Л-1 коричневого цвета (предназначен для защиты хромированных деталей), плёночные составы «Масплин» и др.

Состав ПС-7 состоит из раствора лакового полимера бутилметакрилата в уайт-спирите с добавкой жёлтого железокислого пигмента. Состав на поверхность наносят распылителем тонким слоем.

Эксплуатационные материалы

Рабочая вязкость состава по вискозиметру ВЗ-4 при температуре 18-20⁰ С –14-17 Ст. Состав ПС-7 разбавляют уайт-спиритом или смесью спирта и бензола в соотношении 1: 1. Состав высыхает за 20-30 мин. Плёнка нанесённого состава имеет высокую твёрдость и служит хорошей защитой л/к покрытия от атмосферных воздействий, загрязнений и лёгких механических повреждений. При консервации плёнка ПС-7 полностью сохраняется более шести лет.

Защитный состав на основе вазелина и церезина состоит из следующих компонентов: вазелин – 20, церезин – 8,5, уайт-спирит – 71,5 %. Состав наносят распылением. Вязкость состава по вискозиметру ВЗ-4 при температуре 18...20⁰ С – 16...19 Ст. Высыхает состав за 20-30 мин при комнатной температуре, плёнка его мягкая, но при нагревании до 70⁰ С не стекает даже с вертикальной поверхности. Этот состав применяют для защиты нитроцеллюлозных и меламиноалкидных покрытий, а также хромированных деталей. Плёночный защитный состав ПС-40 состоит из раствора хлорвиниловой смолы, жёлтого железокисного пигмента с добавкой касторового мала. В качестве растворителя применяют ксилол. Рабочая вязкость состава по вискозиметру ВЗ-4 при температуре 18...20⁰ С – 65...70 Ст. Состав наносят в три слоя в холодном состоянии, а при подогреве в два слоя. Толщина плёнки должна быть 100...120 мкм. Сушка каждого слоя 1 ч при температуре 15...23⁰ С. Защитная плёнка ПС-40 легко снимается с поверхности кузова автомобиля путём её подрезания. Она сохраняет свои свойства в течение одного года. Консервирующий состав Л-1 применяют для защиты хромированных деталей. Состав можно приготовить из строительного битума IV или V и 80 % авиационного бензина Б-70. Наносят состав тампоном в одном направлении.

Противокоррозионные составы применяют для предохранения днища кузова и внутренней поверхности крыльев от коррозии и механического воздействия песка и мелких камней. Противокоррозионный состав 4010 представляет бензиновый раствор натурального каучука, регенерированной резины, канифоли, сажи и каолина.

Обивочные материалы

Обивочные предназначены для отделки салона легковых автомобилей, автобусов и кабин грузовых автомобилей.

Обивочные материалы придают комфортабельность, улучшают тепло- и звукоизоляцию. Эти материалы должны хорошо мыться, не изменяя внешнего вида, не вытягиваться и не истираться в процессе эксплуатации.

В качестве обивочных материалов применяют ткани, изготовленные из натуральных (растительных) и искусственных волокон, а также используют войлок, натуральные кожи и кожзаменители, смолы, нанесенные на различные тканевые и бумажные полотна, и др. Наиболее широко применяют следующие натуральные ткани: парусину, обивочное сукно, вельветон, плюш, репс и др. Из синтетических материалов для отделки салона используют: нейлон, лавсан, капрон и др. Ассортимент синтетических материалов непрерывно возрастает.

Обладая целым рядом преимуществ по сравнению с натуральными материалами (лучшие эксплуатационные свойства и дешевизна) синтетические материалы занимают основное место при производстве обойно-отделочных работ.

Уплотнительные материалы

Для обеспечения герметизации в местах соединений с другом и не допущения утечки из этих соединений воды, масла, бензина и газов применяют уплотнительные материалы.

Такие материалы должны обладать высокой прочностью, эластичностью, хорошо формоваться и не быть очень жёсткими. Распространённым прокладочным материалом является бумага, обработанная химическими способами: пергамент, картон, фибра и др. Предельная рабочая температура этих материалов – не выше $+150^{\circ}\text{C}$. Термостойким уплотнительным материалом является асбест, который встречается в природе в виде волокон и обладает высокой эластичностью, гибкостью и огнестойкостью. Предельная температура применения асбеста – не выше $+35^{\circ}\text{C}$. Применяют асбест в качестве одного из компонентов прокладок для впускного и выпускного трубопроводов, головки цилиндров. Асбест как прокладочный материал применяют в сочетании с металлами, цементом, бакелитовой смолой, например феррадооткань из асбестового волокна и латунной проволоки. Применяют её в качестве антифрикционного материала для дисков сцепления. Для уплотнений деталей, соприкасающихся с нефтепродуктами, применяют листовый материал паронит, полученный путём вальцевания асбеста, вулканизированных каучуков и наполнителей.

Клингерит – прокладочный листовый материал, в состав которого входит графит, сурик, каучук. Прокладки из клингерита выдерживают рабочую температуру до $180\dots200^{\circ}\text{C}$. Из пробковой крошки путём прессования получают листовый материал, из которого изготавливают прокладки для уплотнения деталей, работающих в среде нефтепродуктов при температуре $80\dots150^{\circ}\text{C}$. Эту прокладку применяют в крышке топливного бака, в крышке клапанной камеры, в отстойнике топливного насоса и др.

Кроме того, в качестве уплотнительных материалов применяют мастику-герметик. В состав мастики входят: графит, свинцовый сурик, белила, смолы и другие компоненты. Герметик применяют для уплотнения резьбовых и фланцевых соединений.

КЛЕИ

Натуральные и синтетические клеи различают по прочности склеивания и универсальности. Синтетический клей имеет большое преимущество перед натуральным. В качестве клеев широко применяют полимерные материалы и различные композиции, полученные на их основе.

Клеи должны хорошо смачивать соединяемые поверхности, иметь хорошую прилипаемость (адгезию) к твёрдым поверхностям, механическую прочность (когезию), минимальную хрупкость и усадку при отверждении. Для изготовления клеев в большом количестве применяют терморезактивные смолы: фенолформальдегидные, эпоксидные, карбомидные, кремнийорганические. В состав клеев входят смолы, наполнители и отвердители, которые под воздействием температуры переводят их в твёрдое и неплавкое состояние. Для снижения вязкости и растворения смол применяются органические растворители.

К возможным недостаткам клеевых соединений следует отнести хрупкость, низкую термостойкость и значительную усадку, в результате чего появляются разрывы, ослабляющие прочность шва. Для устранения этих нежелательных явлений в смолу

Эксплуатационные материалы

вводят минеральные наполнители, которые повышают теплостойкость и уменьшают усадку клеевого соединения. Таким образом, подбирая смолу и различные добавки к ней, можно получить клеи, которые способны обеспечить прочные и эластичные соединения.

Подготовка поверхностей к склеиванию такая же, как и перед покрытием автомобиля краской. Клей наносят на подготовленную поверхность пульверизатором или кистью. Кроме того, применяют клеевые пасты, которые наносят шпателем. Толщина клеевого шва должна находиться в пределах от 0,05 до 0,25 мм. При этих величинах из зазора между склеиваемыми поверхностями легче выдавливаются пузырьки воздуха и избыток клея. Для достижения максимальной прочности клеевого соединения клей необходимо наносить на поверхность возможно тонким слоем ввиду того, что коэффициенты линейного расширения материала и клея значительно различаются.

Клеи могут быть горячего и холодного отверждения. При горячем – взаимодействие между полимером, отвердителем и склеиваемой поверхностью ускоряется, а также улучшается качество шва. Холодное отверждение клеевых композиций происходит без подогрева при комнатной температуре. Отвердитель необходимо вводить в клей перед его применением. Прочность шва при холодном отверждении будет ниже, чем на клею горячего отверждения. В зависимости от вида связующего в клеевой композиции отверждение может наступить в результате как химических (полимеризация, поликонденсация) так и физических (испарение растворителя) процессов. Качество клеевого шва определяется механическими испытаниями на разрыв или сдвиг.

Ассортимент вырабатываемых марок клеев очень большой. Отличительной их характеристикой является вид связующего (смолы), по которому происходит деление клеев: фенольные, эпоксидные, карбинольные, кремнийорганический и др.

Широкое применение нашли клеи на фенолоформальдегидных смолах, модифицированных различными ацеталями поливинилового спирта. К этой группе относятся клеи: БФ-2, БФ-4, БФ-6, ВС-10Т и ВС-350. Они способны создавать высокопрочные клеящие композиции. Клеи БФ-2 и БФ-4 применяются для склеивания металлов, пластмасс, стекла. Клей БФ-2 обладает более высокой термостойкостью (рабочая температура от -60 до $+80^{\circ}$ С) по сравнению с клеем БФ-4 (рабочая температура от -60 до $+60^{\circ}$). Отвержденные клеевые швы устойчивы против действия нефтепродуктов.

Клеи ВС-10Т и ВС-350 относятся к теплостойким, применяются при наклеивании фрикционных накладок тормозных колодок и дисков сцеплений. Прочность клеевых соединений сохраняется в течение 1800 ч при температуре до 80° , а при 200° С в течение 200 ч. Все эти клеи выпускают в виде готовых растворов отверждающихся при нагревании до $140...180^{\circ}$ С.

Феноло-каучуковые клеи выпускаются следующих марок: ВК-32-200, ВК-3, ВК-4 и ВК-32-2.

В состав этих клеев входят фенольная смола и резиновые смеси, содержащие необходимые добавки. Компоненты смешиваются перед употреблением. Все эти клеи, кроме ВК-32-2, применяются для наклеивания стекловолоконистой теплоизоляции при обычной температуре. Соединения на фенолокаучуковых клеях хорошо выдерживают

Эксплуатационные материалы

длительное воздействие температуры до 200⁰ С. Соединения на клее ВК-32-2 устойчивы к действию нефтепродуктов.

Эпоксидные клеи и пасты отличаются от всех клеев высокой прочностью клеевого шва. Применяются они для склеивания различных материалов, как однородных, так и разнородных. Соединения склеиваемых материалов могут быть получены при холодном и горячем отверждении. В качестве отвердителя эпоксидных клеев холодного отверждения применяют гексаметилендиамин и полиэтиленполиамин. Эпоксидные клеи готовят на месте потребления смешиванием смолы и отвердителя. При неправильной пропорции смолы и отвердителя их смесь может нагреться вплоть до вспенивания. Приготовленный клей используется в течение 20...30 минут при температуре 20⁰ С, после чего клей для дальнейшего использования становится непригодным ввиду частичного отверждения. Полное отверждение наступает через 24 часа. Применяются эти клеи для склеивания металлов и неметаллических материалов в конструкциях несилового назначения.

Для уменьшения усадки при отверждении в пасты вводят до 60 % наполнителя: порошкообразных металлов, графита, талька, каолина и др. Наполнитель в смолу следует добавлять перед отвердителем. Рабочая температура клеевых швов для холодного отверждения от – 60⁰ С до + 100⁰ С, горячего отверждения – от – 60⁰ С до + 120⁰ С. При работе с эпоксидным клеем надо соблюдать меры предосторожности, так как его пары вызывают отравление и раздражение кожи.

Клеи на основе кремнийорганических соединений обладают высокой теплостойкостью. Их применяют при склеивании металлов, стёкол и других материалов.

Клеевые соединения на кремнийорганических смолах выдерживают длительное воздействие температур до 200...250⁰ С и кратковременно до 300⁰ С.

Резиновые клеи изготавливаются из натуральных и некоторых синтетических каучуков, растворённых в органических растворителях. Клеи предназначены для приклеивания резин на любой основе к металлу, дереву, стеклу и для склеивания этих материалов между собой.

Список литературы

1. Н.Б. Кириченко. Автомобильные эксплуатационные материалы: Учеб. Пособие /Нина Борисовна Кириченко.- 3-е изд. , стер. - М.:Издательский дом "Академия", 2007. – 208
2. В.А.Стуканов В.А. Автомобильные эксплуатационные материалы: Учебное пособие. Лабораторный практикум. М.: ФОРУМ:ИНФРА-М, 2003. -208 С.:ИЛ.- (Серия "Профессиональное образование")
3. П.А. Колесник. Маиериаловедение на автомобильном транспорте:Учебник /П.А. Колесник, В.С. Кланица, - 2-е изд., стер. - М. :Издательский центр "Академия", 2007. - 320 с

Лекция №8:

Токсичность и огнестойкость автомобильных материалов. Техника безопасности при работе с автомобильными эксплуатационными материалами

План

1. Техника безопасности при работе с топливом и смазочными материалами.
2. Техника безопасности при работе со специальными жидкостями и ЛКМ