

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ**

**«Брестский государственный технический университет»**

**Кафедра «Техническая эксплуатация автомобилей»**

## **ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

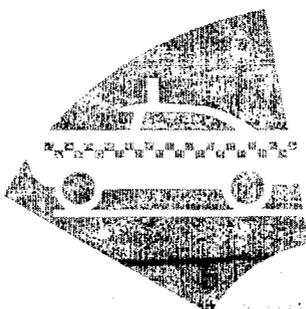
**Конспект лекций**

**для студентов специальности**

**1 - 37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей»**

**(заочная форма обучения)**

**Часть 2**



**Брест 2009**

**УДК 629.119**

Конспект лекций по дисциплине «Эксплуатационные материалы» для студентов специальности 1 - 37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей» (заочная форма обучения) предназначен для подготовки к зачету и к лабораторным работам по данному предмету, а также для подготовки к государственному экзамену по специальности. Издается в 2-х частях. Часть 2.

**Составитель:** С.В. Монтик, зав. кафедрой ТЭА, доцент, к.т.н.

**Рецензент:** начальник ПТО филиала «Автобусный парк № 1 г. Бреста»  
ОАО «Брестоблавтотранс» Заяц Л.Н.

## Оглавление

|  |    |
|--|----|
| Раздел 4. Организация рационального использования топливно-смазочных материалов на автомобильном транспорте [6]..... | 4  |
| Тема 1. Хранение смазочных материалов.....   | 4  |
| 1.1 Способы хранения смазочных материалов.....   | 4  |
| 1.2 Правила безопасности при хранении топливно-смазочных материалов.....   | 5  |
| Тема 2. Нормирование расхода топливно-смазочных материалов.....  | 5  |
| Раздел 5. Автомобильные специальные (технические) жидкости.....  | 7  |
| Тема 1. Охлаждающие жидкости.....  | 7  |
| 1. Эксплуатационные требования к качеству охлаждающих жидкостей.....   | 7  |
| 2. Вода как охлаждающая жидкость.....  | 8  |
| 3. Низкотемпературные замерзающие жидкости.....  | 8  |
| 4. Ассортимент низкозамерзающих охлаждающих жидкостей, рекомендации по применению.....                               | 9  |
| 5. Исправление качества антифриза.....   | 12 |
| Тема 2. Тормозные жидкости.....  | 12 |
| 1. Эксплуатационные требования к тормозным жидкостям.....  | 12 |
| 2. Состав основы тормозных жидкостей.....  | 13 |
| 3. Эксплуатационные свойства тормозных жидкостей.....  | 13 |
| 4. Ассортимент и потребительские свойства тормозных жидкостей, рекомендации по применению.....                       | 14 |
| Тема 3. Амортизаторные жидкости.....   | 16 |
| 1. Эксплуатационные требования к амортизаторным жидкостям.....   | 16 |
| 2. Потребительские свойства и ассортимент амортизаторных жидкостей.....  | 17 |
| Тема 4. Пусковые жидкости.....   | 18 |
| 1. Эксплуатационные требования к пусковым жидкостям.....   | 18 |
| 2. Ассортимент и потребительские свойства пусковых жидкостей.....  | 18 |
| Раздел 6. Конструкционно-ремонтные материалы.....  | 19 |
| Тема 1. Пластические массы.....  | 19 |
| 1. Назначение пластмасс.....   | 19 |
| 2. Состав пластмасс.....   | 20 |
| 3. Классификация пластмасс.....  | 20 |
| 4. Свойства пластмасс.....   | 21 |
| 5. Термопластические пластмассы.....   | 22 |
| 6. Термореактивные пластмассы.....   | 23 |
| Тема 2. Клеящие материалы.....   | 24 |
| 1. Состав клеев.....   | 24 |
| 2. Эксплуатационные требования к качеству клея.....  | 25 |
| 3. Классификация и ассортимент клеев, их область применения.....   | 25 |
| Тема 3. Лакокрасочные материалы.....   | 28 |
| 1. Назначение лакокрасочных материалов (ЛКМ), требования к ним.....  | 28 |
| 2. Строение лакокрасочного покрытия.....   | 28 |
| 3. Классификация обозначений лакокрасочных материалов.....   | 29 |
| 4. Компоненты лакокрасочных материалов.....  | 30 |
| 5. Свойства лаков и красок.....  | 31 |
| Тема 4. Обивочные материалы.....   | 32 |
| Тема 5. Уплотнительные материалы.....  | 33 |
| Тема 6. Изоляционные материалы.....  | 34 |
| Тема 7. Резиновые материалы.....   | 35 |
| 1. Свойства и состав резины, вулканизация резины.....  | 35 |
| 2. Физико-механические свойства резины.....  | 37 |
| 3. Армирование резиновых изделий.....  | 38 |
| 5. Особенности эксплуатации резиновых изделий.....   | 38 |
| Тема 8. Ремонтно-восстановительные препараты.....  | 39 |
| 1. Реметаллизанты (металлоплакирующие композиции).....   | 39 |
| 2. Полимерсодержащие препараты.....  | 39 |
| 3. Геомодификаторы.....  | 40 |
| 4. Кондиционеры поверхности.....   | 40 |
| 5. Слоистые добавки.....   | 41 |
| 6. Нанопрепараты (наноалмазы, фуллерены, рекондиционеры).....  | 41 |
| Приложение к разделу 2 «Автомобильные топлива» [7].....  | 42 |
| 1. Ассортимент бензинов [6].....   | 42 |
| 2. Дизельное биотопливо на основе рапсового масла [6].....   | 43 |
| Литература.....  | 47 |

## Раздел 4. Организация рационального использования топливно-смазочных материалов на автомобильном транспорте [6]

Автомобильный транспорт является одним из основных потребителей топливно-смазочных материалов (ТСМ). От их качества зависит надежность и эффективность работы подвижного состава. Затраты на топливо, масла и смазки составляют 12...25 % себестоимости перевозок, поэтому даже минимальное сокращение их использования позволяет получить значительный экономический эффект.

Производственные потери и непроизводственные расходы ТСМ могут составлять от 2 до 10 %. На всех этапах: транспортировка, хранение производственных запасов, заправка, нормирование расхода – необходимо стремиться снижать потери топлива и смазок. Поэтому на автотранспортных предприятиях созданы службы, занимающиеся приемкой, учетом, нормированием и распределением ТСМ.

### Тема 1. Хранение смазочных материалов

#### 1.1 Способы хранения смазочных материалов.

Централизованный способ хранения масел и смазок сокращает непроизводительные потери. Он предусматривает наличие склада масел и комплекса маслораздаточных устройств на постах смазки (рис. 1). На складе установлены резервуары как для свежих, так и для отработавших масел. Для обеспечения хорошей прокачиваемости масла все резервуары должны быть оборудованы пароподогревателем. Температура их нагрева составляет 30...40 °С. Масло на посты смазки подается шестеренчатыми насосами. Отработавшие масла собираются с помощью сливных воронок и подаются самотеком в цистерну, откуда насосами закачиваются в автоцистерну и отправляются на восстановление (регенерацию). Пластичные смазки хранятся в железной или деревянной таре и к постам смазки подаются с помощью солидолонагнетателей.

Жидкие масла хранят в резервуарах на складе, который располагают недалеко от постов смазки, как правило, в подвальных помещениях. Такое расположение обеспечивает слив в резервуары масел из транспортной тары и отработавших масел с постов смазки самотеком. Для каждого сорта смазочного масла предусматривают отдельный резервуар.

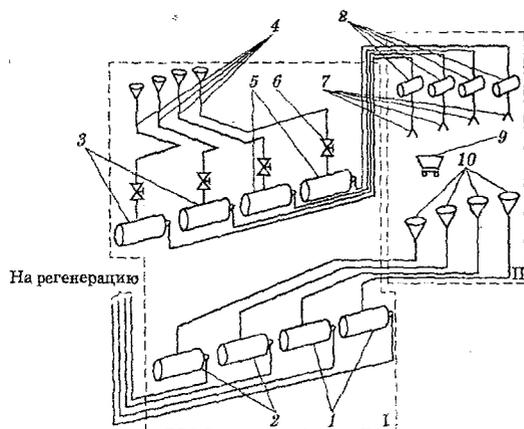


Рисунок 1 – Схема централизованного маслоснабжения:

- I – склад масел; II – пост смазки;
- 1 – резервуары для отработанных трансмиссионных масел; 2 – резервуары для отработавших моторных масел;
- 3 – резервуары для свежих моторных масел; 4 – сливные устройства; 5 – резервуары для свежих трансмиссионных масел; 6 – запорные вентили; 7 – раздаточные устройства; 8 – барабаны с самонамазывающимися шлангами;
- 9 – солидолонагнетатель; 10 – воронки для сбора отработавших масел

## 1.2 Правила безопасности при хранении топливно-смазочных материалов.

Запрещается в местах хранения пользоваться открытым огнем. Искусственное освещение должно быть во взрывобезопасном исполнении. При вскрытии тары не допускается пользование инструментом, дающим при ударе искру. Помещение, где хранятся масла, должно иметь вентиляцию. Предельно допустимая концентрация паров масляного тумана – 5 мг/м<sup>3</sup>, нефтепродуктов – 300 мг/м<sup>3</sup>. Полы в маслохранилище должны быть цементными или из метлахской плитки. Если масло разлилось, его следует собрать в отдельную тару, а это место засыпать песком с последующим его удалением. При работе с маслами необходимо использовать индивидуальные средства защиты согласно типовым отраслевым нормам.

При загорании нефтепродуктов применяют следующие средства пожаротушения: распыленную воду, пену, а при объемном тушении – углекислый газ, состав СЖБ, состав 3,5 и перегретый пар.

## Тема 2. Нормирование расхода топливно-смазочных материалов

**Нормирование расхода топлива** – это установление допустимой величины расхода топлива в определенных условиях эксплуатации для конкретной модели дорожного транспортного средства. Осуществляется путем применения базовой (линейной) нормы и соответствующих установленных величин повышений или снижений, а также величин дополнительного расхода топлива.

**Базовая норма** – это расход топлива в л/100 км пробега (или в м<sup>3</sup>/100 км – для сжатого природного газа) автомобилем данной модели, находящимся в технически исправном состоянии. Она определяется для грузового автомобиля (за исключением самосвала) – в снаряженном состоянии; для легкового автомобиля, микроавтобуса и автобуса – с номинальной загрузкой; для грузопассажирского автомобиля – в снаряженном состоянии с номинальной загрузкой пассажирами; для самосвала – с половинной загрузкой. Снаряженная масса – это масса полностью заправленного (топливом, маслами, охлаждающей жидкостью и пр.) и укомплектованного (запасным колесом, инструментом и т.п.) автомобиля без массы груза, пассажиров, багажа и водителя. Например, базовая норма расхода жидкого топлива составляет: для легкового автомобиля ВАЗ-2109 – 8,0 л/100 км; для грузового автомобиля МАЗ-555102 – 30,3 л/100 км; для автобуса МАЗ-103 – 37,0 л/100 км, а базовая норма расхода газообразного топлива составляет для ГАЗ-53-07 – 37,0 м<sup>3</sup>/100 км.

Для грузовых автомобилей и автопоездов, выполняющих работу, учитываемую в тонно-километрах (т·км), устанавливается **дополнительная норма расхода топлива** на 100 т·км транспортной работы: с бензиновыми двигателями – 2,0 л/100 т·км; с дизельными – 1,3 л/100 т·км; работающих на сжиженном углеводородном газе (СУГ) – 2,5 л/100 т·км; работающих на сжатом природном газе (СПГ) – 2,0 м<sup>3</sup>/100 т·км; при газодизельном цикле – 1,2 м<sup>3</sup> СПГ и 0,25 л дизтоплива на 100 т·км. Нормы расхода могут изменяться при работе автомобилей в условиях, отличных от тех, при которых они определены. Причем для указанных условий изменяются базовая (линейная) норма и норма на транспортную работу. Могут быть и другие случаи, когда устанавливается дополнительный расход топлива: при учебной езде, на внутригаражных разъездах, для прогрева двигателя и т.п.

Для самосвала и самосвального автопоезда грузоподъемностью до 10 т для выполнения операции разгрузки дополнительно нормируется расход топлива на каждую езду с грузом 0,25 л жидкого топлива (или СУГ), для автомобилей, работающих на СПГ, – 0,3 м<sup>3</sup>, для самосвала грузоподъемностью от 10 до 20 т – 0,5 л на езду, свыше 20 т – 1 л на езду. Для самосвала и самосвального автопоезда, работающего в карьерах, дополнительно нормируется расход топлива на каждую езду с грузом при маневрировании в местах погрузки и разгрузки: грузоподъемностью до 10 т – 0,2 л, от 10 до 20 т – 0,3 л, свыше 20 т – 0,4 л.

Таким образом, нормируемый расход топлива грузовым автомобилем складывается из трех составляющих: расхода топлива при движении порожнего автомобиля, расхода на перевозку груза и расхода на маневрирование под погрузкой и разгрузкой.

$$Q_r = H_n \frac{L}{100} \left( 1 + \frac{D}{100} \right) + B \frac{W}{100} \left( 1 + \frac{D}{100} \right) + H_e n_e,$$

где  $H_n$  – линейная норма расхода топлива;  $L$  – пробег автомобиля, км;  $D$  – надбавка, учитывающая отклонения условий эксплуатации;  $B$  – норма расхода топлива на 100 т·км транспортной работы;  $W$  – транспортная работа, т·км;  $H_e$  – норма расхода топлива на одну езду с грузом, л;  $n_e$  – число ездов с грузом.

Транспортная работа определяется следующим образом:

$$W = Lq\gamma\beta,$$

где  $q$  – номинальная грузоподъемность автомобиля, т;  $\gamma$  – коэффициент использования грузоподъемности;  $\beta$  – коэффициент использования пробега.

Для одиночных грузовых бортовых автомобилей и седельных тягачей с полуприцепами расход топлива

$$Q_r = H_n \frac{L}{100} \left( 1 + \frac{D}{100} \right) + B \frac{W}{100} \left( 1 + \frac{D}{100} \right)$$

Нормируемый расход топлива одиночным автомобилем-самосвалом

$$Q_c = H_n \frac{L}{100} \left( 1 + \frac{D}{100} \right) + H_e n_e$$

Расход топлива легковым автомобилем и автобусом определяется на основе только линейной нормы:

$$Q_n = H_n \frac{L}{100} \left( 1 + \frac{D}{100} \right).$$

Если на автомобиле смонтировано специализированное оборудование массой  $G$ , то расход топлива

$$Q_o = H_n \frac{L}{100} \left( 1 + \frac{D}{100} \right) + B \frac{GL}{100} \left( 1 + \frac{D}{100} \right).$$

Для автопоездов с буксируемым прицепом норма расхода топлива

$$Q_b = \left( H_n \frac{L}{100} + B \frac{G_{пр}L}{100} + B \frac{W_n}{100} \right) \left( 1 + \frac{D}{100} \right),$$

где  $G_{пр}$  – собственная масса прицепа, т;  $W_n$  – транспортная работа автопоезда.

**Нормирование расхода смазочных материалов** осуществляется для каждой модели автомобиля и по каждому виду масел и смазок. Нормы расхода установлены на

100 л (м<sup>3</sup> СПГ) общего расхода топлива. Они включают в себя замену масла при технических обслуживаниях и доливку в процессе эксплуатации.

При определении марок трансмиссионных масел необходимо учесть, что на коробку передач расходуется 40 %, на главную передачу – 40 %, на рулевой механизм – 20 % общего количества. Для автомобилей с гидроусилителем рулевого управления трансмиссионные масла распределяются следующим образом: на коробку передач – 50 %, на ведущий мост – 50 %, так как в рулевом управлении эти масла не используются.

Пластичные смазки также распределяются по видам: тугоплавкие – 30 %, среднеплавкие – 60 %, специальные – 7 % и консервационные – 3 % общего количества.

В «Сборнике норм расхода топлива и смазочных материалов для механических транспортных средств, автотракторной техники, судов, машин, механизмов и оборудования в Республике Беларусь» (2006 г.) нормы расхода масел и смазок указаны не для всех моделей автомобилей. Поэтому для неуказанных автомобилей необходимо использовать временные нормы расхода (табл. 1).

Для автомобилей, оборудованных гидромеханическими коробками передач (кроме БелАЗ и МоАЗ), временная норма расхода специальных масел повышается до 0,3 л. Нормы расхода масел и смазок увеличивают до 20 % для автомобилей, эксплуатируемых свыше 8 лет.

Таблица 1 – Временные нормы расхода масел (л) и смазок (кг) на 100 л общего расхода топлива

| Тип автомобиля   | Моторные масла | Трансмиссионные масла | Специальные масла | Пластичные смазки |
|--|----------------|-----------------------|-------------------|-------------------|
| Легковые, грузовые автомобили и автобусы, работающие на бензине и сжиженном газе | 2,4            | 0,3                   | 0,1               | 0,2               |
| Легковые, грузовые автомобили и автобусы, работающие на дизельном топливе        | 3,2            | 0,4                   | 0,1               | 0,3               |

Для контроля за расходом топлива на автотранспортных предприятиях должна вестись учетная документация. Путевой лист является основным первичным документом учета работы автомобиля и фактически израсходованного количества топлива. Данные по расходу топлива заносятся в «Листок по учету расхода топлива» на каждый автомобиль, где записывается номер автомобиля, выполненная транспортная работа, фактически израсходованное количество топлива и нормируемый расход. В «Лицевом счете водителя» записывают за каждый отчетный путевой лист фактически израсходованное количество топлива и рассчитанное нормативное значение. Такая система учета позволяет оперативно выявлять технически неисправные автомобили, имеющие перерасход топлива, и водителей, допускающих перерасход.

## Раздел 5. Автомобильные специальные (технические) жидкости.

### Тема 1. Охлаждающие жидкости

#### 1. Эксплуатационные требования к качеству охлаждающих жидкостей

Исходя из назначения и условий применения, охлаждающие жидкости в автомобильных двигателях должны удовлетворять следующим требованиям:

- обладать высокой температурой кипения и теплотой испарения;

- возможно большей удельной теплоемкостью и теплопроводностью;
- низкой температурой застывания;
- иметь небольшую вязкость (около  $1 \text{ мм}^2/\text{с}$ );
- не вызывать коррозии металлов и сплавов, с которыми соприкасается;
- не разрушать резиновые изделия, используемые в системе охлаждения;
- не образовывать отложений;
- не вспениваться во время работы двигателя;
- жидкость должна быть недефицитной, дешевой, безопасной в пожарном отношении и безвредной для здоровья.

## 2. Вода как охлаждающая жидкость

Вода обладает наибольшей охлаждающей способностью, имеет самую высокую теплоемкость ( $4,19 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$ ), большую теплопроводность, небольшую вязкость ( $\nu_{20} = 1 \text{ мм}^2/\text{с}$ ), большую теплоту испарения, она пожаробезопасна, не ядовита, дешева и др.

Однако вода обладает и существенными недостатками, затрудняющими ее применение в качестве охлаждающей жидкости. При  $0^\circ\text{C}$  она замерзает со значительным увеличением объема (примерно на 10 %). Это может вызвать разрушение (размораживание) системы охлаждения при температурах окружающего воздуха ниже  $0^\circ\text{C}$ , так как при этом на стенки блока цилиндров действует давление до 2500 МПа.

Вода имеет сравнительно низкую температуру кипения, поэтому рабочая температура ее в открытой системе охлаждения не должна превышать  $90^\circ\text{C}$ . При более высоких температурах вода интенсивно испаряется.

При использовании воды в качестве охлаждающей жидкости в системе охлаждения активно образуется накипь, что обусловлено наличием в воде минеральных примесей и растворенных солей. Теплопроводность накипи приблизительно в 100 раз меньше, чем стали, поэтому обильная накипь нарушает тепловой режим работы двигателя вплоть до перегрева и связанных с ним аварийных поломок.

Для предотвращения образования накипи в системе охлаждения используются два способа: 1) введение антинакипинов (вводятся в систему охлаждения): хромпик  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , нитрат аммония  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ; 2) умягчение воды перед заливкой в систему (кипячением, перегонкой или обработкой кальцинированной содой  $\text{Ca}_3\text{CO}_3$ ).

Количество растворенных в воде солей определяет жесткость воды. За единицу измерения жесткости принимают миллиграмм-эквивалент (мг-экв.). 1 мг-экв. соответствует содержанию в 1 л воды 20,04 мг ионов Са или 12,16 мг ионов Mg. Жесткая вода содержит более 6 мг-экв. в 1 л, вода средней жесткости – 3-6 мг-экв. в 1 л, мягкая вода – до 3 мг-экв. в 1 л. Очевидно, что мягкая вода образует меньше накипи, поэтому применять ее в системе охлаждения целесообразнее.

Применение воды в системе охлаждения зимой усложняет эксплуатацию автомобилей. Приходится расходовать дополнительное количество топлива для периодического прогрева двигателя во время остановок, сливать воду при хранении автомобиля на открытой площадке и вновь заливать ее перед пуском двигателя.

## 3. Низкотемпературные замерзающие жидкости

В современных автомобильных двигателях в качестве охладителя применяют *низкотемпературные охлаждающие жидкости* или *антифризы*.

В качестве таких жидкостей могут быть использованы смеси воды со спиртами смеси воды с глицерином, смеси углеводов и ряд других смесей. Наибольшее распространение имеют гликолевые низкотемпературные жидкости, представляющие собой смеси этиленгликоля с водой. Реже встречаются жидкости, изготовленные на основе пропиленгликоля, смешивать которые с этиленгликолевыми нельзя.

**Этиленгликоль** – это двухатомный спирт  $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}$  – бесцветная и без запаха жидкость, кипящая при температуре  $197^\circ\text{C}$  и застывающая при  $-12^\circ\text{C}$ . Водные растворы этиленгликоля застывают при более низкой температуре (см. рис. 1). Так, раствор, содержащий 67 % этиленгликоля и 33 % воды, застывает при температуре  $-75^\circ\text{C}$ .

Основным показателем для оценки эксплуатационных свойств этиленгликолевой охлаждающей жидкости является температура замерзания, которую определяют по плотности жидкости при помощи ареометров или гидрометров, а также по показателю преломления при помощи рефрактометров.

Гидрометр внешне похож на ареометр, но он имеет две шкалы, одна из которых используется для определения концентрации этиленгликоля в объемных %, а другая – для определения соответствующей температуры замерзания. Внутри нижней части гидрометра имеется термометр.

Так как шкалы гидрометра градуированы на температуру  $20^\circ\text{C}$ , то для определения истинного содержания этиленгликоля необходимо внести температурную поправку и произвести расчет по формуле:

$$C_{\text{ист}} = C_t [1 + 0,008(t - 20)],$$

где  $C_{\text{ист}}$  – истинная концентрация этиленгликоля;  $C_t$  – измеренная при данной температуре концентрация этиленгликоля;  $t$  – температура измерения концентрации этиленгликоля,  $^\circ\text{C}$ .

Этиленгликолевые антифризы имеют повышенную коррозионную активность к металлам и разрушают резину. Для устранения этих недостатков в антифризы вводят присадки: **декстрин**, предохраняющий от разрушения свинцово-оловянистый припой, алюминий и медь; **динатрийфосфат**, защищающий черные металлы, медь и латунь. Иногда вводят **молибденовый натрий**, предотвращающий коррозию цинковых и хромовых покрытий на деталях системы охлаждения. В этом случае к марке антифриза добавляют индекс «М». В антифризы вводят краситель.

Этиленгликоль – сильный яд, поэтому после контакта с ним необходимо тщательно вымыть руки.

#### 4. Ассортимент низкотемпературных охлаждающих жидкостей, рекомендации по применению

Отечественная промышленность выпускает следующие низкотемпературные охлаждающие жидкости: «Антифриз», «Тосол», «Пена». Тосолы отличаются от простых антифризов наличием противопенных и антифрикционных присадок. Цифра в марке антифриза показывает наивысшую температуру застывания (см. табл. 1).

Этиленгликолевые антифризы выпускают двух марок: «65» с температурой замерзания не выше  $-65^\circ\text{C}$  и «40» – не выше  $-40^\circ\text{C}$ . В системах охлаждения современных автомобилей всевозможные антифризы *Тосол А-40М* и *Тосол А-65М* с температурами замерзания не выше  $-40^\circ\text{C}$  у первого и не выше  $-65^\circ\text{C}$  у второго. Они представляют собой водные растворы *Тосола АМ*, приготовляемого из этиленгликоля и содер-

жащего комплекс различных присадок (антикоррозионных, антипенных, антифрикционных) (для получения антифризов марок 40 или 65 его необходимо растворить в соответствующем количестве дистиллированной воды).

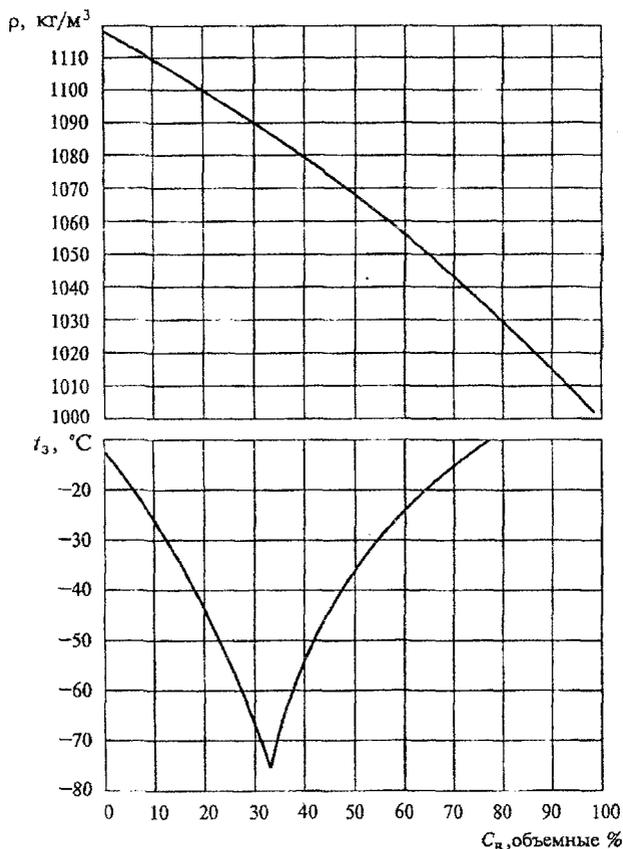


Рисунок 1 – Зависимость плотности  $\rho$  и температуры застывания  $t_z$  водоглицеролевой жидкости от содержания в ней воды  $C_B$

Другие марки антифризов с такими же температурами замерзания: *Лена-40*, *Лена-65*, которые оказывают меньшее коррозионное воздействие на чугунные и алюминиевые детали.

Присадки, содержащиеся в «Тосоле», в процессе эксплуатации двигателя распадаются, и качество жидкости ухудшается. Допустимый срок службы Тосола А-40М составляет до 3 лет эксплуатации автомобиля или 60 тыс. км пробега, после чего подлежит замене. Более длительные сроки эксплуатации без замены антифриза способствуют возникновению дефектов (очагов коррозии) на поверхности деталей системы охлаждения.

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

Таблица 1 – Характеристики низкотемпературных охлаждающих жидкостей

| Наименование показателей                                      | «Антифриз»                              |                        |                       | «Тосол»                            |             |                                    | «Лена»                                   |             |             |
|---|---|------------------------|-----------------------|------------------------------------|-------------|------------------------------------|--|-------------|-------------|
|   | Концентрат                              | Марки 40               | Марки 65              | Концентрат АМ                      | А-40М       | А-65М                              | Концентрат                               | Ож-40       | Ож-65       |
| Состав, %:  |   |                        |                       |                                    |             |                                    |  |             |             |
| этиленгликоль   | 94                                      | 52                     | 64                    | 96                                 | 58-66       | 60-64                              | -  | -           | -           |
| вода  | 5                                       | 47                     | 35                    | 3                                  | 34          | 35                                 | -  | -           | -           |
| присадки (сверх 100 %)  | 6-8                                     | 3,5-4,5                | 4-4,5                 | 6-7                                | 3-3,5       | 3,5-4                              | -  | -           | -           |
| Внешний вид жидкости  | Слабо-мутная, бесцветная или желтоватая | Слабомутная желтоватая | Слабомутная оранжевая | Голубая, без механических примесей |             | Красная, без механических примесей | Желто-зеленая, без механических примесей |             |             |
| Плотность при 20 °С, г/см <sup>3</sup> , не более             | 1,1-1,116                               | 1,067-1,072            | 1,085-1,09            | 1,12-1,14                          | 1,078-1,085 | 1,085-1,095                        | 1,12-1,15                                | 1,075-1,085 | 1,085-1,095 |
| Температура замерзания, °С, не выше                           | -11,5                                   | -40                    | -65                   | -11,5                              | -40         | -65                                | -35                                      | -40         | -65         |
| Температура кипения, °С                                       | -                                       | +100                   | +100                  | +170                               | +108        | +115                               | +160                                     | +100        | +100        |
| Вязкость кинематическая, мм <sup>2</sup> /с, при температуре: |   |                        |                       |                                    |             |                                    |  |             |             |
| -30 °С  | -                                       | 58                     | 100                   | -                                  | 56,5        | 96,3                               | -  | -           | -           |
| -20 °С  | -                                       | 4,4                    | 5,2                   | -                                  | 4,3         | 6,2                                | -  | -           | -           |
| +50 °С  | -                                       | 1,9                    | 2,2                   | -                                  | 1,9         | 2,5                                | -  | -           | -           |

В систему охлаждения двигателя следует заливать только жидкости, указанные заводом-изготовителем автомобиля (двигателя) в инструкции по его эксплуатации.

Не следует смешивать между собой антифризы разных марок, даже имеющие одну основу, так как в них могут содержаться не совместимые друг с другом присадки.

По мере «старения» (выработки присадок) низкотемпературные охлаждающие жидкости меняют внешний вид: они мутнеют, в них появляются осадки, меняется первоначальный цвет. Так, антифриз из желтого превращается в мутно-белый, а «Тосол» – из голубого сначала в зеленый, а затем в мутно-желтоватый. При явном изменении цвета и помутнении охлаждающую жидкость следует слить, промыть систему охлаждения чистой водой и залить свежую жидкость.

## 5. Исправление качества антифриза

В процессе эксплуатации автомобиля плотность этиленгликолевого антифриза может меняться как в большую, так и в меньшую сторону, что приводит к изменению температуры замерзания охлаждающей жидкости. Для приведения плотности антифриза к нормируемым показателям состав смеси корректируют путем добавления воды или этиленгликоля.

Если температура замерзания антифриза выше требуемой (например  $-40^{\circ}\text{C}$ ), то необходимо добавить этиленгликоль, а если ниже – необходимо добавить дистиллированную воду.

Количество (в миллилитрах) добавляемого этиленгликоля ( $X$ ) или воды ( $U$ ) рассчитывается по формулам:

$$X = \frac{a-b}{b-k} \cdot V; \quad U = \frac{c-d}{d} \cdot V,$$

где  $a, b, k$  – соответственно количество воды (в % по объему) в исправляемом и исправленном антифризе, в добавляемом этиленгликоле;  $c, d$  – количество этиленгликоля (в % по объему) в исправляемом и исправленном антифризе соответственно;  $V$  – объем исправляемого (анализируемого) антифриза, мл.

## Тема 2. Тормозные жидкости

### 1. Эксплуатационные требования к тормозным жидкостям

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

Тормозные жидкости должны иметь:

- хорошие вязкостно-температурные свойства;
- высокую температуру кипения при поглощении влаги;
- хорошие смазывающие свойства;
- отсутствие склонности к образованию твердых частиц и сгустков во время использования и хранения;
- высокие противокоррозионные и защитные свойства;
- совместимость с резиновыми уплотнительными манжетами;
- высокую стабильность при хранении.

Технические требования к тормозным жидкостям иностранного производства определяются нормативными документами (стандарты SAE J 1703, FMVSS 116, ISO 4925).

## 2. Состав основы тормозных жидкостей

В зависимости от основы тормозные жидкости делятся на *минеральные, гликолевые и силиконовые*.

**Жидкости на основе минеральных масел** (ISO 7308) практически не обладают гигроскопичностью, поэтому температура их кипения (при отсутствии абсорбции влаги) не снижается. Для обеспечения меньшей зависимости вязкости от температуры в тормозную жидкость добавляют специальные присадки.

Примерами минеральных тормозных жидкостей отечественного производства являются тормозные жидкости **БСК** и **ЭСК**, которые представляют собой смеси касторового масла, получаемого из масляничной культуры клещевины, и спирта. Смесь на основе бутилового спирта образует тормозную жидкость **БСК**, а смесь на основе этилового спирта – **ЭСК**.

**Гликолевые тормозные жидкости** изготавливаются на основе различных соединений гликолей. При удовлетворительных смазывающих свойствах эти жидкости имеют высокую начальную температуру кипения и низкую температуру застывания, однако, будучи гигроскопичными, при насыщении влагой снижают температуру кипения.

Тормозные жидкости на гликолевой основе, как правило, соответствуют требованиям международного стандарта *FMVSS 116 DOT 3 и DOT 4*. Снижение температуры кипения тормозной жидкости DOT 4 за время ее эксплуатации по сравнению с жидкостью DOT 3 происходит значительно медленнее, а потому срок службы тормозной жидкости DOT 4 больше.

**Силиконовые тормозные жидкости** (SAE J 1705), как и минеральные масла, не абсорбируют влагу. Накопленная в тормозной жидкости вода в свободном состоянии при нагревании более 100 °С выпаривается, а при охлаждении ниже 0°С замерзает, что препятствует нормальной работе тормозной системы. Кроме того, тормозные жидкости на основе силиконов имеют худшие смазывающие свойства, что существенно ограничивает их применение.

## 3. Эксплуатационные свойства тормозных жидкостей

Важнейшими эксплуатационными свойствами тормозных жидкостей являются: *вязкостно-температурные свойства (температура кипения свежей жидкости, температура кипения увлажненной жидкости, вязкость), гигроскопичность, совместимость, агрессивность к резиновым уплотнениям и др.*

**Температура кипения свежей жидкости** служит критическим параметром безопасной работы тормозной системы. Установившаяся наибольшая температура во всей тормозной системе характеризует величину сопротивления жидкости тепловым нагрузкам, которые возникают при работе колесных тормозных цилиндров.

**Гигроскопичность** – способность жидкости поглощать воду из окружающей среды. Негигроскопичная тормозная жидкость предохраняет тормозную систему от появления в ней воды в свободном виде, химически связывает ее и препятствует образованию ледяных или паровоздушных пробок в интервале рабочих температур.

**Температура кипения увлажненной жидкости** характеризует минимально допустимое значение установившейся температуры кипения жидкости в зависимости от абсорбированной влаги в количестве 3,5 % от объема системы. При попадании в систему влаги точка кипения тормозной жидкости снижается.

**Вязкость.** Изменение вязкости является одним из основных критериев оценки пригодности тормозной жидкости к эксплуатации в интервале рабочих температур.

**Совместимость** – способность тормозной жидкости смешиваться с аналогами без вступления их компонентов в химическую реакцию между собой.

**Стабильность физико-химических свойств** должна предотвращать расслоение, вспенивание и выпадение осадков в жидкости при работе и хранении.

**Химическая инертность** – способность жидкости не вступать в химические реакции с материалами, из которых изготовлены детали тормозной системы.

**Защитные противокоррозионные свойства** обеспечиваются введением в тормозные жидкости специальных присадок.

**Увеличение объема резины в тормозной жидкости** после старения нормируется отечественными стандартами, а для жидкостей иностранного производства не должно превышать 10 %. При значительном увеличении объема прочностные свойства резины существенно ухудшаются.

Даже незначительное загрязнение (минеральным маслом, растворителями) тормозной жидкости на гликолевой основе может привести к разрушению резиновых уплотнений и выходу из строя всей тормозной системы.

Эксплуатационные свойства тормозных жидкостей иностранного производства содержатся в разработанных Содружеством автомобильных инженеров (SAE J 1703) и Федеральным обществом по безопасности транспортных средств США (FMVSS 116) нормативных документах (табл. 1).

#### 4. Ассортимент и потребительские свойства тормозных жидкостей, рекомендации по применению

Промышленность выпускает следующие автомобильные тормозные жидкости российского производства: БСК, ГТЖ-22М, «Нева», «Томь» и «Роса» (см. табл. 2).

Таблица 1 – Эксплуатационные свойства тормозных жидкостей иностранного производства

| Наименование показателей  | Нормативные документы и тип тормозной жидкости |       |       |            |
|---|--|-------|-------|------------|
|   | FMVSS 116                                      |       |       | SAE J 1703 |
|   | DOT 3  | DOT 4 | DOT 5 |            |
| Наименьшая установившаяся температура кипения, °С                             | 205  | 230   | 260   | 205        |
| Наименьшая влажностная температура кипения, °С                                | 140  | 155   | 180   | 140        |
| Вязкость кинематическая при температуре -40 °С, мм <sup>2</sup> /с, не более  | 1500   | 1800  | 900   | 1800       |
| Вязкость кинематическая при температуре +100 °С, мм <sup>2</sup> /с, не менее | 1,5  | 1,5   | 1,5   | 1,5        |

Жидкость «Томь» изготавливается на основе этилкарбита и боратов с добавлением загустителей и противокоррозионных присадок. Жидкость обеспечивает надежную работу гидроприводов тормозов грузовых и легковых автомобилей российского производства и применяется в качестве всесезонной во всех климатических зонах, кроме районов Крайнего Севера. Жидкость «Томь» несовместима с БСК, совместима с тормозной жидкостью «Роса» и соответствует международным стандартам США FMVSS 116 (тип DOT 3).

Жидкость «Роса» изготавливается на основе борсодержащих олигомеров, окисей алкиленов с добавлением противокоррозионной и противокислительной присадок. Жид-

кость имеет хорошие высокотемпературные свойства и обеспечивает надежную работу при использовании в тормозных системах (в том числе в тормозных механизмах дискового типа и при больших нагрузках во время торможения) всех типов российских легковых автомобилей в температурном интервале от +50 до -50 °С. Применяется в качестве всесезонной во всех климатических зонах, кроме районов Крайнего Севера. Жидкость «Роса» несовместима с БСК, полностью совместима с тормозной жидкостью «Томь», соответствует международным стандартам США FMVSS 116 (тип DOT 4).

Жидкость ГТЖ-22М изготавливается на основе диэтиленгликоля и этилцеллолольва с противокоррозионными присадками, применяется в качестве всесезонной во всех климатических зонах, кроме районов Крайнего Севера. Жидкость ГТЖ-22М несовместима с тормозной жидкостью БСК.

Таблица 2 – Характеристики тормозных жидкостей

| Наименование показателей   | Марка или наименование тормозных жидкостей |                                    |                                    |   |                    |
|--|--|------------------------------------|------------------------------------|---|--------------------|
|  | БСК  | «Нева»                             | «Томь»                             | «Роса»                                    | ГТЖ-22М            |
|  | Однородная прозрачная жидкость             |                                    |                                    |   |                    |
| Внешний вид (цвет) при температуре 20±2°С  | От красного до оранжевого                  | От светло-желтого до темно-желтого | От светло-желтого до темно-желтого | От светло-желтого до светлого-коричневого | Желтовато-зеленого |
| Вязкость кинематическая, мм <sup>2</sup> /с, при температуре:<br>+50 °С, не менее<br>+100 °С, не менее<br>-40 °С, не более | 9,0<br>5,5 (при 70 °С)<br>Не рекомендуется | 5,0<br>2,0<br>1500                 | 5,0<br>2,0<br>1500                 | 5,0<br>2,0<br>1700                        | -<br>1,9<br>1600   |
| Концентрация водородных ионов, рН  | 6,0  | 7,0-11,5                           | 7,0-11,5                           | 7,0-11,5                                  | 7,0-11,5           |
| Температура кипения свежей жидкости, °С, не ниже   | 115  | 200                                | 205                                | 260                                       | 190                |
| Температура кипения увлажненной жидкости (содержание воды 3,5 % по массе), °С, не ниже                                     | Не нормируется                             | 140                                | 140                                | 155                                       | Не нормируется     |
| Увеличение объема резины марки 7-2462 после старения в тормозной жидкости, %   | 5-10                                       | 2-10                               | 2-10                               | 2-8                                       | -                  |
| Температура застывания, °С (потеря подвижности)  | -20  | -60 (не теряет)                    | -60 (не теряет)                    | -60                                       | -60                |

Жидкость «Нева» изготавливается на основе этилкарбитола с добавлением загустителя и противокоррозионных присадок. Обеспечивает надежную работу в температурном интервале от +50 до -50 °С и применяется в качестве всесезонной во всех климатических зонах, кроме районов Крайнего Севера, в гидроприводах тормозов и сцеплений легковых автомобилей российского производства. Однако при увлажнении температура кипения жидкости «Нева» снижается, что увеличивает вероятность образования паро-

вых пробок в тормозной системе и повышает коррозионную агрессивность жидкости к металлам.

Примером тормозной жидкости иностранного производства является жидкость **MANNOL DOT 4 Synthetic** (SCT, Германия) на синтетической основе предназначена для любых гидравлических тормозных систем автомобилей. Жидкость имеет повышенную надежность благодаря высокой температуре кипения, химически нейтральна к деталям тормозной системы. Смешивается с тормозными жидкостями на аналогичной основе в соответствии с указаниями фирм-производителей автомобилей. Жидкость соответствует требованиям международных стандартов SAE J 1703, ISO 4925.

При замене тормозных жидкостей в автомобилях и их хранении следует придерживаться следующих общих рекомендаций:

- смену жидкости необходимо производить в сроки, указанные в руководстве по эксплуатации автомобиля (обычно раз в 1,5-2 года);
- жидкости, рекомендованные заводом-изготовителем автомобиля, следует заменять только аналогичными, совместимыми с рекомендованными;
- тормозные жидкости ядовиты, поэтому при работе с ними необходимо соблюдать меры предосторожности;
- тормозные жидкости следует хранить только в герметичной таре;
- тормозные жидкости (кроме БСК) агрессивны к лакокрасочному покрытию автомобилей.

### **Тема 3. Амортизаторные жидкости**

#### **1. Эксплуатационные требования к амортизаторным жидкостям**

Условия работы жидкостей в автомобильных амортизаторах и гидравлических приводах существенно различаются. Это не позволяет использовать в них одну и ту же жидкость. В то же время в амортизаторах разных конструкций (телескопических, рычажных и др.) применяют одинаковые жидкости.

Температура жидкости зависит от конструкции амортизаторов, дорожных и климатических условий, а также от состава применяемой жидкости. Давление жидкости в автомобильных амортизаторах может достигать 10 МПа. Кроме того, жидкость длительное время контактирует с резиновыми деталями амортизатора.

**Амортизаторные жидкости** представляют собой маловязкие масла, содержащие следующие присадки – вязкостную, депрессорную, антиокислительную, противоизносную, диспергирующую и антипенную.

К амортизаторным жидкостям представляют **следующие эксплуатационные требования:**

- достаточная вязкость при температуре до 100 °С;
- способность обеспечить подвижность жидкости во всем диапазоне рабочих температур;
- способность обеспечить определенный уровень усилия амортизатора при гашении колебаний кузова автомобиля;
- хорошие смазывающие и противокоррозионные свойства;
- высокая термоокислительная стабильность, обеспечивающая долговременную работу.

Основным показателем для амортизаторных жидкостей является **вязкость**. Большинство рабочих жидкостей, применяемых в телескопических амортизаторах, имеют

следующие значения вязкости: при температуре 20 °С – 30...60 мм<sup>2</sup>/с; 50 °С – 10...16 мм<sup>2</sup>/с; 100 °С – 3,5...6,0 мм<sup>2</sup>/с.

Высокие требования предъявляются к вязкости амортизаторной жидкости при отрицательных температурах. Так, при температуре -20 °С вязкость не должна превышать 800 мм<sup>2</sup>/с. При более высокой вязкости работа амортизатора резко ухудшается и происходит блокировка подвески. Уже при температуре -30 °С вязкость товарных амортизаторных жидкостей превышает 2000 мм<sup>2</sup>/с, а при -40 °С достигает 5000...10000 мм<sup>2</sup>/с. При таких температурах обеспечить требуемую вязкость могут амортизаторные жидкости на синтетической основе.

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

## 2. Потребительские свойства и ассортимент амортизаторных жидкостей

Основные показатели качества амортизаторных жидкостей представлены в табл. 1.

Таблица 1– Характеристика амортизаторных жидкостей

| Показатели  | АЖ-12Т        | МГП-12 ("Славол-АЖ") | ГРЖ-12                   |
|---|---------------|----------------------|--------------------------|
| ГОСТ, ТУ  | ГОСТ-23008-78 | ТУ 38.301-29-40-97   | ТУ 0253-048-05767-924-96 |
| Кинематическая вязкость, мм <sup>2</sup> /с, при температуре: |               |                      |                          |
| 40 °С, не менее   | -             | -                    | 16-20                    |
| 50 °С, не менее   | 12,0          | 12,0                 | -                        |
| 100 °С, не менее  | 3,6           | 3,8                  | 3,9                      |
| -20 °С, не более  | -             | 800                  | 800                      |
| -40 °С, не более  | 6500          | -                    | -                        |
| Температура, °С:  |               |                      |                          |
| - вспышки, не ниже  | 165           | 140                  | 140                      |
| - застывания, не выше   | -52           | -50                  | -50                      |
| Плотность при 20 °С, кг/м <sup>3</sup> , не более             | -             | 917                  | 917                      |
| Стабильность против окисления:                                |               |                      |                          |
| - осадок после окисления, %;                                  | Отсутствие    | -                    | -                        |
| - кислотное число до (после) окисления, мг КОН/г, не более    | 0,04(0,1)     | -                    | -                        |
| Содержание механических примесей и воды, %                    | Отсутствие    |                      |                          |
| Испытание на коррозию   | Выдерживает   |                      |                          |

**Амортизаторная жидкость АЖ-12Т** – смесь нефтяного масла глубокой селективной очистки из сернистого сырья и полиэтил-силоксановой жидкости с противоизносной и антиокислительной присадками. Применяют в качестве рабочей жидкости в амортизаторах грузовых автомобилей и специальной техники. Жидкость устойчиво работает в диапазоне рабочих температур от -50 до +90 °С и при повышенном давлении. Используется только в конструкциях амортизаторов, детали которых выполнены из маслостойкой резины.

**Амортизаторная жидкость ГРЖ-12** – смесь очищенных трансформаторного и веретенного дистиллятов с добавлением депрессорной, антиокислительной, противоизносной и антипенной присадок.

**Жидкость МГП-10** представляет собой смесь трансформаторного масла и полисилоксановой жидкости с добавлением животного жира, противоокислительной и противопенной присадок. Ее температура застывания не выше -40 °С. МГП-10, применяемая

уже длительное время в амортизаторах легковых автомобилей классических моделей, не обеспечивает достаточной износостойкости телескопических стоек переднеприводных моделей.

**Амортизаторная жидкость МГП-12 ("Славол-АЖ")** разработана взамен жидкости МГП-10. Это маловязкая низкозастывающая нефтяная основа, в которую введены депрессорная, диспергирующая, противоизносная, антиокислительная и антипенная присадки. Применяют в качестве рабочей жидкости в телескопических стойках и амортизаторах грузовых и легковых автомобилей.

Примером жидкости иностранного производства является универсальная жидкость **MANNOL hydraulic central** (SCT, Германия) на минеральной основе. Специально разработана для использования в любых гидравлических системах, амортизаторах, подвесках, гидравлических усилителях руля и других автомобильных системах, работающих в диапазоне рабочих температур от -40 до +130 °С. Жидкость соответствует требованиям стандартов VW TL 521 46 и Volvo STD 1273.36 и применяется на автомобилях Audi, BMW, Peugeot, Citroen, Volkswagen и Volvo.

#### **Тема 4. Пусковые жидкости**

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

##### **1. Эксплуатационные требования к пусковым жидкостям**

Пусковые жидкости должны иметь:

- хорошую испаряемость при низкой температуре;
- быструю воспламеняемость от искры или самовоспламеняемость от сжатия;
- высокие противокоррозионные и противоизносные свойства;
- низкую температуру застывания;
- стабильность при длительном хранении.

##### **2. Ассортимент и потребительские свойства пусковых жидкостей**

Различия в принципе воспламенения топлива в бензиновых и дизельных двигателях обуславливают разный подход к составу пусковых жидкостей и содержанию в них отдельных компонентов.

Основным компонентом всех жидкостей, обеспечивающим их высокую эффективность, служит **этиловый эфир**. Добавление этилового эфира к углеводородам значительно расширяет возможность самовоспламенения топливовоздушной смеси и позволяет воспламенить искрой чрезвычайно бедные смеси, которые без этилового эфира не воспламеняются.

В качестве компонента, обеспечивающего легковоспламеняющимся жидкостям хорошие противоизносные и противоокислительные свойства, используют **масло для судовых газовых турбин**, застывающее при температурах ниже -60 °С и содержащее противоокислительную присадку.

##### **Примеры пусковых жидкостей**

Пусковая жидкость марки «Холод Д-40» рекомендуется для пуска холодных дизелей при температуре до -40 °С. Основу ее составляет этиловый эфир (60%), петролейный эфир (15%), масло для турбин (10%) и другие элементы.

Пусковая жидкость **НИИАТ ПЖ-25** применяется при температуре выше – 25 °С. Она состоит из этилового эфира (40%) и индустриального масла (60%).

Пусковая жидкость «**Арктика**» обеспечивает надежный пуск бензинового двигателя при температуре до –40 °С. Основу ее составляет этиловый эфир (40 ... 60%), газовый эфир (35...55%). Поставляется в ампулах или в аэрозольной упаковке.

Для введения пусковых жидкостей в двигатель используют пусковые приспособления моделей **5ПП-40** (для бензиновых двигателей) и **6ПП-40** (для дизельных двигателей). Пусковые жидкости «**Арктика**» впрыскиваются во впускной трубопровод, пусковая жидкость «**Холод Д-40**» – в камеру сгорания.

## **Раздел 6. Конструкционно-ремонтные материалы**

### **Тема 1. Пластические массы**

#### **1. Назначение пластмасс**

К числу общих **положительных технико-экономических качеств** пластических масс относятся следующие:

- более низкая стоимость пластмассовых изделий по сравнению со стоимостью изделий из металлов или других материалов;
- малая плотность, как правило, не превышающая 1500 кг/м<sup>3</sup>, что примерно в 5-8 раз ниже, чем у стали;
- высокое отношение прочности к плотности, т.е. значительная удельная объемная прочность;
- хорошие электро-, тепло- и звукоизоляционные свойства;
- легкая перерабатываемость в изделия, что указывает на высокую технологичность;
- высокая стойкость к различным агрессивным средам;
- возможность придания выраженных антифрикционных или выраженных фрикционных свойств;
- хорошие прозрачность и способность окрашиваться;
- устойчивость к вибрациям.

Применение пластмасс в автомобилестроении обеспечивает:

- снижение материалоемкости конструкций за счет применения крупногабаритных и других деталей;
- повышение безопасности за счет применения полужестких, эластичных пенополиуретанов для сидений, рулевых колес, подлокотников, потолка, панелей приборов, бамперов и других деталей;
- повышение долговечности за счет применения покрытий деталей, обращенных к полотну дороги, применения крыльев, фартуков, бамперов и других деталей из пластмасс;
- сокращение трудоемкости за счет высокой технологической податливости пластмасс при переработке их в изделия.

Так, заменяя черные металлы литьевыми пластмассами, достигают снижения трудоемкости изготовления деталей примерно в 5-6 раз. Характерной особенностью пластмасс является то, что в зависимости от используемых для их производства компонентов, соотношения этих компонентов и технологического режима можно получить материалы с ярко выраженными свойствами.

## 2. Состав пластмасс

*Пластмассами называют такие материалы, которые содержат в качестве основного связующего компонента полимер.*

В общем виде они включают: *полимеры, наполнители, пластификаторы, антистатикеры и красители.*

**Полимер.** Полимер – это основной элемент пластмассы, выполняющий роль связующего вещества. Полимерные соединения могут быть синтетическими (полиэтилен, фенолоформальдегидные смолы и др.) и естественными (натуральный каучук, целлюлоза, смолы и др.).

Характерной чертой как синтетических, так и естественных полимеров является пластичность, способность материала принимать придаваемую ему форму под воздействием тепла и давления и устойчиво ее сохранять.

Макромолекулы с линейным строением образуются при реакции **полимеризации**, когда несколько одинаковых молекул соединяются вместе без выделения побочных продуктов.

Полимеры по своим свойствам подразделяются на **термопластические** (пластмассы на их основе относят к группе **термопластов**) и на **термореактивные** (пластмассы на их основе относят к группе **термореактивных**). В некоторые пластмассы входят одновременно термореактивные и термопластичные полимеры.

**Наполнители.** Наполнители служат для увеличения объема и улучшения физико-механических и других свойств пластмасс, а также для уменьшения усадки при отверждении пластмасс, которая в некоторых случаях достигает 10-20% по объему. В качестве наполнителей применяют древесную муку, кварцевый или асбестовый порошок, опилки хлопка, стеклянные волокна. Для получения особо прочных пластмасс в качестве наполнителя используют хлопчатобумажные и стеклянные ткани, бумагу или древесный шпон (тонкий лист древесины). Такие пластмассы называют слоистыми пластиками.

**Пластификаторы.** Пластификаторы служат для понижения хрупкости пластмасс. К ним относятся жидкости (дибутилфталат, диоктилфталат и др.) или низкоплавкие воскоподобные вещества, хорошо совмещающиеся с полимерами. Хрупкость пластмассы уменьшается в результате проникновения пластификатора в межцепное пространство полимера.

**Антистатикеры.** Антистатикеры (антиокислители) замедляют процесс окисления пластмасс в процессе их применения, особенно при повышенной температуре и воздействии света.

**Красители.** Красители служат для придания пластмассам требуемого декоративного вида, а также для уменьшения влаго- и светопоглощения.

Кроме того, в пластмассы вводят **стабилизаторы**, которые связывают низкомолекулярные продукты разложения полимеров; **ускорители или замедлители процесса отверждения пластмасс**, а также смазывающие **вещества**, которые предотвращают прилипание пластмасс к стенкам пресс-формы.

## 3. Классификация пластмасс

Пластические массы в зависимости от химической природы полимеров разделены на четыре класса.

**Класс А.** Пластические массы на основе высокомолекулярных соединений, получаемых цепной полимеризацией: полиэтилен ВД (высокого давления), полиэтилен НД (низ-

кого давленя), пропилен, винилпласт и пластикаты на основе полвинилхлорида; полиизобутилен; фторопласты; полистирол и его сополимеры; этинопласты (поливинилбутироль и др.), акрилопласты и др.

**Класс Б.** Пластические массы на основе полимеров, получаемых поликонденсацией и ступенчатой полимеризацией: фенопласты с различными наполнителями (пресс-порошки, волокниты, текстолиты, стекловолкниты, фаолит и др.); аминопласты; мелалит; эфиропласты; полиамиды (капрон и др.); уретанопласты; эпоксиласты и др.

**Класс В.** Пластические массы на основе химически модифицированных природных полимеров. К ним относятся пластические массы на основе производных целлюлозы (целлулоид, этролы), галолит.

**Класс Г.** Пластические массы на основе природных и нефтяных асфальтов и смол: битумопласты с различными наполнителями.

Кроме этой классификации, пластмассы делятся на две основные группы – **термореактивные** и **термопластичные**, а также на подгруппы по физико-механическим свойствам.

#### 4. Свойства пластмасс

**Плотность.** Плотность для большинства пластмасс составляет 900-2200 кг/м<sup>3</sup>. Невысокая плотность является одним из преимуществ пластмасс перед другими материалами, которое позволяет уменьшить массу изделия.

**Прочность.** В отличие от металлов прочностные свойства пластмасс зависят от формы и размеров изделия, от времени эксплуатации. Характерной особенностью пластмасс является их способность изменять размеры под постоянной нагрузкой.

После длительного действия постоянной нагрузки понижается прочность пластмасс. Вследствие этого пластмассы не пригодны там, где на них действуют в процессе эксплуатации постоянные (хотя и допускаемые) нагрузки. В то же время пластмассы, благодаря своей эластичности лучше, чем металл, выдерживают переменные нагрузки.

Рабочий температурный интервал у пластмасс значительно уже, чем у сталей.

Величины пределов прочности и модулей упругости у пластмасс значительно меньше, чем у сталей. По этой причине пластмассы *не пригодны там, где требуется высокая жесткость изделий*. Для повышения жесткости пластмассовые детали иногда армируют металлом. У наиболее прочной пластмассы – *стеклопластика* предел прочности при растяжении достигает 70 МПа.

**Теплостойкость.** Большинство пластмасс могут работать в следующем интервале температур: термопласты – от -50° до +80 °С и реактопласты до 120 °С. Пластмассы на основе кремнийорганических полимеров и фторопласты работают при температурах до +500 °С. Большинство же пластмасс при температурах 250-350 °С подвергается деструкции, т.е. процессу разложения полимера на мономеры и другие вещества (воду, углекислый газ, альдегиды и т.п.). Недостаточная теплостойкость является главным недостатком пластмасс как конструкционных материалов.

**Морозостойкость.** Морозостойкость отражает характер изменения механических свойств пластмасс в области отрицательных температур. Большинство пластмасс при отрицательных температурах, особенно термопласты, теряют свою пластичность, становятся хрупкими.

**Теплопроводность.** Пластмассы обладают значительно меньшей теплопроводностью, чем металлы, у которых она в 500-600 раз выше.

**Оптические свойства.** Органическое стекло, бесцветный, прозрачный пластик, по сравнению с силикатным стеклом особенно хорошо пропускает ультрафиолетовые лучи.

**Коррозионная стойкость.** Как правило, пластические массы в отличие от металлов обладают повышенной стойкостью к воздействию кислот, щелочей, солей и растворителей.

**Диэлектрические свойства.** Пластические массы относятся к диэлектрикам.

**Фрикционные свойства.** Слоистые пластики (капрон) характеризуются низким коэффициентом трения и большой износостойкостью, поэтому применяются в подшипниках и других узлах трения. Пластики на базе фенольных смол с асбестовым наполнителем – асболокниты – имеют большой коэффициент трения и применяются в тормозных устройствах.

**Устойчивость к атмосферным воздействиям.** Пластмассы изменяют свои свойства под воздействием влаги, света и воды. Основной причиной старения пластмасс является деструкция полимеров под действием солнечных лучей и тепла, а также одновременно протекающие процессы окисления полимеров. Относительная недолговечность пластмасс является их серьезным недостатком по сравнению с металлом и вызывает необходимость проведения мер, предотвращающих старение.

## 5. Термопластические пластмассы

**Термопластические пластмассы (термопласты)** при нагревании приобретают пластичность, при охлаждении возвращаются в твердое состояние, повторно и неоднократно плавятся без изменения свойств материала. К ним относятся все пластмассы класса "А" и частично класса "Б" (полистирол, полиэтилен, винилпласт и др.).

Большинство термопластов обладает высокой ударной вязкостью, водостойкостью и хорошими диэлектрическими свойствами и в то же время низкой теплостойкостью и значительной хладотекучестью. Термопластичные пластмассы подвержены значительному изменению линейных размеров и объема с изменением температуры.

Среди термопластов наиболее широко используются: *полиамиды, акрилопласты, поливинилхлорид, фторопласты, полиэтилен, полистирол, этролы.*

Из **полиамидов** (например, **капрона**) может изготавливаться большое количество разнообразных автомобильных деталей: *втулки (педалей, дверных петель, рессор и др.), подшипники (дверей автобусов, педалей сцепления и др.), вкладыши, корпуса сальников, шестерни (привода спидометра и др.), манжеты, стеклодержатели, патроны ламп, выключатели, корпуса и крышки карбюратора и др.* **Полиамидные (капроновые) порошки** используют для получения антифрикционных слоев подшипников скольжения.

Из **полиэтилена ВД** изготавливают *крышки, кнопки, осветительные плафоны, трубки, прокладки и другие детали, а также пленку, на основе которой получают драпировочные и обивочные ткани для сидений и спинок.*

**Поливинилхлорид** применяют для изготовления *банок аккумуляторных батарей, прокладок, уплотнителей, внутренней обшивки кузова.* Пластифицированный **поливинилхлорид** используется для получения обивочных материалов путем нанесения пленки на хлопчатобумажную ткань, изготовления трубок масло- и топливopроводов и других деталей.

**Фторопласты** используют для деталей, работающих в химических средах и при повышенной температуре. Из фторопластов (фторопласт-4, фторопласт-4Д, фторопласт -

4М) изготавливают *уплотнительные прокладки, мембраны бензиновых насосов, различные втулки, вентили, антифрикционные детали.*

Из **акрилопластов** изготавливают *пылезащитные линзы, внутренние плафоны, стекла габаритных фонарей, оконные стекла и другие детали.*

Из **эпола** методом литья под давлением изготавливают: *щиток панели для приборов, облицовку рулевого колеса и другие профильные детали.*

Пластмассовые порошки **ПФН-12** и **ТПФ-37** применяются для выравнивания поверхности кузовов и кабин путем газопламенного напыления при температуре 210-220 °С.

## **6. Термореактивные пластмассы**

*Термореактивные пластмассы (реактопласты)* при повторном нагревании вследствие протекания необратимых химических реакций превращаются в твердые труднорастворимые и неразмягчающиеся (неплавкие) вещества. Поэтому формирование деталей из термореактивных пластмасс должно опережать процесс образования самой пластмассы.

Термореактивная смола переходит в термостабильное состояние при температуре 160-200 °С. Из числа термореактивных смол наиболее часто применяют в качестве связующих *фенолоформальдегидные, полиэфирные, эпоксидные, кремнийорганические (полисилоксановые), меламиноформальдегидные и др.*

В отвержденном состоянии большинство термореактивных смол по сравнению с термопластичными меньше изменяют физические и механические свойства при нагреве, обладают малой хладотекучестью, т.е. ползучестью под влиянием постоянно действующей нагрузки.

К термореактивным пластмассам относят **фенопласты, аминопласты, пресс-композиции на основе кремнийорганических и полиэфирных смол.**

Основой **фенопластов** является фенолформальдегидная смола. Фенопласты обладают высокими механическими и диэлектрическими свойствами, стойки к нефтепродуктам и классифицируются по наполнителю. При изготовлении автомобильных деталей из **фенопластов** наиболее часто применяют так называемые *слоистые пластики: асботекстолит, текстолит, карболит.*

*Накладки дисков сцепления и тормозов* могут быть изготовлены из **асботекстолита** с добавкой каолина.

Из специального **текстолита** изготавливают *шестерни распределительного вала двигателей, опорные шайбы крыльчатки водяных насосов двигателей, опорные шайбы распределительных валов и другие детали.*

Из **карболита** изготавливают *крышку и ротор прерывателя-распределителя, изоляторы катушки зажигания и другие детали.*

В автомобилестроении из **стеклопластиков** изготавливают кузова и другие крупногабаритные и высоконагруженные детали.

К **пластмассам с газовым наполнителем** относят **пенопласты (поропласты)**. Эти материалы состоят на 95% из воздуха или газа – азота, который выделяется в процессе полимеризации. Пенопласты, например, **пенополиуретан ПУ-101** используется для изготовления *автомобильных подушек и спинок сидений.*

**Эпоксидные смолы** используют также как конструкционный, электроизоляционный материал и как связующее при изготовлении стеклопластиков и пресс-композиций. Они применяются в качестве клеев холодного и горячего отверждения, а также используются

для противокоррозионных и водостойких покрытий, обладающих хорошей атмосферо- и светостойкостью, взамен сварки при ремонте кузовов, трещин на рубашке охлаждения и в клапанной коробке блока цилиндров, пробоин стенок рубашки охлаждения блока цилиндров, трещин головки цилиндров и т. п. Отремонтированные детали надежно работают при температуре, не превышающей 100-120 °С.

При восстановлении деталей используется **эпоксидная композиция**, которая включает эпоксидную смолу, в которую добавляют пластификатор (*дибутилфталат*) для облегчения нанесения композиции на восстанавливаемую деталь. В качестве наполнителей используют мелкодисперсные материалы (порошки). Применение того или иного наполнителя зависит от материала восстанавливаемой детали. Непосредственно перед восстановлением детали добавляют отвердитель (полиэтиленполиамин). Необратимое отверждение эпоксидной композиции происходит в течение 48 часов.

*Эпоксидные пасты* применяют для выравнивания поверхности кузовов. Они обладают высокой адгезией к металлам, значительной механической прочностью, эластичностью, малой усадкой, химической стойкостью к нефтепродуктам, воде, растворам солей, щелочам, кислотам, некоторым растворителям.

## **Тема 2. Клеящие материалы**

### **1. Состав клеев**

**Клеями** называют жидкие или пастообразные многокомпонентные системы, основой (связующим) которых являются высокомолекулярные вещества, обладающие высокой адгезией к твердым поверхностям.

**По назначению клеи** подразделяют на **универсальные** и **специальные**. Универсальные клеи предназначены для склеивания разнородных твердых и эластических материалов в различных сочетаниях: металл-металл, металл-дерево, металл-резина, пластмасса-стекло и т.п. Специальные клеи служат для склеивания определенных материалов.

**Основным видом универсальных клеев** являются **синтетические клеи**, используемые во всех отраслях техники. При помощи синтетических клеев можно создать высокопрочные, эластичные, водо-, масло- и топливостойкие соединения, выдерживающие вибрацию и динамические нагрузки.

**В состав** синтетического клея входят:

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

В качестве **связующего** используются термопластичные и термореактивные полимеры (смолы). Из термопластичных наибольшее распространение получили производные акриловой и метакриловой кислот, поливинилацетата, полиизобутилена, каучука и резины, а из термореактивных – фенолоформальдегидные, эпоксидные и кремнийорганические соединения. Клеи на базе термопластичных полимеров образуют обратимую пленку, размягчающуюся при нагревании.

Для получения необходимой вязкости в клеи вводят такие **растворители**, как ацетон, спирт, смесь бензина с этилацетатом и т. п.

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

**Отвердитель и ускоритель** отверждения добавляют к клеям, содержащим термореактивные полимеры, для обеспечения и ускорения образования клеевой пленки.

**Технологический процесс склеивания** сводится в общем виде к следующим операциям: подготовка склеиваемых поверхностей (очистка и увеличение шероховатости соединяемых поверхностей, их обезжиривание), нанесение на них клея, спрессовывание и отверждение клеевого слоя.

## 2. Эксплуатационные требования к качеству клея

**Основным показателем качества клея** является *механическая прочность клеевого шва*. Клеевой шов испытывают *на разрыв и скалывание и определяют удельную нагрузку, при которой шов разрушается*. Прочность клеевого соединения зависит от сил **адгезии** (силы прилипания клея к склеиваемой поверхности) и **когезии** (прочности самой клеевой пленки).

**Адгезия** зависит от химических и межмолекулярных сил притяжения между частицами клея и склеиваемого материала. Адгезия клеевой пленки зависит также от величины усадки при ее формировании и разности коэффициентов расширения пленки и материалов склеиваемых поверхностей.

**Когезия** клеевой пленки зависит от качества клея, соблюдения условий ее образования (температуры, времени высыхания, давления) и толщины. Опрессовка склеиваемых материалов позволяет получить тонкую сплошную клеевую пленку путем выдавливания избытка клея и пузырей воздуха.

Кроме того, клей в жидком состоянии должен *хорошо растекаться и смачивать склеиваемые поверхности, а при отверждении давать минимальную усадку*.

Прочность отвержденного клея должна быть по возможности не менее прочности материала склеиваемых поверхностей и не уменьшаться с течением времени и при изменении температуры.

Клеевой слой не должен оказывать коррозионного воздействия на склеиваемые поверхности, взаимодействовать с продуктами, с которыми склеиваемое изделие соприкасается при эксплуатации, и разрушаться под их действием.

## 3. Классификация и ассортимент клеев, их область применения

По назначению клеи подразделяют на **универсальные** и **специальные**.

Классификационным признаком клеев является **вид связующего**, в соответствии с которым различают клеи *карбинольные, фенольные, эпоксидные, полиамидные*. Кроме того, каждый тип клея в свою очередь подразделяется на ряд марок. В связи с этим современный ассортимент синтетических клеев чрезвычайно обширен.

**1. Цианакриловые клеи** – универсальные клеи марок **КМ-200С, ТК-300С, ТК-301С, ТК-300Э**. Благодаря быстрому отверждению, они позволяют значительно сократить и упростить технологические операции. Цианакриловые клеи характеризуются:

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

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

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

**2. Акриловые клеи** – двухкомпонентные клеи, применяются для склеивания металлов (в т. ч. замасленных), стекла, керамики, пластмасс. Их компоненты наносят на поверхность раздельно. Отверждение клея происходит только после совмещения склеиваемых поверхностей при комнатной температуре. Клеевой шов имеет высокую стойкость к вибрациям и ударным нагрузкам, хорошо сохраняется при температуре от 5 до 30 °С. Срок хранения до 5 лет. Акриловые клеи выпускаются марок **Ан-105, Ан-110, Ан-109, Ан-106**.

**3. Клеи на основе эпоксидных смол.** Кроме *эпоксидной смолы* в них входят *отвердитель* (полиэтиленамин), *пластификатор* (дибутилфталат) и какой-либо *наполнитель*, сходный по физическим свойствам со склеиваемыми деталями. Примером являются клеи **ЭД-16** и **ЭД-20**, при ремонте используют клеи **ЭПО** (ТУ 38-10972-82), **ЭДП** (ТУ 6-15-1070-82), эпоксидную шпатлевку (ТУ 6-15-662-85) и др.

Отвердитель и наполнитель добавляют в клей перед его использованием, при этом необходимо помнить, что смола и отвердитель токсичны, поэтому при работе с ними необходимо соблюдать меры безопасности.

**Эпоксидные композиции** обладают уникальным набором технологических свойств. Основное достоинство технологии ремонта с использованием эпоксидных композиций – это возможность их отверждения при любых температурах и получение необходимых форм и размеров отвердевшей композиции. Ассортимент отвердителей эпоксидных смол, применяемых при ремонте автомобилей, позволяет отверждать эпоксидные смолы при температурах от -5 до +20 °С.

Отвержденные эпоксидные смолы в чистом виде обладают повышенной хрупкостью. Для повышения их эластичности в состав смол вводят *пластификаторы*. В качестве пластификатора применяется в основном *дибутилфталат (ДБФ)*.

**Клеи-компаунды** являются хорошим материалом для ремонта методом «холодной сварки» и представляют собой двухупаковочные композиции, которые после смешивания основы и отвердителя быстро создают высокопрочный термостойкий материал, обладающий влаго-, масло-, морозо- и бензостойкостью. После отверждения материал может быть обработан абразивным и режущим инструментом. Клеи-компаунды нашли широкое применение при ремонте автомобильных радиаторов, блоков цилиндров и трубопроводной арматуры, восстановлении шпоночных канавок, посадочных мест втулок, соеванных резьб, заделке трещин.

При производстве автомобилей применяют **эпоксидный клей горячего отверждения УП-5-207** (ТУ 6-05-241-221-83). Клей обладает очень хорошим свойством склеивать замасленные поверхности. Он применяется для соединения внутренней и наружной панелей двери и проклейки зафланцовок капота и багажника. Неотвержденный клей не вымывается моющими растворами при подготовке кузова под окраску. Отверждение клея происходит в окрасочных камерах.

**Пластичные клеи (фиксолы)** представляют собой двухкомпонентную высоконаполненную эпоксидную композицию в виде цилиндрического двухслойного стержня, которая

после разминания пальцами в течение 1-2 минут превращается в замазку, имеющую хорошую адгезию практически ко всем склеиваемым материалам. Например, **клеящий карандаш ЭРК-1** (ТУ 201-28-18-96) представляет собой сложную эпоксидную клеящую композицию, оформленную в виде твердого прутка, предназначенную для экспресс-ремонта (заделки) микротрещин и вырывов металла на трубопроводах и корпусах из различных металлов и сплавов (алюминия, меди, стали, чугуна). Масло-, бензо-, вибро- и термостоек.

#### **4. Бутвароформальдегидный (БФ) и карбонильный клеи**

Широкое применение нашли клеи **БФ-2, БФ-4 и БФ-6** (*бутварофенолоальдегидные*) – спиртовые растворы терморезактивной фенолформальдегидной смолы, модифицированной (для повышения эластичности швов) бутваром. **БФ-2, БФ-4** служат для соединения твердых материалов, а **БФ-6** – для склеивания тканей между собой и для прикрепления их к металлам, пластмассам и т.д. Все клеи серии БФ поставляются потребителям в готовом виде. Клеевое соединение из них сушат при температуре 90-100 °С в течение 1-3 ч.

#### **5. Клеи для резины**

Клеи для приклеивания резины подразделяют на клеи для приклеивания с вулканизацией и для приклеивания «на холоду». Промышленность производит клеи резиновые (для соединения резиновых деталей друг с другом) и специальные (для приклеивания резины к металлам, стеклу, пластмассам и другим твердым материалам).

Из специальных клеев можно назвать два образца: *№ 61 и 88Н*. Первый готовится растворением резиновой смеси № 61 в бензине. Клей № 88Н представляет собой раствор в смеси этилацетата с бензином сырой резины № 31-Н, к которой добавлена бутилфенолоформальдегидная смола.

Для приклеивания резиновых деталей к металлическим применяют клеи *№ 88, 88Н, 61* или термопреновый. Приклеивание резиновых деталей к деревянным производят с помощью резинового клея *НК*. Клей *№ 200* (раствор резиновой смеси в бензине) применяют для приклеивания к металлу обивки, резины, картона и кожи. Модифицированный *резиновый клей* (ТУ 2385-004-05281725-97), у которого прочность шва в 2 раза превышает прочность, обеспечиваемую традиционными резиновыми клеями, пригоден для склеивания не только резины, но и кожи, текстильных материалов.

#### **5. Другие разновидности клеев**

**Анаэробные клеи** обладают способностью длительное время оставаться в неизменном состоянии при наличии кислорода воздуха и быстро отвердевать при температуре 15-35 °С в узких зазорах между склеиваемыми поверхностями при отсутствии контакта с кислородом воздуха. Их применяют для фиксации, стопорения и герметизации резьбовых и нерезьбовых соединений.

**Клеи ультрафиолетового отверждения (УФ)**. До начала облучения клей остается в не отвержденном состоянии. После ультрафиолетового облучения в течение нескольких секунд склеиваемых швов *фотоинициаторы*, содержащиеся в клее, инициируют цепную реакцию полимеризации облученной части клея. В настоящее время клеи ультрафиолетового отверждения применяют для крепления автомобильного остекления и прозрачных пластмассовых изделий. Используемые при этом клеи – акриловые.

Примером является клей ультрафиолетового (УФ) отверждения *Квант-401*.

### Тема 3. Лакокрасочные материалы

#### 1. Назначение лакокрасочных материалов (ЛКМ), требования к ним

Лакокрасочные материалы служат для создания на окрашиваемой поверхности прочного слоя из лаков и красок для предотвращения коррозии и для декоративной отделки.

#### Требования к лакокрасочным покрытиям:

- прочно удерживаться на поверхности;
- обладать необходимой механической прочностью, твердостью и эластичностью;
- обладать стойкостью против воздействия влаги, нефтепродуктов, обработавших газов и солнечных лучей;
- быть водо- и газонепроницаемыми;
- сохранять свои свойства при положительных температурах летом и отрицательных температурах зимой (обладать температурной стойкостью);
- быть нейтральными, не вызывать коррозии окрашенных поверхностей;
- быстро высыхать после нанесения на поверхность и не требовать для этого сложных сушильных устройств;
- обеспечивать необходимый цвет окрашиваемой поверхности при минимальных толщине и количестве наносимых слоев, т.е. обладать хорошей укрывистостью;
- поверхность лакокрасочного покрытия должна быть устойчивой к современным методам и средствам мойки и очистки;
- обладать устойчивостью к воздействию таких факторов, как ультрафиолетовые лучи, выхлопные газы и другие агрессивные продукты;
- быть недорогими, долговечными и позволять производить частичное или полное восстановление недорого и доступными способами.

#### 2. Строение лакокрасочного покрытия

Основными элементами строения многослойного лакокрасочного покрытия (рис. 1) являются: слой грунта, слой шпатлевки и несколько слоев краски. Эти слои наносят в определенной технологической последовательности. Лакокрасочные покрытия наносят только на предварительно подготовленные поверхности, с которых удалены пыль, грязь, ржавчина, окалина, остатки сварочных флюсов, пленки нефтепродуктов, жировые пятна, пришедшие в негодность старые покрытия и т.д.

На подготовленную поверхность наносится первый слой покрытия – *грунт*. Основное его назначение – обеспечить высокую адгезию между металлом и последующими слоями покрытия. Выпускаются следующие грунтовки: грунтовка для чистого металла, грунтовка-порозаполнитель, грунтовка для защиты от ударов камней, грунтовка и порозаполнитель для пластмасс, средства повышающие адгезию, и др.

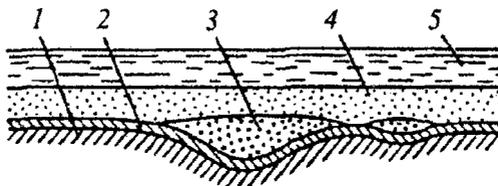


Рисунок 1 – Строение многослойного лакокрасочного покрытия: 1 – окрашиваемая поверхность; 2 – слой грунта; 3 – слой местной шпатлевки; 4 – слой общей шпатлевки; 5 – слой краски

**Шпатлевание-порозаполнение** служит для выравнивания окрашиваемой поверхности заполнением имеющихся на ней углублений. Различают местный и общий шпатлевочные слои. Первый имеет целью выравнивание крупных дефектов, второй – получение гладкого покрытия по всей окрашиваемой площади.

Обработанная шпатлевка, а при ее отсутствии загрунтованная поверхность покрывается несколькими слоями **краски**, число и отделка которых зависят от требований, предъявляемых к внешнему виду покрытия, от условий его эксплуатации и т.д. При любом способе окраски каждый слой проходит этап сушки, а наружные слои можно дополнительно шлифовать, полировать.

### 3. Классификация обозначений лакокрасочных материалов

Лакокрасочные материалы делят на *основные и вспомогательные* (ГОСТ 9825-73). К основным относят *грунты, шпатлевки, лаки и краски*. К вспомогательным – *жидкости для подготовки поверхности к окраске и для ухода за лакокрасочными покрытиями, т.е. смывки, растворы для химического обезжиривания деталей, полироли, уплотняющие и изолирующие материалы*. *Смывки* применяются для удаления старой краски с поверхности кузова. *Полироли* применяют для поддержания и восстановления лакокрасочных покрытий.

Лакокрасочные материалы обозначаются пятью группами знаков.

*Первая группа знаков* определяет вид лакокрасочного материала и обозначается полным словом, например, "грунтовка", "шпатлевка", "эмаль", "лак".

*Вторая группа знаков* определяет основную смолу, входящую в состав пленкообразующего вещества, и обозначается двумя буквами: ГФ – глифталы, ПФ – пентафталы, ФЛ – фенольные, МЛ – меламинные, ЭП – эпоксидные, ВЛ – поливинилацетатные, АС – сополимеры полиакриловых смол, НЦ – нитроцеллюлоза, МА – масла растительные и др.

*Третья группа знаков* определяет ту группу, к которой отнесен лакокрасочный материал по его преимущественному назначению: 0 – грунтовки и лаки полуфабрикатные, 00 – шпатлевки, 1 – атмосферостойкий, 2 – стойкий внутри помещения, 5 – специальный (для кожи, резины и т.д.), 7 – стойкий к различным средам, 8 – термостойкий, 9 – электроизоляционный. Между второй и третьей группами знаков ставится тире.

*Четвертая группа знаков* определяет порядковый номер, присвоенный данному лакокрасочному материалу, и обозначается одной, двумя или тремя цифрами.

*Пятая группа знаков* относится в основном к эмалям и определяет их цвет. Обозначается полностью словами ("белая", "голубая", а при наличии оттенков "голубая-1", "голубая-2" и т.д.). Если цвету эмали присвоен номер, то в пятой группе знаков указывается сначала номер цвета, а затем пишется цвет словами, при этом между четвертой и пятой группами знаков ставится тире.

В соответствии с изложенным из обозначения "*эмаль МЛ-12-38 голубая*" вытекает, что у данной эмали основная пленкообразующая смола меламинная (МЛ); эмаль атмосферостойкая (1), ее порядковый номер второй (2), а цвет голубой (38). По обозначению "*Лак ГФ-95*" можно установить, что данный лак глифталевый (ГФ), электроизоляционный (9) и имеет пятый порядковый номер (5).

Лакокрасочные покрытия классифицируют по материалу покрытия, внешнему виду поверхности покрытия (класс покрытия) и по условиям эксплуатации (группа покрытия) (ГОСТ 9.032-74). Материал покрытия обозначается в соответствии с указанным выше.

По внешнему виду поверхности лакокрасочных покрытий подразделяются на четыре класса (см. таблицу 1).

По условиям эксплуатации (устойчивости) лакокрасочные покрытия разделяются на восемь групп: устойчивые внутри помещения (П); атмосферостойкие (А), к которым относятся покрытия для автомобилей, тракторов, строительных и дорожных машин; химически стойкие (Х, ХК, ХЩ); водостойкие в пресной (В) и морской воде (ВМ); термостойкие (Т); маслостойкие (М); бензостойкие (Б) и электроизоляционные (Э).

Таблица 1- Классификация покрытий по внешнему виду

| Класс | Поверхность  | Допустимые дефекты   | Поверхности  | Состав   |
|-------|--|--|--|--|
| I     | Ровная гладкая однотонная                            | Не видимые невооруженным глазом  | Наружные кузовов, оперения капотов легковых автомобилей высшего класса   | Грунт, общая и местная шпатлевка, три-шесть слоев краски             |
| II    | Ровная гладкая однотонная или с характерным рисунком | Отдельные видимые невооруженным глазом соринки, риски, следы зачистки рисок, штрихи  | Наружные кузовов, оперения капотов легковых автомобилей, автобусов, санитарных автомобилей                                     | Грунт, общая (не всегда) и местная шпатлевка, два-четыре слоя краски |
| III   | Гладкая однотонная или с характерным рисунком        | Отдельные видимые невооруженным глазом соринки, риски, следы зачистки, неровности, связанные с состоянием поверхности окрашивания                    | Наружные кабины, оперения грузовых автомобилей и автомобилей-фургонов, внутренние поверхности легковых автомобилей и автобусов | Грунт, местная шпатлевка, один-три слоя краски                       |
| IV    | Однотонная или с характерным рисунком                | Неровности, связанные с состоянием поверхности окрашивания и другие дефекты, видимые невооруженным глазом, не влияющие на защитные свойства покрытия | Двигатели трансмиссии, рамы, шасси, диски колес, кузова грузовых автомобилей и автомобилей-фургонов                            | Грунт (не всегда), один-два слоя краски, иногда местная шпатлевка    |

По степени блеска лакокрасочные покрытия подразделяются на глянцевые, полуглянцевые и матовые. Степень блеска характеризуется материалом покрытия.

Например, обозначение «ЭМ НЦ-25, синий, I.П» указывает на то, что лакокрасочное покрытие нанесено нитроэмалью (НЦ) синего цвета, выполнено по первому классу (I) и стойкое при эксплуатации внутри помещений (П).

#### 4. Компоненты лакокрасочных материалов

Лакокрасочные материалы, из которых получают лакокрасочные покрытия, имеют жидкую консистенцию и содержат в своем составе следующие компоненты.

**Пленкообразователи.** Основу лаков, красок, грунтов и шпатлевок составляют пленкообразователи – твердые или жидкие вещества, способные создавать сплошную твердую покровную пленку. К жидким пленкообразователям относятся натуральные и синтетические высыхающие масла (льняное, конопляное, хлопковое, подсолнечное и др.), на основе которых приготавливают масляные лаки и краски, масляные грунты и шпатлевки. В виде термически и химически обработанных продуктов они являются основой различных сортов олифы. Твердыми пленкообразователями являются естественные смолы (канифоль, асфальт и т.д.) и синтетические термопластичные, термореактивные и отверждающиеся полимеры (глифталевые и резольные смолы, эфиры, целлюлозы и

т.п.). Основная масса лаков используется не в чистом виде, а идет наряду с олифой для приготовления красок, грунтовок и других материалов. С этой целью в лак или олифу вводится пигмент. В зависимости от вида пленкообразователя получают два типа красок: олифа + пигмент → масляная краска; лак + пигмент → эмалевая краска. \*

**Пигменты.** Наибольшее распространение в качестве пигмента получили превращенные в порошки окислы металлов (железа, свинца, цинка, титана и др.), некоторые тщательно помолотые природные неорганические вещества (мел, охра) и алюминиевая пудра. Основное назначение пигментов – придать краске желательный цвет. В отличие от красителей они нерастворимы в лаках и олифе и поэтому должны поддерживаться при окраске во взвешенном состоянии. Масляные и эмалевые краски представляют собой суспензии.

**Растворители.** Растворители служат для растворения пленкообразователей и образования лаков. Они представляют собой летучие жидкие органические соединения, которые должны испариться без остатка после нанесения лакокрасочного материала на поверхность.

**Разбавители.** Разбавители используются для частичной замены растворителя и для понижения вязкости лакокрасочных материалов, они являются смесями более дешевых продуктов, нежели растворители.

**Наполнители.** Наполнители применяются в качестве примеси к слишком насыщенным и укрывистым красителям и лучшему их закреплению. Наиболее распространенные наполнители: инертные – мел, гипс, каолин, тальк и активные – гидрат окиси алюминия.

## 5. Свойства лаков и красок

К наиболее важным показателям лаков и красок относят: *вязкость, розлив, время высыхания, укрывистость, адгезию, прочность и твердость пленки, водо- и маслобензостойкость, токсичность и огнеопасность.*

**Вязкость.** Оптимальная величина вязкости зависит от сорта краски, а также должна соответствовать выбранному способу ее нанесения. В большинстве случаев колебания вязкости при 18-20 °С укладываются в следующие пределы: для метода окунания 15-20 с, для нанесения распылителем 20-30 с и при окраске кистью 30-60 с.

При повышенной вязкости возрастает толщина пленки одного слоя и понижается прочность пленки, при пониженной – уменьшается толщина слоя пленки и увеличивает расход растворителя.

**Розлив.** Розливом называют способность красок давать ровную, гладкую поверхность, без штрихов от кисти и без рябин при нанесении пульверизатором. Розлив считается удовлетворительным, если штрихи исчезают не позднее, чем через 10 мин после нанесения лакокрасочных материалов на поверхность.

**Время высыхания.** Время высыхания лакокрасочного материала при заданной температуре измеряется в минутах до момента образования тонкой пленки на поверхности – так называемое *высыхание от пыли* или до полного испарения растворителя – *полное высыхание*. Продолжительность высыхания зависит от характера материала и температуры воздуха. Установлено *семь степеней высыхания*: высыхание до первой степени соответствует так называемому высыханию "от пыли", до третьей степени – полному высыханию и т.д. Разработана специальная методика определения этого показателя. Наиболее быстросохнущими являются нитроэмали. Время их полного высыхания при

18-20 °С составляет 15-20 мин. Благодаря этому свойству, нитроэмали наиболее широко применяют в ремонтной практике.

**Укрывистость.** Укрывистостью называется свойство краски при нанесении ее тонким равномерным слоем делать невидимым цвет закрашиваемой поверхности. Укрывистость зависит от количества и качества пигментов, введенных в краску, и от свойств пленкообразователя. По показателю укрывистости судят о расходе краски: чем меньше показатель укрывистости, тем меньше расход краски.

**Адгезия.** Адгезией называют способность пленки краски прилипать к окрашиваемой поверхности.

**Прочность при ударе.** Прочностью при ударе называют способность пленки не разрушаться при действии ударной нагрузки.

**Прочность при изгибе.** Прочность при изгибе лакокрасочного покрытия характеризуется минимальным диаметром стержня (20, 15, 10,5, 3 и 1 мм), изгибание покрытия на котором окрашенной металлической пленки не вызывает ее механического разрушения.

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

**Твердость пленки.** Твердость пленки выражается отношением времени затухания колебаний маятника, установленного на поверхности пленки, ко времени затухания колебаний того же маятника, установленного на стеклянной пластинке.

**Бензо- и маслостойкость.** Бензо- и маслостойкостью называется способность лакокрасочных покрытий находиться в бензине или масле в течение определенного времени при заданной температуре без видимых изменений состояния пленки: отслаивания, появления морщин и пузырей.

**Токсичность и огнеопасность.** Лакокрасочные материалы в большинстве своем являются токсичными, огнеопасными и взрывоопасными веществами.

Установлены также методики определения стойкости покрытий к действию воды, потери блеска при влажном облучении, стойкости покрытий к изменениям от температуры.

#### **Тема 4. Обивочные материалы**

**Обивочные материалы** предназначены для отделки (обивки) сидений и кузовов автомобилей.

К *основным требованиям, которым должны удовлетворять обивочные материалы*, относятся: прочность на разрыв и сопротивление истиранию, красивая декоративная отделка, тепло- и звуконепроницаемость, долговечность, доступность и невысокая стоимость.

*Механическая прочность, эластичность и износостойкость* – важнейшее требование, предъявляемое к обивочным материалам. Это относится в первую очередь к материалам для обивки подушек и спинок сидений, так как они подвергаются механической нагрузке и многократным изгибам. От прочности, эластичности и износостойкости обивки зависит срок ее службы. Кроме того, обивочные материалы должны *легко очищаться* от пыли и других загрязнений, а обивка подушек и спинок сидений легковых таксомоторов и автобусов должна позволять *обработку дезинфицирующими растворами*. В то же время обивочные материалы должны *хорошо мыться*, не изменяя при этом внешнего вида обивки. Степень стойкости обивочных материалов к воздействию нефтепродуктов



и демонтаже изделий из уплотнительных материалов и плотное прилегание их даже к сильно шероховатым поверхностям при сравнительно небольших давлениях. Кроме того, некоторые из такого рода материалов должны быть стойкими при высоких температурах, при контакте с нефтепродуктами, водой и т.д. Материалы, идущие на изготовление сальников, дополнительно должны быть и износостойкими.

К наиболее распространенным прокладочным материалам относятся *пробка, различные виды химически обработанной бумаги (пергамент, картон, фибра, предельная рабочая температура которых равна 150 °С), войлок (нагрев не выше 75 °С), асбест (работоспособен до 350 °С), различные марки паронитов (листы из вальцованных вулканизованных смесей асбеста, каучуков и наполнителей, допускающие нагрев до 150 °С), маслобензостойкий паронит МБП-5 (обеспечивает надежное уплотнение до 250 °С), ферронит 101 (армированный металлической сеткой паронит, работоспособный до 400 °С) и др.* В последнее время стали применять в качестве прокладок в кузовах автомобилей новые *синтетические материалы* (например, *пенополиэтилен ППЭ-2*); *нетканые материалы из лубяных волокон* (800Л, 920Р, 1200ЛР) и т.п.

При изготовлении *сальниковых уплотнений* используются как порознь, так и в сочетании друг с другом металлы, резина, пластмассы, ткани, волокна и войлок.

*Металлические материалы* изготавливают из антифрикционных сплавов в виде пластин, фольги или проволоки.

*Полиметаллические материалы* изготавливают из асбеста, джута или парусины в качестве мягкой середины, которая обматывается фольгой или оплетается проволокой.

*Прорезиненные материалы* получают из асбестовой ткани или парусины, пропитанной сырой резиной и провулканизированной. Волокнистые материалы представляют собой набивку из *асбеста, джута, леньки, войлока* и т.п., пропитанную связующими веществами. Широко применяют *войлочные уплотнения*.

## **Тема 6. Изоляционные материалы**

К **изоляционным материалам** относят материалы, практически не проводящие электрический ток. Они используются в качестве изоляции при производстве и ремонте автотракторного электрооборудования.

К ним предъявляются следующие *требования*: устойчивость против влаги, достаточная механическая прочность, высокая теплостойкость (к некоторым материалам).

В качестве изоляционных материалов применяют *слюда, изоляционную бумагу, пресспан, изоляционную ленту, асбест, эбонит, фибру, карболит, текстолит, бакелит и изоляционные лаки*.

**Слюда** представляет собой тугоплавкий слоистый минерал, легко расщепляющийся на тонкие прозрачные листочки. Это диэлектрик, выдерживающий нагрев до 500 °С. Слюда обладает высокими электроизоляционными свойствами и применяется как диэлектрик в конденсаторах, коллекторах электрогенераторов и стартеров, в электроннагревательных приборах. Тонкие листочки слюды, склеенные под горячим прессованием, называют **миканитом** и употребляют как изоляционный материал между коллекторными пластинками генератора, стартера и других электромашин. **Миканит** подразделяется на коллекторный (ГОСТ 2196-75), формовочный (ГОСТ 6122-75), прокладочный (ГОСТ 6121-75), гибкий (ГОСТ 6120-75) и микаленту (ГОСТ 4268-75). Толщина миканита – 0,15...3,0 мм (прокладочного – до 10 мм, микаленты – 0,08...0,17 мм), электрическая прочность 15...28 кВ/мм.

**Изоляционные ленты** – это полоски ткани, покрытые с одной или обеих сторон резиновым клеем, или поливинилхлоридные ленты, промазанные с одной стороны клейким составом. *Изоляционная лента* может быть прорезиненной (ГОСТ 2162-78) или липкой (ГОСТ 28018-89). Выпускаемые в настоящее время липкие изоляционные ленты (ПХЛ-020, ПХЛ-030, ПХЛ-040, ПХЛ-045) толщиной 0,2...0,45 мм и шириной 15...50 мм изготовлены из поливинилхлоридного пленочного пластика, покрытого слоем перхлорвинилового клея. **Изоляционную бумагу** изготавливают из древесной массы обработкой содой и сульфатом натрия.

**Прессшпан** выпускается в виде листов твердого картона. Его получают из бумажной массы, пропитанной льняным маслом. Он применяется для изоляции в электрических машинах. Для ремонта автомобильного электрооборудования используется *электротехнический картон* (ГОСТ 2824-86Е) толщиной 0,2...0,4 мм, электрической прочностью 10...12 кВ/мм. Наибольшее распространение получил картон марки ЭВС.

**Электроизоляционные лакокраски** (кембрики) изготавливают на основе хлопчатобумажных, шелковых, капроновых, стеклянных тканей, пропитанных электроизоляционными лаками. Их толщина составляет 0,04...0,25 мм, а пробивное напряжение – 0,4...10 кВт в зависимости от материала и толщины ткани.

**Изоляционные лаки** получают с использованием различных пленкообразователей: асфальтобитумных (БТ-980, БТ-987, БТ-988 – ГОСТ 6244-70), канифольных (КФ-965 – ГОСТ 15030-78), глифталевых (ГФ-95 – ГОСТ 8018-70). Лаки МЛ-92 применяют для покрытия при ремонте электрооборудования; лаки марки БТ, а также ГФ-95, ФЛ-98 – для пропитки изоляции обмоток; ВЛ-941 (ГОСТ 10760-76) – для покрытия медных проводов.

## **Тема 7. Резиновые материалы**

### **1. Свойства и состав резины, вулканизация резины**

Широкое применение резины вызвано тем, что она обладает следующими *свойствами*:

- способностью к исключительно большим обратимым деформациям;
- небольшой по сравнению с металлами и деревом жесткостью, т.е. способностью сильно деформироваться под действием очень малых сил;
- достаточно высокой прочностью (у лучших сортов резины прочность при разрыве достигает 40 МПа);
- слабой газопроницаемостью и полной водонепроницаемостью;
- высокими диэлектрическими свойствами.

Резину получают **вулканизацией** резиновой смеси, в **состав** которой входят:

- **каучук**,
- **ускорители вулканизации**, повышающие сопротивление старению;
- **активаторы** ускоряют и повышают предел прочности при растяжении;
- **активные наполнители**, повышающие прочность при растяжении, твердость и износостойкость материала, обычно это сажа (в покрышке примерно 25 % сажи);
- **неактивные наполнители** – асбестовая мука, увеличивает объем резиновой смеси и удешевляет материал без ухудшения его свойств;
- **противостарители** – 1-2 % массы каучука;
- **пластификаторы** – способствуют лучшему смешиванию составных частей резины и изменяют некоторые ее качества;

- *регенерат* – специально обработанная резина из утильных покрышек камер, используется при частичной замене каучука;
- *красители*.

В зависимости от назначения в резину может входить часть перечисленных ингредиентов, но в ее составе всегда содержится *каучук и вулканизирующий агент*.

Каучук, являясь основой, определяет качество резины. В шинных резиновых смесях содержание каучука составляет примерно 50-60 % (по массе). Шинные заводы используют более 60 % производимого в России каучука. Каучук бывает натуральным и синтетическим.

**Натуральный каучук (НК)** получают из так называемых каучуконосов, в основном – из млечного сока (латекса) каучуконосного дерева – бразильской гевеи. Он не способен растворяться в воде, но растворим в нефтепродуктах. На этом основано приготовление резиновых клеев. В химическом отношении натуральный каучук – полимер неопределенного углеводорода изопрена.

**Синтетические каучуки.** В 1932 г. впервые в СССР был синтезирован синтетический каучук, который стал основным сырьем для отечественной резиновой промышленности. Сейчас выпускаются десятки разновидностей *синтетических каучуков (СК)*.

Синтетический стирольный каучук *СКС (стирольный)* принадлежит к самым распространенным СК. Наиболее массовый сорт СКС, содержащий 30% стирола, имеет марку *СКС-30*. Применяют также стирольные каучуки *СКМС (бутадиен-метилстирольный)*. Стирольные каучуки превосходят натуральные по износостойкости, но уступают по эластичности, тепло- и морозостойкости.

При изготовлении автомобильных шин используют *изопреновый (СКИ-3)*, который по своим свойствам близок к натуральному каучуку, и *бутадиеновый (СКВ)*, отличающийся высокой износостойкостью. Высокой маслостойкостью отличаются *хлорпреновый (наприт)* и *нитрильный (СКН)* каучуки. Из этих каучуков изготавливают детали, контактирующие с нефтепродуктами. *Бутилкаучук* (сополимер изобутилена с изопреном) используют для изготовления камер и герметизирующего слоя бескамерных шин.

**Вулканизирующие вещества.** Основным *вулканизирующим агентом* для шинных резин служит сера. Вулканизация заключается в нагреве резиновой смеси до определенной температуры и выдержке в течение времени, достаточном для того, чтобы атомы серы соединили в некоторых местах двойных связей молекулы каучука, образовав резину – материал с пространственной структурой молекул.

В состав резины вводят определенное количество серы, чтобы получить изделие с возможно большей прочностью и требуемой эластичностью. Например, в резинах, идущих для изготовления автомобильных камер и покрышек, ее содержится 1-3% от доли имеющихся в них каучуков. С увеличением содержания серы прочность резины увеличивается, но одновременно уменьшается ее эластичность. Кроме серы могут применяться и другие вулканизирующие агенты.

Для каждой резиновой смеси устанавливаются оптимальные температура и время вулканизации. Для шинных резин температура вулканизации 130-140 °С.

Сырая резина (прослоечная, протекторная, камерная) применяется при ремонте автомобильных шин и камер методом горячей вулканизации под определенным давлением, создаваемым различными приспособлениями.

**Ускорители и наполнители.** Для ускорения процесса вулканизации в состав любой смеси каучука с вулканизирующим веществом добавляются ускорители (тиурам, каптакс и

др.), а для повышения прочности вулканизаторов – активные наполнители (усилители). Самым массовым усилителем является сажа – порошкообразный углерод с размерами частиц от 0,003 до 0,25 мкм. Сажа, как и другие усилители, вводится в современные резиновые материалы в значительных дозах – от 20 до 70% по отношению к содержащемуся в них каучуку, повышая прочность резины более чем на порядок.

## 2. Физико-механические свойства резины

К основным свойствам резины относятся: *прочность, эластичность, износостойкость, твердость, морозостойкость.*

*Прочностные свойства* резины характеризуются **пределом прочности при растяжении (сжатии)**. Мягкая резина из натурального каучука имеет предел прочности при растяжении 18-25 МПа. Для особых сортов мягкой резины этот показатель 30-35 МПа. Прочность резины из синтетического каучука меньше – от 15 до 25 МПа.

**Эластичность** – способность резины к многократным механическим обратимым деформациям, оценивается величинами относительного и остаточного удлинения при разрыве и относительного сжатия при предельной нагрузке, является процентным соотношением этих величин к начальной длине образца.

Для мягкой резины из натурального каучука относительное удлинение при разрыве составляет 500-800 %, а для некоторых даже 1000 %. У резины из синтетического каучука эластичность меньше – 450-550 %. Относительное сжатие различных сортов резины составляет 40-50 %, т. е. резина способна сжиматься без разрушения примерно вдвое. Резина, используемая для изготовления камер автомобильных шин, имеет предел прочности 9-14 МПа, относительное удлинение 550-600%.

**Износостойкость** резины оценивают методом сопротивления истиранию при качении с проскальзыванием (ГОСТ 12251-77). Замер износостойкости производят на специальной установке, где образец резины прижимается с определенным усилием к вращающемуся диску с корундовой бумагой. Показатель износостойкости, называемый **удельным показателем истирания**, определяют по потере объема испытуемого образца, отнесенного к единице работы, затраченной на истирание и измеряют в  $\text{м}^3/\text{Дж}$  ( $\text{см}^3/(\text{кВт}\cdot\text{ч})$ ).

При помощи этого показателя определяют ресурс работы ряда резинотехнических изделий, в том числе шин. Значение этого показателя для резины, применяемой для изготовления покрышек легковых и грузовых автомобилей, не должно превышать соответственно 0,08 и 0,14  $\text{мм}^3/\text{Дж}$ .

**Твердость** резины оценивается по методу *Шора А* в условных единицах по глубине погружения индентора (стального тонкого стержня, оканчивающегося усеченным конусом с минимальным диаметром 0,8 мм), на который воздействует пружина прибора (ГОСТ 263-73). Максимальному проникновению индентора соответствует значение 0, нулевому – 100 условных единиц. По твердости резины делятся на *мягкие, жесткие и твердые*. Твердость для протектора шин находится в пределах 55-65.

**Морозостойкость** определяется по температуре, при которой резина не способна обратимо деформироваться в требуемых пределах.

С изменением температуры сильно изменяются свойства резины. Основным неблагоприятным следствием понижения температуры является уменьшение эластичности резины. Уже при -45 °С наиболее употребительные сорта резины не способны обратимо

деформироваться в необходимых пределах. С повышением температуры прочность, износостойкость и твердость уменьшаются, а остаточное удлинение и способность к необратимым деформациям увеличивается.

### 3. Армирование резиновых изделий

**Армированием** называется усиление материала или конструкции другим материалом. Для увеличения прочности деталей из резины ее совмещают с арматурой (проволочными каркасами, металлической оплеткой и т.д.). Прочность резинотканевых изделий в основном определяется прочностью вводимой в них арматуры. Эластичность таких изделий при растяжении по сравнению с чисто резиновыми значительно уменьшается, но она сохраняется при изгибе и сжатии вполне достаточной для того, чтобы не происходило разрушения деталей. К важнейшим армированным резиновым изделиям, применяющимся для автомобилей, относятся: резинотканевые шланги, приводные ремни и т.д.

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

*Из корда* изготавливают каркас покрышки. Применение *капронового* и *нейлонового корда* снижает расход каучука на 15 %, увеличивает срок службы шин на 30-40 % и уменьшает потери на сопротивление качению. Недостаток капронового корда – значительное упругое удлинение нити, которое способствует разнашиваемости каркаса шины.

Широкое применение получил *металлокорд*, который изготавливают из стальных тросиков толщиной 0,5-1,5 мм, свитых из проволоки диаметром 0,1-0,25 мм. Прочность металлокорда практически не снижается при увеличении температур. Срок службы шин с металлокордом при эксплуатации по дорогам с усовершенствованным покрытием примерно в два раза дольше, чем обычных. Недостатком металлокорда является невысокая усталостная прочность и большая стоимость.

*Чеффер*, *доместик* и *бязь* являются тканями полотняного переплетения. *Чеффер* изготавливают из особо прочных нитей и используют в деталях покрышек, не подвергающихся многократной деформации, например для изготовления крыльев и усилительных ленточек бортов покрышек. Прорезиненные *доместик* и *бязь* используют для обертки проволочных колец бортов.

### 5. Особенности эксплуатации резиновых изделий

Важнейшей реакцией, которая непрерывно происходит при хранении и эксплуатации резиновых изделий, является *окисление резины*, ведущее к изменению ее химических, физических и механических свойств. Совокупность всех изменений, происходящих в резине в процессе длительного окисления, принято называть ее **старением**. К разряду наиболее неблагоприятных изменений, возникающих вследствие старения, относится необратимое снижение эластичности. К числу важных эксплуатационных мероприятий относится защита резиновых изделий от воздействия солнечных лучей, вызывающих так называемое **световое старение**.

При длительном контакте резин с бензином, дизельным топливом, маслами может произойти их набухание, увеличение объема, снижение прочности, эластичности, твердости.

Очень важно правильно *хранить резиновые изделия*. Хранение резинотехнических изделий желательно по возможности при умеренных температурах – от +5 °С до +25 °С, так как повышенная температура влияет на снижение прочности на разрыв в 2-3 раза.

Кроме того, хранить резинотехнические изделия нужно под действием как можно меньших напряжений и деформации. Примером могут служить шины, которые необходимо хранить в вертикальном положении на стеллажах с периодическим изменением (через 2-3 месяца) места прикосновения протектора с поверхностью стеллажа.

Повторная установка демонтированных деталей, определяющих безопасность автомобиля (тормозные манжеты, диафрагмы), не допускается.

### **Тема 8. Ремонтно-восстановительные препараты**

Известные в настоящее время **ремонтно-восстановительные препараты (РВП)** по компонентному составу, физико-химическим процессам их взаимодействия с трущимися поверхностями, свойствам получаемых покрытий (защитных пленок), а также механизму функционирования в процессе дальнейшей эксплуатации автомобиля можно разделить на три основные группы: *реметаллизанты (металлоплакирующие соединения)*, *полимерсодержащие препараты* и *геомодификаторы*.

К восстановителям по критерию повышения технико-экономических показателей обработанной техники следует условно отнести также *кондиционеры поверхности, слоистые добавки-модификаторы* и *нанопрепараты*. Выпускаются также РВП комплексного действия.

#### **1. Реметаллизанты (металлоплакирующие композиции)**

**Реметаллизанты** или **металлоплакирующие композиции** – класс препаратов, базирующихся на явлении избирательного переноса при трении (эффекта безызносности), которое было открыто российскими учеными Д.Н. Гаркуновым и И.В. Крагельским.

Механизм действия реметаллизантов заключается в металлоплакировании трущихся поверхностей (образовании тончайших металлических слоев – *сервовитной пленки*) вследствие осаждения металлических компонентов, входящих в состав реметаллизантов во взвешенном или ионном виде. При их применении частично восстанавливаются микродефекты, снижается коэффициент трения, значительно повышается износостойкость плакированных поверхностей и т.д.

*Порошковые реметаллизанты* в качестве основного компонента содержат ультрадисперсные порошки, а ионные – полностью маслорастворимые соли пластичных металлов и жирные кислоты. Следует отметить, что в качестве плакирующих металлов используются *медь, хром, алюминий, олово, цинк, железо, свинец и серебро*, а в качестве органических кислот – *олеиновая* и некоторые другие.

*Ионные металлоплакирующие препараты* более безопасны и стабильны по своим свойствам даже при попадании в базовое масло топлива и воды, что наиболее актуально на изношенных автомобилях. Однако они менее эффективны, чем порошковые, при больших износах и снижении компрессии в цилиндрах двигателя.

#### **2. Полимерсодержащие препараты**

В следующую группу товаров автохимии входят препараты, включающие в свой состав *политетрафторэтилен (ПТФЭ)* или *тефлон*, *поверхностно-активированный фторопласт-4*, *перфторпропиленоксид*, *перфторполиэфир карбоновой кислоты (эпилам)*, *силикон* и некоторые другие полимерные вещества. В настоящее время наиболее распространены препараты этой группы на основе политетрафторэтилена (ПТФЭ) или тефлона.

Полимерсодержащие препараты в основном применяются для повышения надежности и экономичности двигателей и могут быть введены посредством «специальной обработки» (введением аэрозолей через впускные трубопроводы дизелей или карбюраторы бензиновых двигателей) или в качестве добавки к моторному маслу.

По данным изготовителей, в процессе обработки ПТФЭ покрывает трущиеся поверхности деталей, что заменяет трение металла по металлу трением полимер по полимеру. Приводимые в рекламных проспектах данные указывают на возможность значительного увеличения сроков службы обработанной полимерами техники, снижение расхода топлива и смазочных материалов.

### 3. Геомодификаторы

Препараты для автохимии на основе минералов естественного и искусственного происхождения получили наименование **«геомодификаторов»** (от греческого «Гея» – Земля), **ремонтно-восстановительных составов (РВС-технология)** или **ревитализантов**. По химическому и фазовому составу они в основном представляют собою смесь измельченного и модифицированного *силиката магния* – серпентина, входящего в состав ряда минеральных руд класса оливинов.

Восстановление и упрочнение подвижных соединений геомодификаторами осуществляется за счет формирования на поверхностях трения структур повышенной прочности, подавления процессов водородного изнашивания и охрупчивания металла, повышения термодинамической устойчивости системы «поверхность трения – смазочный материал». Поверхностно-активные вещества (ПАВ) металлокерамического восстановителя после введения в системы двигателя подготавливают поверхности трения химически (катализ) и физически (суперфиниш), очищая их от нагара, оксидов, отложений и т.д. Попадая на поверхности трения вместе с маслом или в составе пластичной смазки, ПАВ инициируют процесс формирования на трущихся поверхностях металлокерамического покрытия с высокой износостойкостью и малым коэффициентом трения.

Наилучшие результаты эти препараты обеспечивают в элементах ходовой части. Они обладают высокими смазочными, водо- и грязеотталкивающими свойствами и потому существенно снижают износ и температуру в зоне трения, в шарнирах карданных валов, подшипниках ступиц, а также в открытых узлах – таких, как цепные передачи мотоциклов.

В настоящее время особое место занимают **препараты для безразборного ремонта течи медных, алюминиевых, пластиковых и композитных радиаторов, прокладок, треснувших головок и блоков цилиндров**. Состав вводится в охлаждающую жидкость и вместе с ней подается в зону течи (трещины), где формирует металлокерамическую пробку, которая, соединяясь с воздухом, полимеризуется, расширяется и закрывает течь.

### 4. Кондиционеры поверхности

К **кондиционерам металла (поверхности)** относят препараты на базе поверхностно и химически активных веществ, в том числе традиционно применяемых в смазочных материалах, но официально кондиционерами не именуемых.

Одним из главных компонентов автомобильных кондиционеров поверхности являются **галогенированные производные углеводородов** (содержащие атомы хлора, фтора, брома, йода). К активным компонентам таких присадок следует отнести также ряд **соединений серы и фосфора**.

Кондиционирование металла заключается в *пластифицировании* поверхностей трения активными веществами препарата и формировании на них тончайшего слоя, по свойствам близкого к *сервовитной пленке*, характерной для эффекта безызносности. Растворенные легирующие элементы и соединения кондиционера металла осуществляют определенную подпитку разрушаемых при трении контактирующих поверхностей, создавая замкнутый трибологический цикл «*пассивация (стабилизация) поверхности – износ пленки – растворение (вынос) легирующих элементов – восстановление пленки (осаждение активных элементов кондиционера) – пассивация*».

Ионизированные молекулы кондиционеров металла, проникая внутрь металлической поверхности, изменяют ее структурный состав и, следовательно, прочностные и антифрикционные свойства. При этом контактирующие друг с другом участки покрываются достаточно устойчивыми полимерными и полиэфирными структурами, создавая эффект *Вессбауэра (образование прочной «масляной шубы», способной исключить непосредственный контакт трущихся поверхностей)*. Это позволяет существенно снизить потери на трение в подвижных соединениях и интенсивность их изнашивания, в том числе при пуске, разгоне, режимах перегрузок и т.д.

Отдельного внимания заслуживают **восстановители герметичности агрегатов, а также кондиционеры-восстановители ременных передач, уплотнений и других деталей**. Данные препараты содержат специальные *кондиционеры резинотехнических и полимерных материалов*, которые при добавлении в гидроусилитель руля, коробку передач и другие агрегаты не только придают смазываемым соединениям высокие защитные свойства, но и эффективно устраняют течи смазочных материалов через уплотнения. Фактически происходит их безразборное восстановление в процессе непрекращающейся штатной эксплуатации автомобиля.

## 5. Слоистые добавки

Препараты, отнесенные к данной группе, в основном включают в свой состав элементы с низким усилием сдвига между слоями, например *дисульфиды молибдена ( $MoS_2$ )*, *вольфрама ( $WS_2$ )*, *тантала ( $TaS_2$ )* и *ниобия ( $NbS_2$ )*, *диселениты молибдена ( $MoSe_2$ )*, *титана ( $TiSe_2$ )* и *ниобия ( $NbSe_2$ )*, *трисульфид молибдена ( $MoS_3$ )*, *графит (C)*, *нитрид бора (NB)* и некоторые другие.

При работе слоистый материал заполняет (сглаживает) микронеровности поверхностей трения, вследствие чего до 50 % снижается коэффициент трения и износ трущихся поверхностей.

Данные добавки-модификаторы необходимо вводить при каждой замене масла, так как при работе двигателя на чистом масле происходит интенсивное вымывание частиц графита (дисульфида молибдена и т.д.) из микронеровностей и вынос их из зоны трения. Диаметр частиц должен быть больше максимальной высоты микронеровностей, т.е. параметра шероховатости, чтобы разделять трущиеся поверхности.

## 6. Нанопрепараты (наноалмазы, фуллерены, рекондиционеры)

В отдельную группу относят препараты, содержащие в своем составе наночастицы (1 нанометр =  $10^{-9}$  м) – *наноалмазы, фуллерены*, а также *рекондиционеры*.

Например, одна из нанодобавок для моторных масел содержит смесь наноалмазов и наночастиц политетрафторэтилена, находящихся в масле в виде нанокапсул. При рабо-

те двигателя нанокапсулы образуют на металлических поверхностях устойчивую к истиранию при температурах до 500 °С фторопластовую пленку, армированную наноалмазами. Эта пленка, обладая свойствами твердой смазки, равномерно заполняет все неровности металла, снижая потери на трение и надежно защищая поверхность от износа.

Выпускаются также нанопрепараты, применяемые в виде добавок к бензину и дизельному топливу в целях повышения их качества, а также очистки систем двигателя.

## Приложение к разделу 2 «Автомобильные топлива» [7]

### 1. Ассортимент бензинов [6]

В настоящее время в соответствии с ТУ 38.001165-2003 «Бензины автомобильные экспортные. Технические условия» выпускаются всесезонные бензины следующих марок: А-80 (АИ-80), А-92 (АИ-92), А-96 (АИ-96). В табл. 1 приведены основные физико-химические показатели автомобильных топлив по ТУ 38.001165-2003.

Таблица 1 – Основные физико-химические показатели бензинов по ТУ 38.001165-2003

| Показатель   | А-80 (АИ-80)                 | А-92 (АИ-92) | А-96 (АИ-96) |
|--|------------------------------|--------------|--------------|
| Плотность при 15 °С, кг/м <sup>3</sup> , не более                          | 759                          | 774          | 780          |
| Детонационная стойкость:   |                              |              |              |
| октановое число, определяемое по исследовательскому методу, не менее       | 80,0                         | 92,0         | 96,0         |
| октановое число, определяемое по моторному методу, не менее                | 76,0                         | 83,0         | 85,0         |
| Массовая концентрация свинца, г/дм <sup>3</sup> бензина, не более          | 0,005                        | 0,005        | 0,005        |
| Фракционный состав:  |                              |              |              |
| 10 % бензина перегоняется при температуре, °С, не выше                     | 70                           | 75           | 75           |
| 50 % бензина перегоняется при температуре, °С, не выше                     | 120                          | 120          | 120          |
| 90 % бензина перегоняется при температуре, °С, не выше                     | 190                          | 190          | 190          |
| конец кипения, °С, не выше   | 215                          | 215          | 215          |
| остаток в колбе, %, не более   | 1,5                          | 1,5          | 1,5          |
| остаток и потери, %, не более  | 4,0                          | 4,0          | 4,0          |
| Давление насыщенных паров, кПа   | 35...79,9                    | 35...79,9    | 35...79,9    |
| Кислотность, мг КОН на 100 см <sup>3</sup> бензина, не более               | 3                            | 3            | 3            |
| Концентрация фактических смол, мг на 100 см <sup>3</sup> бензина, не более | 5                            | 5            | 5            |
| Индукционный период бензина, мин, не более                                 | 600                          | 600          | 600          |
| Массовая доля серы, %, не более  | 0,05                         | 0,05         | 0,05         |
| Массовая доля меркантиановой серы, %, не более                             | 0,001                        | 0,001        | 0,001        |
| Испытания на медной пластинке.   | Выдерживает                  |              |              |
| Содержание водорастворимых кислот и щелочей                                | Отсутствуют                  |              |              |
| Содержание механических примесей   | Отсутствуют                  |              |              |
| Цвет   | Бесцветный или бледно-желтый |              |              |
| Объемная доля бензола, %, не более   | 5                            | 5            | 5            |
| Массовая концентрация железа, мг/дм <sup>3</sup> , не более                | 37                           | 18           | 18           |

Маркировка бензина состоит из буквы «А» и цифры, соответствующей минимальному значению октанового числа по исследовательскому методу для экспортных бензинов.

Буквы «АИ» и цифры указывают, что бензин автомобильный с минимальным октановым числом, определенным исследовательским методом, поставляется на внутренний рынок.

В целях повышения конкурентоспособности бензинов и доведения их качества до европейских стандартов введен ГОСТ 31077-2002 «Топлива для двигателей внутреннего сгорания. Неэтилированный бензин», который предусматривает выпуск бензинов *Нормаль-80, Регуляр-91, Регуляр-92, Премиум-95 и Супер-98*. В маркировке число указывает детонационную стойкость по исследовательскому методу. Данный стандарт подготовлен на основе ГОСТ Р 51105-97 Российской Федерации и является межгосударственным стандартом для Содружества Независимых Государств. В табл. 2 приведены основные показатели бензинов по ГОСТ 31077-2002. В зависимости от климатического района применения по ГОСТ 16350-80 автомобильные бензины подразделяют на пять классов. Пять классов автомобильных бензинов отличаются фракционным составом и давлением насыщенных паров. С увеличением номера класса фракционный состав топлива становится более легким, а давление насыщенных паров возрастает.

Таблица 2 – Физико-химические и эксплуатационные показатели автомобильных бензинов по ГОСТ 31077-2002

| Показатель   | Нормаль-80         | Регуляр-91 | Регуляр-92 | Премиум-95 | Супер-98  |
|--|--------------------|------------|------------|------------|-----------|
| Октановое число, не менее, определенное:                                   |                    |            |            |            |           |
| по моторному методу  | 76,0               | 82,5       | 83,0       | 85,0       | 88,0      |
| по исследовательскому методу   | 80,0               | 91,0       | 92,0       | 95,0       | 98,0      |
| Концентрация свинца, г/дм <sup>3</sup> , не более                          | 0,010              |            |            |            |           |
| Концентрация марганца, г/дм <sup>3</sup> , не более                        | 50                 | 18         | —          | —          | —         |
| Концентрация фактических смол, мг на 100 см <sup>3</sup> бензина, не более | 5,0                |            |            |            |           |
| Индукционный период бензина, мин, не менее                                 | 360                |            |            |            |           |
| Массовая доля серы, %, не более  | 0,05               |            |            |            |           |
| Объемная доля бензола, %, не более   | 5                  |            |            |            |           |
| Испытание на медной пластине   | Выдерживает        |            |            |            |           |
| Внешний вид  | Чистый, прозрачный |            |            |            |           |
| Плотность при 15 °С, кг/м <sup>3</sup>                                     | 700...750          | 725...780  | 725...780  | 725...780  | 725...780 |

Как видно из табл. 1 и 2, бензины, выпускаемые по ТУ 38.0001165-2003, более экологически чистые и химически стабильные. Концентрация свинца в них в два раза меньше, к тому же отсутствует антидетонатор МЦТМ. Химическую стабильность можно сравнить по индукционному периоду бензинов. Качество поступающего топлива контролируется в лабораториях при нефтебазах.

Подбирается топливо в соответствии с рекомендациями, приведенными в паспорте на автомобиль, а если этих данных нет, то в зависимости от степени сжатия двигателя.

Республика Беларусь по ГОСТ 16350-80 относится к умеренно теплому влажному климатическому району, для которого рекомендуется применять бензины по ГОСТ 31077-2002 2-го класса с 1 апреля по 1 октября, а 4-го класса – с 1 октября по 1 апреля.

## 2. Дизельное биотопливо на основе рапсового масла [6]

С целью повышения уровня экологической и энергетической безопасности, уменьшения зависимости национальной экономики от импорта нефти в Республике Беларусь

разработана программа «Дизельное биотопливо», согласно которой планируется производить из рапсового масла ежегодно около 100 тыс. тонн дизельного биотоплива и около 2 млн. т смесевых дизельных биотоплив.

**Дизельное биотопливо** – сложный метиловый эфир жирных кислот (МЭЖК или по-английски FAME) с качеством дизельного топлива, производимый из масла растительного происхождения и используемый в качестве биотоплива.

Как показывают исследования, использование биотоплива не снижает ресурс двигателя. В то же время оно более агрессивно, чем дизельное топливо нефтяного происхождения, по отношению к резиновым деталям автомобиля. Поэтому необходимо адаптировать соответствующие части автомобиля к дизельному биотопливу.

Производство дизельного биотоплива включает в себя ряд этапов (рис. 1). Из зерна рапса извлекают около 33 % масла и 67 % рапсового жмыха, используемого для производства комбикормов. Затем рапсовое масло подвергают обработке метиловым спиртом (метанолом) в смеси с катализатором (берется 16 % по массе от рапсового масла), в результате получают около 90 % МЭЖК рапсового масла – дизельного биотоплива. С помощью присадок доводят дизельное биотопливо до товарного вида (FAME). Его можно использовать как самостоятельно, так и в смеси с нефтяным дизельным топливом в любом соотношении (смесевое биотопливо). Общие требования к FAME приведены в табл. 1.

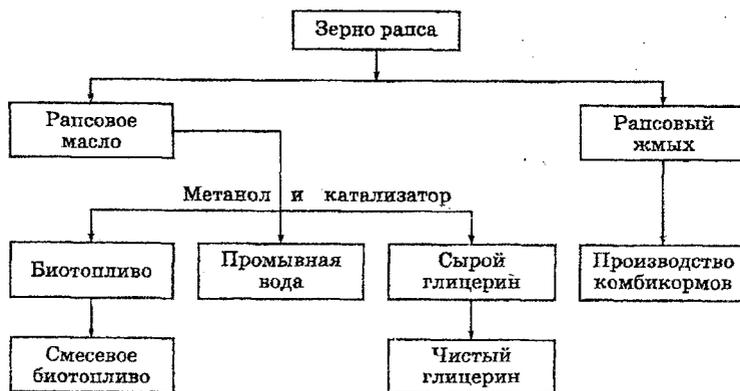


Рисунок 1 – Схема производства дизельного биотоплива

Таблица 1 – Общие требования к FAME

| Показатель                             | Значение показателя |      |
|--|---------------------|------|
|  | min                 | max  |
| Цетановое число                        | 51,0                | —    |
| Плотность при 15 °С, кг/м <sup>3</sup> | 860                 | 900  |
| Вязкость при 40 °С, мм <sup>2</sup> /с | 3,5                 | 5,0  |
| Массовая доля эфиров, %                | 96,5                |      |
| Температура вспышки, °С                | 120                 |      |
| Содержание серы, мг/кг                 | —                   | 30   |
| Сульфатная зольность, %                | —                   | 0,02 |
| Содержание воды, мг/кг                 | —                   | 500  |

| Показатель                              | Значение показателя |      |
|---|---------------------|------|
|   | min                 | max  |
| Содержание механических примесей, мг/кг | —                   | 24   |
| Стойкость к окислению при 100 °С, ч     | 6,0                 | —    |
| Кислотное число, мг КОН/г               | —                   | 0,50 |
| Массовая доля метанола, %               | —                   | 0,20 |
| Массовая доля свободного глицерина, %   | —                   | 0,02 |
| Общее содержание глицерина, %           | —                   | 0,25 |
| Содержание фосфора, мг/кг               | —                   | 10,0 |

Согласно **СТБ 1657-2006 (ЕН 14214:2003) «Топлива для двигателей внутреннего сгорания. Метилловые эфиры жирных кислот (FAME) для дизельных двигателей. Технические требования и методы испытаний»** в зависимости от климатических условий применения по предельной температуре фильтруемости для FAME, используемых в качестве топлива в умеренных климатических зонах, установлено шесть сортов (А, В, С, D, Е и F) (табл. 2), а в арктических и холодных климатических зонах – пять классов (0, 1, 2, 3, 4) (табл. 3).

Рекомендации по сезонному применению метиловых эфиров жирных кислот, используемых в качестве топлива на территории Республики Беларусь, приведены в табл. 4.

Таблица 2 – Технические требования к сортам FAME, используемым в качестве топлива для умеренного климата

| Показатель  | A | B | C  | D   | E   | F   |
|---|---|---|----|-----|-----|-----|
| Предельная температура фильтруемости, не ниже, °С | 5 | 0 | -5 | -10 | -15 | -20 |

Таблица 3 – Технические требования к классам FAME, используемым в качестве топлива для арктического и холодного климата

| Показатель  | 0   | 1   | 2   | 3   | 4   |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|
| Предельная температура фильтруемости, не ниже, °С | -20 | -26 | -32 | -38 | -44 |

Таблица 4 – Сезонное применение FAME в Республике Беларусь в зависимости от предельной температуры фильтруемости

| Летний период  |                                   | Зимний период                   |
|--|-----------------------------------|---------------------------------|
| Сорт В   | Сорт С                            | Сорт F                          |
| Не ниже 0 °С   | Не ниже -5 °С                     | Не ниже -20 °С                  |
| С 1 мая по 30 сентября по согласованию с потребителем (5 мес.) | С 1 апреля по 31 октября (7 мес.) | С 1 ноября по 31 марта (5 мес.) |

**Смесевое дизельное биотопливо.** Согласно **СТБ 1658-2006 «Топливо для двигателей внутреннего сгорания. Топливо дизельное. Технические требования и методы испытаний»** предусматривается производство смесевых дизельных биотоплив с содержанием МЭЖК, не превышающим 5 % .

В зависимости от климатических условий применения по предельной температуре фильтруемости для смесевого дизельного топлива умеренных климатических зон установлено шесть сортов: А, В, С, D, Е и F, арктических и холодных климатических зон –

пять классов: 0, 1, 2, 3, 4. Технические требования по предельной температуре фильтруемости к смешанным дизельным топливам аналогичны требованиям к FAME по СТБ 1657-2006, приведенным в табл. 2 и 3.

Для применения в условиях Республики Беларусь пригодны смешанные дизельные топлива сортов В, С и F. Рекомендации по их использованию аналогичны рекомендациям по использованию сортов FAME, представленных в табл. 4.

Общие требования к смешанным дизельным биотопливом приведены в табл. 5.

Дизельное биотопливо является экологически наиболее чистым из всех видов широко используемых в настоящее время моторных топлив. При его применении снижается дымность отработавших газов и выброс окислов азота на 20...22 %. В выбросах отсутствуют окись углерода (угарный газ), углеводороды и соединения серы, что дает возможность устанавливать нейтрализаторы отработавших газов. Кроме того, биотопливо, попадая во внешнюю среду, полностью распадается в течение 10... 15 суток на неагрессивные по отношению к природным объектам компоненты. К тому же биотопливо относится к возобновляемым источникам топлива.

Таблица 5 – Общие требования к смешанным биотопливом

| Показатель   | Значение показателя                    |            |
|--|--|------------|
|  | min                                    | max        |
| Цетановое число  | 51,0                                   | —          |
| Плотность при 15 °С, кг/м <sup>3</sup>   | 820                                    | 845        |
| Массовая доля полициклических ароматических углеводородов, %   | —                                      | 11         |
| Содержание серы, мг/кг   | От 10 до 350<br>в зависимости от марки |            |
| Температура вспышки, °С  | Выше 55                                | —          |
| Зольность, %   | —                                      | 0,01       |
| Содержание воды, мг/кг   | —                                      | 200        |
| Содержание механических примесей, мг/кг  | —                                      | 24         |
| Вязкость при 40 °С, мм <sup>2</sup> /с   | 2,00                                   | 4,50       |
| Фракционный состав:<br>перегоняется при 250 °С, %<br>перегоняется при 350 °С, %<br>95 % перегоняется при температуре, °С | 85                                     | <65<br>360 |
| Объемная доля метиловых эфиров жирных кислот (FAME), %   | —                                      | 5          |

## Литература

1. Васильева Л.С. Автомобильные эксплуатационные материалы. – М.: Наука-Пресс, 2004. – 421 с.
2. Кузнецов А.В. Топливо и смазочные материалы. – М.: КолоС, 2007. – 199 с. ил. – (Учебники и учебные пособия для студентов высш. учеб. заведений).
3. Синельников А.Ф., Балабанов В.И. Автомобильные масла, топлива и технические жидкости: краткий справочник. – М.: ООО «Книжное издательство «За рулем», 2007. – 160 с.
4. Стуканов В.А. Автомобильные эксплуатационные материалы: учебное пособие. – М.: Форум-инфра-М, 2003.
5. Трофименко И.Л., Коваленко Н.Н., Лобах В.П. Автомобильные эксплуатационные материалы. Лабораторный практикум. – Мн.: Дизайн ПРО, 2000 г.
6. Трофименко, И. Л. Автомобильные эксплуатационные материалы: учеб. пособие / И.Л. Трофименко, Н.А. Коваленко, В.П. Лобах. – Минск: Новое знание, 2008. – 232 с.
7. Эксплуатационные материалы. Конспект лекций для студентов специальности 1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей» (заочная форма обучения): в 2 частях / авт.-сост. С. В. Монтик; БрГТУ: в 2 ч. – Брест, 2009. – Ч. 1. – 64 с.

Учебное издание

Составитель: **Монтик Сергей Владимирович**

## **ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

### **Конспект лекций**

для студентов специальности

**1 - 37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей»**  
(заочная форма обучения)

Часть 2

Ответственный за выпуск: **Монтик С.В.**

Редактор: **Строкач Т.В.**

Компьютерная вёрстка: **Кармаш Е.Л.**

Корректор: **Никитчик Е.В.**

---

Подписано к печати 29.10.2009 г. Формат 60x84<sup>1/16</sup> Бумага «Снегурочка». Усл. п.л. 2,79.  
Уч. изд. л. 3,0. Заказ N 985. Тираж 60 экз. Отпечатано на ризографе Учреждения  
образования «Брестский государственный технический университет».  
224017, г. Брест, ул. Московская, 267.