

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

**Методические рекомендации для  
самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

**Б1.В.04 Топливо и смазочные материалы**

**Направление подготовки 35.03.06 «Агроинженерия»  
Профиль образовательной программы Технический сервис в АПК  
Форма обучения заочная**

## **СОДЕРЖАНИЕ**

<b>1. Организация самостоятельной работы .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Методические рекомендации по самостоятельному изучению вопросов ...</b>	<b>4</b>
<b>3. Методические рекомендации по подготовке к занятиям .....</b>	<b>19</b>

# 1. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

## 1.1. Организационно-методические данные дисциплины

№ п.п.	Наименование темы	Общий объем часов по видам самостоятельной работы				
		подготовка курсового проекта (работы)	подготовка реферата/эссе	индивидуальные домашние задания (ИДЗ)	самостоятельное изучение вопросов (СИВ)	подготовка к занятиям (ПкЗ)
1	2	3	4	5	6	7
1	<b>Тема 1</b> Общие сведения о нефти и получении нефтепродуктов		x		6	
2	<b>Тема 2</b> Эксплуатационные свойства бензинов		x		10	4
3	<b>Тема 3</b> Эксплуатационные свойства дизельных топлив. Альтернативное топливо		x		10	2
4	<b>Тема 4</b> Основы применения смазочных материалов		x		2	
5	<b>Тема 5</b> Эксплуатационные свойства и применение моторных масел		x		8	2
6	<b>Тема 6</b> Эксплуатационные свойства и применение трансмиссионных и прочих масел		x		4	
7	<b>Тема 7</b> Пластичные смазки. Эксплуатационные свойства и применение		x		4	
8	<b>Тема 8</b> Специальные		x		4	

	жидкости. Эксплуатационны е свойства и применение					
9	<b>Тема 9</b> Основы рационального использования нефтепродуктов		х		2	

## 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОМУ ИЗУЧЕНИЮ ВОПРОСОВ

**2.1 Влияние химического состава нефтей на свойства получаемых топлив и масел**  
При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Общая структура нефти. Содержание парафиновых, нафтеновых, ароматических углеводородов в нефти. Их влияние на свойства получаемых нефтепродуктов. Свойства углеводородов нефти. Способы очистки нефти. Прямая перегонка нефти. Переработка мазута в вакуумной ректификационной колонне. Крекинг. Риформинг. Основные свойства жидких топлив.

**2.2 Физические методы переработки нефти**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Физический метод переработки нефти — прямая перегонка. В нефтях содержатся углеводороды с различным числом атомов в молекуле (от 2 до 17). Такое разнообразие углеводородов приводит к тому, что нефть не имеет какой-либо постоянной температуры кипения и при нагревании выкипает в широких температурных пределах. Из большинства нефтей даже при слабом нагревании до 30...40°C начинают испаряться и выкипать наиболее легкие углеводороды. При дальнейшем нагревании до более высоких температур из нефти выкипают все более тяжелые углеводороды. Эти пары можно отвести и охладить (сконденсировать) и таким образом выделить часть нефти (фракцию нефти), выкипающую в определенных температурных пределах.

Процесс разделения углеводородов нефти по температурам их кипения называется прямой перегонкой.

**2.3 Химические методы вторичной переработки нефти**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Химический метод переработки нефти — термический крекинг; каталитический крекинг; гидрокрекинг; каталитический риформинг; пиролиз.

Термический крекинг разделяют на парофазный и жидкофазный.

Парофазный крекинг — нефть нагревают до 520...550°C при давлении 2...6 атм. В настоящее время не применяется по причине низкой производительности и большого содержания (40%) непредельных углеводородов в конечном продукте, которые легко окисляются и образуют смолы.

Жидкофазный крекинг — температура нагрева нефти 480...500°C при давлении 20...50 атм. Увеличивается производительность, снижается количество (25...30%) непредельных углеводородов. Бензиновые фракции термического крекинга используются в качестве компонента товарных автомобильных бензинов. Однако, для топлив термического крекинга характерна низкая химическая стабильность, которую улучшают путем введения в топлива специальных антиокислительных добавок. Выход бензина 70% — из нефти, 30% — из мазута.

Каталитический крекинг

Более совершенный технологический процесс. При каталитическом крекинге расщепление тяжелых молекул углеводородов нефти при температуре 430...530°C при давлении близком к атмосферному в присутствии катализаторов. Катализатор направляет процесс и способствует изомерации предельных углеводородов, а также превращению из непредельных в предельные. Бензин каталитического крекинга имеет высокую детонационную стойкость и химическую стабильность. Выход бензина до 78% из нефти и качество значительно лучше, чем при термический крекинг. В качестве катализаторов применяют алюмосиликаты, содержащие окиси Si и Al, а также катализаторы, содержащие окиси меди, марганца, Co, Ni, и платиновый катализатор.

#### Гидрокрекинг

Это разновидность каталитического крекинга. Процесс разложения тяжелого сырья происходит в присутствии водорода при температуре 420...500°C и давлении 200 атм. Процесс происходит в специальном реакторе с добавлением катализаторов (окиси W, Mo, Pt). В результате гидрокрекинга получают топливо для турбореактивных двигателей.

#### Каталитический риформинг

Сущность каталитического риформинга заключается в ароматизации бензиновых фракций в результате каталитического преобразования нафтенных и парафиновых углеводородов в ароматические. Кроме ароматизации молекулы парафиновых углеводородов могут подвергаться изомерации, наиболее тяжелые углеводороды могут расщепляться на более мелкие.

#### Пиролиз

Это термическое разложение углеводородов нефти в специальных аппаратах или газогенераторах при температуре 650°C. Применяется для получения ароматических углеводородов и газа. В качестве сырья можно применять как нефть так и мазут, но наибольший выход ароматических углеводородов наблюдается при пиролизе легких фракций нефти. Выход: 50% газа, 45% смолы, 5% сажи. Из смолы получают ароматические углеводороды путем ректификации.

### 2.4 Эксплуатационные требования к бензинам.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Бензин прежде чем попасть в топливную систему двигателя должен быть отправлен с заводаизготовителя на крупные региональные перевалочные базы хранения. На этих базах бензин может храниться некоторое время, иногда несколько лет. С этих крупных баз хранения бензины поступают, как правило, на областные, городские и районные нефтебазы, снабжающие автозаправочные станции. С заводаизготовителя на крупные региональные перевалочные нефтебазы бензин обычно подается по соответствующим продуктопроводам, железнодорожным и водным транспортом. Дальнейшие поставки бензина на областные, городские и районные нефтебазы осуществляются в основном железнодорожным транспортом. С этих нефтебаз на автозаправочные станции бензин доставляется автомобильными цистернами. Таким образом, от заводаизготовителя до бака автомобиля бензин многократно перекачивается и транспортируется различными видами транспорта. Транспортирование, хранение и применение бензина непосредственно на автомобилях осуществляется в различных климатических условиях при окружающей температуре от - 60°C до +40...45°C. Поэтому состав бензина должен исключать возможность возникновения затруднений при транспортировании, хранении и подаче по системе питания двигателя в любых климатических условиях с возможно меньшими потерями и сохранением основных показателей качества, обеспечивающих нормальную работу двигателя. Эти требования эксплуатации регламентируют такие свойства топлива, как химическая стабильность при хранении, прокачиваемость, зависящая от температуры кристаллизации, вязкостнотемпературной характеристики и содержания механических примесей, склонность к потерям от испарения, растворимость воды и воздуха, содержание

коррозионноагрессивных соединений и др. Бензин с оптимальными значениями показателей этих свойств может длительно храниться на складах и нефтебазах с минимальными изменениями важнейших свойств и потерями, исключает возникновение какихлибо осложнений при перекачках и транспортировании различными видами транспорта и обеспечивает длительную стойкость против коррозии материалов резервуаров, трубопроводов и деталей системы питания, контактирующих с топливом.

## 2.5 Физико-химические, эксплуатационные и технические требования к бензинам

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Всю совокупность свойств топлив, определяющих их качество, можно разделить на три группы: физико-химические, эксплуатационные и технические.

К первой группе относят свойства, характеризующие состав топлива и его состояние (элементный, фракционный и групповой углеводородный составы, давление паров, плотность, вязкость, поверхностное натяжение, теплоёмкость, теплопроводность, диэлектрическая проницаемость и др.).

Вторую группу объединяют свойства топлива, обеспечивающие надёжность и экономичность работы двигателей внутреннего сгорания (прокачиваемость, испаряемость, воспламеняемость и горючесть, склонность к образованию отложений, коррозионная агрессивность и совместимость с неметаллическими материалами, противоизносные и охлаждающие свойства). Эти свойства характеризуют полезный эффект от использования топлива по назначению и определяют область его применения.

Третью группу составляют свойства топлив, которые не связаны с их применением, а проявляются в процессе хранения и транспортирования. Эта группа разделяется на две подгруппы: свойства, характеризующие сохранность качества топлива в процессе его транспортирования и хранения (химическая и физическая стабильность, биологическая стойкость) и свойства, обеспечивающие безопасность транспортирования, хранения и использования топлив (токсичность, пожароопасность и склонность к электризации).

## 2.6 Экологические требования к бензинам

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Огромное количество загрязняющих веществ, образующихся при сжигании автомобильных бензинов, обуславливает тот факт, что среди всех требований, предъявляемых к бензинам, на первое место выдвигаются экологические. Загрязнение окружающей среды, связанное с применением бензинов, происходит на этапах транспортирования, заправки и др. (испарение, утечки). Вместе взятые, эти потери составляют 1,5-2%, что составляет примерно 700 тыс. т./год. Однако основным источником загрязнения являются отработавшие газы. В их составе содержится более 300 соединений, наносящих вред окружающей среде и здоровью человека. Среди экологических показателей этилированных бензинов важнейшим является содержание в них соединений свинца. Максимальная норма содержания свинца в бензинах снижена с 0,37 до 0,15 г/дм<sup>3</sup>.

С точки зрения экологических последствий в бензине наиболее важными являются следующие характеристики:

- 1) детонационная стойкость (определяет работу и расход топлива);
- 2) содержание серы (кислотные дожди и работа всей топливной системы);
- 3) содержание ароматических и олефиновых углеводородов и бензола (продукты неполного сгорания этих веществ являются канцерогенами и способствуют смогообразованию);
- 4) давление насыщенных паров (определяет испаряемость, расход топлива, безопасность хранения и транспортировки).

## 2.7 Ассортимент автомобильных бензинов

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Требования к бензину зависят от конструктивных особенностей двигателя и условий эксплуатации автомобиля. Нефтеперерабатывающей промышленностью выпускается несколько марок автомобильных бензинов, каждая из которых предназначена для определенных моделей автомобилей с учетом климатических условий эксплуатации. ГОСТ 2084-77 предусматривает выпуск автомобильных бензинов марок А-76, АИ-93, АИ-95. ТУ 38.001165-87 предусматривают выпуск автомобильного бензина марки АИ-92. ТУ 38.401-58-122-95 предусматривают выпуск автомобильного бензина марки АИ-98. Каждая марка бензина имеет условное обозначение, в которое входят буквы и цифры.

Буква А означает, что бензин является автомобильным, буква И указывает на то, что детонационная стойкость определена по исследовательскому методу (обычно получается на 4-6 и более единиц выше октанового числа по моторному методу), а цифры – на минимальное октановое число. Отсутствие буквы И в маркировке означает, что октановое число такого бензина определяется только по моторному методу. Этилированные бензины от неэтилированных отличаются цветом: А-76 – желтый; АИ-93 – оранжево-красный и АИ-98 – синий цвет.

Для бензинов в зависимости от октанового числа были установлены следующие марки: "Нормаль-80", "Регуляр-92", "Премиум-95" и "Супер-98". Октановое число этих бензинов, указанное в маркировке, определено исследовательским методом. В настоящее время выпуск бензина марки «Нормаль-80» прекращен, а марки «Регуляр-92» – ограничен.

## 2.8 Эксплуатационные требования к дизельному топливу

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Наибольшее распространение в АПК РФ получили быстроходные четырёхтактные дизельные двигатели (со средней скоростью поршня 10 м/с и частотой вращения коленчатого вала свыше 1000 мин<sup>-1</sup>). Для обеспечения надёжной эксплуатации быстроходных двигателей качество дизельного топлива должно отвечать определенным требованиям: хорошая воспламеняемость и достаточно полное сгорание, хорошее смесеобразование и распыл, бесперебойная работа топливного насоса высокого давления при отрицательных температурах окружающей среды, безопасность при эксплуатации и хранении, минимальное нагарообразование, отложения коррозии деталей и узлов двигателя.

## 2.9 Ассортимент дизельного топлива

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

В зависимости от условий применения утверждены следующие марки дизельного топлива: Л – летнее предназначенное для применения от 0 °С и выше, З – зимнее применяемое от –20 °С до 0 °С, и А – арктическое применяемое от –50 °С до –20 °С.

Принято следующее условное обозначение дизельного топлива. Например: Л-0,2-40 – здесь Л – летнее, 0,2 – содержание серы 0,2 %, 40 – температура вспышки °С; З-0,2-35 – здесь З – зимнее, 0,2 – содержание серы 0,2 %, 35 – температура застывания –35 °С; у арктического топлива отражается только содержание серы А-0,4 – А – арктическое, 0,4 – содержание серы в %.

Для средних и малооборотистых двигателей вырабатывается моторное топливо марок ДТ и ДМ. Топливо этих марок представляет собой смесь дистиллятов с остаточными продуктами (мазутами) прямой перегонки нефти. Эти двигатели в основном эксплуатируются на стационарных установках. Моторное топливо ДМ (дизельный мазут) рекомендуется для судовых малооборотных двигателей.

1. Экологические требования к дизельным топливам. Пути снижения экологического ущерба при использовании нефтепродуктов

Основными показателями качества, ответственными за экологические последствия выбросов отработавших газов дизелей, являются: массовая доля серы; массовая доля

ароматических углеводородов, связанная с цетановым числом дизельного топлива; фракционный состав, характеризующий пределы выкипания топлива.

Отечественные дизельные топлива по ГОСТ 305–82 не соответствуют европейским нормам EN 590 по содержанию серы и имеют в среднем несколько меньшее цетановое число.

Содержание серы в дизельном топливе определяет количество выброса, образующегося в отработавших газах диоксида серы. Масса выброса диоксида серы при сжигании 1 т дизельного топлива в зависимости от содержания в нем серы составляет:

- 3,6 кг/тонну при содержании серы в топливе 0,2%;
- 1,8 кг/тонну при содержании серы в топливе 0,1%;
- 0,9 кг/тонну при содержании серы в топливе 0,05%;

Для экологически чистых дизельных топлив введен новый показатель – предельная температура фильтруемости. Данную температуру определяют путем прямой фильтрации топлива при заданной температуре или в определенном интервале температур. Предельная температура фильтруемости для летнего дизельного топлива составляет -50С, а для зимнего -250С.

## 2.10 Повышение качества топлив

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Под повышением качества топлива понимается:

- производство и использование высокооктановых неэтилированных сортов бензинов;
- производство и использование малосернистого дизельного топлива с повышенным октановым числом.

Проведение данных мероприятий осуществляется на федеральном уровне, с поэтапным обеспечением перечисленными выше видами топлива регионов страны.

Использование высокооктановых неэтилированных сортов бензинов позволяет:

- исключить выбросы свинца и его соединений с отработавшими газами двигателей внутреннего сгорания с искровым зажиганием;
- улучшить полноту сгорания топлива, в результате чего снизятся выбросы оксида углерода и углеводородов;
- приступить к широкомасштабному использованию каталитических нейтрализаторов.

Обеспечение неэтилированными сортами бензинов должно проводиться поэтапно. Первоочередному обеспечению подлежат регионы с неблагоприятной экологической обстановкой и курортные зоны. Не допускается совместное хранение и продажа этилированных и неэтилированных сортов бензина.

По содержанию серы и серосодержащих веществ дизельное топливо делится на два вида – дизельное топливо с содержанием серы не более 0,2 масс. % и дизельное топливо с содержанием серы не более 0,5 масс. % (для топлива марки А не более 0,4 масс. %).

Ориентировочно 98% серы и ее соединений, содержащихся в дизельном топливе, выбрасываются в атмосферу с ОГ ДВС в виде серы диоксида. Снижение содержания серы в топливе с 0,4 масс. % до 0,05 масс. % позволяет увеличить эксплуатационное время работы двигателя между ремонтами на 30% и снизить выбросы серы диоксида с ОГ от дизельных двигателей на 85%. Снижение серности топлива до 0,05% и поднятия октанового числа до 50-55 приведет к подорожанию производства топлива ориентировочно на 0,4 \$/100 литров.

## 2.11 Виды изнашивания поверхностей деталей.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Изнашивание — это процесс постепенного изменения размеров деталей вследствие работы трения, проявляющийся в отделении с поверхностей трения материала и (или) его



остаточной деформации. Износ — результат изнашивания деталей, т. е. результат работы трения.

Механическое изнашивание разделяют на абразивное, гидроабразивное, газоабразивное, эрозионное, усталостное и кавитационное.

Абразивное изнашивание в машинах возникает в результате микропластических деформаций и срезания металла твердыми абразивными частицами, находящимися между поверхностями трения.

Гидроабразивное изнашивание вызывается абразивными (твердыми) частицами, перемещающимися потоком жидкостей

Газоабразивное изнашивание вызывается воздействием твердых частиц, увлекаемых потоком воздуха или газа.

Эрозионное изнашивание деталей происходит в результате трения потока жидкости о металл.

Усталостное изнашивание возникает под действием больших удельных повторно-переменных нагрузок, превышающих предел текучести металла,

Кавитационное изнашивание деталей объясняется появлением на поверхности металла гидравлических микроударов,

Молекулярно-механическое изнашивание вызывается одновременным воздействием механических и молекулярных или атомарных сил.

В результате схватывания поверхностей в месте контакта происходит глубинное вырывание материала, поэтому его называют изнашиванием при заедании. Этот вид изнашивания разделяют на изнашивание схватыванием первого и второго рода. Изнашивание схватыванием первого рода возникает при трении поверхностей с малыми скоростями (1,0 м/с), отсутствии смазки и при больших нагрузках в местах контакта поверхностей.

Изнашивание схватыванием второго рода наблюдается при трении скольжения с большими скоростями, недостаточной смазке и со значительными удельными нагрузками.

Коррозионно-механическое изнашивание происходит при трении поверхностей, непрерывно вступающих в химическое взаимодействие с окружающей средой. Это изнашивание разделяют на окислительное и изнашивание при фреттинг-коррозии.

Окислительное изнашивание возникает при трении скольжения и трении качения.

Изнашивание при фреттинг-коррозии возникает от трения скольжения с очень малыми возвратно-поступательными перемещениями в условиях динамической нагрузки.

## 2.12 Виды смазочных материалов и их характеристика.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

По происхождению масла различают:

- минеральные, или нефтяные, являются основной группой выпускаемых смазочных масел (более 90%). В зависимости от способа получения они классифицируются на дистиллятные, остаточные, компаундированные или смешанные; - растительные и животные, имеющие органическое происхождение. Растительные масла получают путем переработки семян определенных растений, вырабатываются касторовое, горчичное и сурепные масла. Животные масла вырабатывают из животных жиров (баранье и говяжье сало, технический рыбий жир, костное масло и др.). Органические масла по сравнению с нефтяными обладают более высокими смазывающими свойствами и более низкой термической устойчивостью. Поэтому их чаще используют в смеси с нефтяным; - синтетические, получаемые из различного исходного сырья различными методами (каталитическая полимеризация жидких или газообразных углеводородов

нефтяного и ненефтяного сырья; синтез кремнийорганических соединений-полисилоксанов; получение фторуглеродных масел и т.д. Синтетические масла обладают всеми необходимыми свойствами, однако из-за высокой стоимости применяются только в самых ответственных узлах трения.

По агрегатному состоянию смазочные материалы делятся на: - жидкие смазочные масла, которые в обычных условиях являются жидко-стыми, обладающими определенной текучестью (нефтяные и растительные масла); - пластичные, или консистентные, смазки, которые в обычных условиях находятся в мазиобразном состоянии (технический вазелин, солидолы, констатины, жиры и др.) Они подразделяются на антифрикционные, консервационные, уплотнительные и др; - твердые -смазочные материалы, которые не изменяют своего состояния под действием температуры, давления (графит, слюда, тальк и др.). Их обычно применяют в смеси с жидкими или пластичными смазочными материалами.

По назначению смазочные материалы делятся на масла: - моторные, предназначенные для двигателей внутреннего сгорания; трансмиссионные, применяемые в трансмиссиях тракторов, автомобилей, комбайнов, самоходных и других машин; - гидравлические - для гидросистем различных машин. По температуре применения различают; - низкотемпературные, для температуры не более 60°C; - среднетемпературные, применяемые при температурах 150 - 200°C; - высокотемпературные, используемые в узлах, которые подвергаются воздействию температур до 300°C и выше (моторные масла).

### 2.13 Назначения смазочных материалов и предъявляемые к ним требования.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Основное назначение смазочных материалов - уменьшение износа трущихся деталей и снижение затрат энергии на преодоление трения. Кроме этих функций, смазочные материалы выполняют и другие: отводят тепло от трущихся деталей, предохраняют детали от коррозии, очищают поверхности трения от продуктов износа и других примесей, герметизируют узлы трения.

Смазочные масла должны обладать соответствующими вязкостью и индексом вязкости; высокой термоокислительной устойчивостью и хорошими противокоррозионными свойствами; противоизносными качествами и хорошей прокачиваемостью при различных температурах окружающей среды. Масла должны обеспечивать максимально возможный срок службы и не образовывать на поверхностях деталей различные отложения.

### 2.14 Состав и основные физико-химические свойства масел

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Каждый смазочный материал имеет техническое описание, где указаны основные физико-химические параметры, такие как: плотность, температура вспышки, вязкость кинематическая, динамическая вязкость, температура застывания, показатель индекса вязкости, число нейтрализации и так далее. Рассмотрим, что обозначает каждый из параметров, и как его изменение характеризует рабочие характеристики смазочного материала.

Плотность или объемная масса вещества. Измеряется в  $\text{кг/м}^3$  и приводится для масел при температурах +15°C или +20°C. В зависимости от качества базового масла и состава присадок плотность масел лежит в пределах 700-950  $\text{кг/м}^3$ .

Вязкость или показатель густоты масла означает, что чем гуще масло, тем выше его вязкость. Характеризуется двумя показателями: кинематической (текучесть масел при нормальной (40°C) и высокой (100°C) температурах и динамической (сопротивление взаимному сдвигу двух слоев масла, перемещающихся с определенной скоростью на определенном расстоянии друг от друга) вязкостью. Измеряется в  $\text{мм}^2/\text{сек}$  (сантистокс, cSt) или в  $\text{Па}\cdot\text{с}$  (сантипуаз,  $\text{cP}=10^{-3}\cdot\text{Па}\cdot\text{с}$ ), соответственно.

Сантистокс (cSt) – единица измерения кинематической вязкости, в основе которой лежит величина силы, которая необходима для преодоления внутреннего трения жидкости.

Сантипуаз (сР) – единица измерения динамической вязкости, которой выражают внутреннее трение масла при низких температурах.

$cP = cSt \cdot \text{плотность}$ .

Индекс вязкости – безразмерный показатель, характеризующий зависимость вязкости от температуры. С ростом величины индекса вязкости (ИВ) зависимость вязкости масел от изменений температуры снижается.

Температура вспышки – температура, при которой из масла выделяются пары углеводородов в количестве, достаточном, чтобы при поднесении источника огня произошла их вспышка. Значительное понижение температуры вспышки работавшего масла, например, ниже 180 °С, может сигнализировать о разбавлении масла топливом, что в свою очередь характеризует недостаточно эффективную работу топливной системы.

Температура воспламенения – температура, при которой пары углеводородов, испаряющиеся с поверхности нагреваемого в открытом тигле масла, горят при поднесении открытого огня не менее 5 сек. Т воспламенения выше Т вспышки на 10-50°С.

Температура застывания – температура, при которой масло перестает течь под действием силы тяжести. Она должна быть, как правило, на 5-7°С ниже той температуры, при которой масло прокачивается по системе смазки двигателя. Зависит от вязкости и химической структуры масла. Наилучшие показатели у синтетических масел. Значение температуры застывания необходимо для понимания до какой максимально низкой температуры возможен перелив продукта из одной тары в другую при его длительном хранении, и не характеризует низкотемпературные свойства масла, а именно его свойство прокачиваться при низких температурах. Поэтому при сравнении масел одной категории разных производителей сравнивать температуры застывания не стоит.

Общее щелочное число (TBN) – показывает запас нейтрализующих свойств масла; создается добавляемыми в масло моюще-диспергирующими присадками. Чем больше щелочное число, тем большее количество кислот, образующихся при окислении масла и сгорании топлива, может быть переведено в нейтральные соединения. Однако важно не сколько значение щелочного числа, сколько скорость его снижения при работе масла в двигателе.

Сульфатная зольность – показатель содержания присадок, в основном органических соединений металлов. Довольно высокая сульфатная зольность моторных масел (по сравнению с другими маслами) в основном обусловлена наличием в их составе моющих присадок, содержащих металлы. Сульфатная зольность ограничивается нормативной документацией только в Европе (классификация ACEA). В моторных маслах для бензиновых двигателей сульфатная зольность не должна превышать 1.5%, для дизельных двигателей малой мощности – 1.8% и для дизельных двигателей высокой мощности – 2.0%. Сульфатная зольность масел, совместимых с катализатором дожигания отработавших газов, сильно ограничивается и варьируется в зависимости от группы масел С по спецификации ACEA.

Испаряемость – показатель, характеризующий склонность масла к испарению. Во время работы двигателя, вследствие высокой температуры, наиболее легкие фракции масла улетучиваются. Повышенная испаряемость масла будет приводить к увеличению расхода масла на угар и на долив. Масла на синтетической основе отличаются пониженной испаряемостью.

## 2.15 Ассортимент смазочных материалов. Моторные масла

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

В основу классификации моторных масел в России по ГОСТ 17479.1–85 положены два характерных признака: кинематическая вязкость и качественный уровень, определяемый как сумма важнейших эксплуатационных свойств. По вязкости масла подразделяются на три класса: летние, зимние, всесезонные. Летние масла нормируются значением кинематической вязкости при +100 °С, зимние – при +100 °С и –18 °С.

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

#### 2.16 Изменение свойств смазочных масел в процессе эксплуатации в узлах и агрегатах сельскохозяйственной техники

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Работающее масло непрерывно изменяется под воздействием высокой температуры, окисляющей среды, внешних загрязнений, катализаторов (продуктов износа металлических поверхностей) и других факторов. Совокупность процессов, сопровождающихся изменением состава и свойств работающего масла в неблагоприятном направлении, называют старением масла

о всю совокупность процессов старения дизельных масел, работающих в смазочных системах дизелей,

условно делят на несколько основных интегрально оцениваемых процессов. К ним относятся:

- окисление;
- испарение;
- термическое или термоокислительное разложение углеводородов, составляющих основу масла;
- загрязнение продуктами сгорания топлива и масла, пылью, продуктами износа;
- расход присадок или истощение их действия вследствие нейтрализации неорганических кислот, термического разложения, уноса из работающего масла в отложения на масляных фильтрах, химических реакций взаимодействия с продуктами окисления масла и топлива и т.п.;
- обводнение масла в результате конденсации воды и газов, прорывающихся в картер, или нарушения герметичности системы охлаждения;
- разжижение масла топливом из-за неисправностей топливного насоса высокого давления, форсунок, нарушения герметичности системы подвода топлива или длительной работы на режиме холостого хода.

#### 2.17 Добавки и присадки к работающим маслам .

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Моторное масло обязательно содержит присадки, количество которых может составлять от нескольких процентов до 25...30 % готового масла. Присадки – это компоненты, придающие базовой основе масла необходимые новые свойства. В производстве моторных масел используют базовые масла трёх типов: *минеральные* (нефтяные), *синтетические* и *частично синтетические*. Производство базовых основ и товарных масел в России размещено на 12 крупных заводах [3]. Ими вырабатывается порядка 3 млн. т масел в год. Импорт масел составляет 80...90 тыс. т в год.

Выбор базового масла при производстве товарного масла зависит не только от требуемых функциональных показателей, но и определяется экономическими факторами производства и потребления. Для сельского хозяйства России наиболее массовыми пока остаются моторные масла, основой которых являются нефтяные масла. По химическому

составу они представляют собой смесь углеводородов (изопарафиновых, нафтенопарафиновых, нафтеноароматических, ароматических), содержащих в составе молекул 20...60 атомов углерода с различной цикличностью. Состав и структура входящих углеводородов определяются как природой перерабатываемого сырья, так и технологией его переработки. По способу производства базовые масла делят на *дистиллятные* (вырабатываются из вакуумных дистиллятов), *остаточные* (вырабатываются из остатков перегонки нефти – гудронов) и *компаундированные* (смесь дистиллятных и остаточных). Различают масла очищенные и неочищенные. Наиболее распространены масла селективной очистки (экстракцией растворителем).

Для моторных масел, предназначенных для эксплуатации в экстремальных условиях, в качестве основы используют более дорогие синтетические базовые масла. Они разделяются на углеводородные (полиальфаолефины и алкилбензолы) и неуглеводородные (эфиры двухосновных кислот, сложные эфиры многоатомных спиртов). Моторные масла на синтетической основе почти по всем эксплуатационным свойствам превосходят минеральные масла, поэтому находят применение во всех областях, где применяют нефтяные масла. Их использование сдерживается высокой стоимостью и худшей совместимостью с эластомерами (материалами прокладок, шлангов и т.п.).

## 2.18 Основы рационального использования отработанных смазочных масел

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Технические масла применяют в промышленности и быту для смазки механизмов и в качестве рабочих жидкостей в различных гидросистемах, в электроэнергетике для изоляции и охлаждения электросилового оборудования. Обычно это нефтяные масла, содержащие противоокислительные, загущающие, антикоррозионные и др. присадки, улучшающие эксплуатационные свойства масел, а также растительные масла в качестве добавок.

В процессе эксплуатации масла соприкасаются с металлами, подвергаются воздействию воздуха, температуры и других факторов, под влиянием которых с течением времени происходит изменение свойств масла: разложение, окисление, полимеризация и конденсация, обугливание, разжижение горючим, обводнение и загрязнение посторонними веществами. Перечисленные факторы действуют в комплексе и взаимно усиливают друг друга, ухудшая качество масла в процессе его эксплуатации. Так, наличие воды способствует окислению масла, а также развитию в нем биозагрязнений, которые развиваются на границе масло - вода. Механические примеси, в состав которых в большинстве случаев наряду с сажей входят металлы в виде продуктов коррозии, являются катализаторами окисления масел, в процессе которого образуются кислоты и различные смолисто-асфальтеновые соединения.

Общее содержание образующихся нежелательных примесей может составлять 5-30% в зависимости от срока и условий эксплуатации масел. Масла, содержащие загрязняющие примеси, не способны удовлетворять предъявляемым к ним требованиям и должны быть утилизированы и заменены свежими маслами. Для утилизации отработанных нефтепродуктов (ОНП) используют разные методы

В процессе термического крекинга и дистилляции отработанные гидравлические жидкости, моторные и смазочные масла преобразуются в полноценное топливо, подобное дизельному, которое может использоваться для отопления зданий и сооружений.

Регенерация. Продукты физико-химических превращений масла и примеси, попадающие извне, составляют незначительную часть в общем объеме отработанных технических масел и при помощи определенных методов могут быть удалены.

Отдельные этапы процесса регенерации отработанных масел могут исключаться, совмещаться или выполняться в иной последовательности в зависимости от конкретных физико-химических свойств регенерируемого масла и особенностей технологических

операций, выбранных для восстановления качества этого масла. В настоящее время для регенерации отработанных масел используют физические, физико-химические и химические методы.

## 2.19 Классификация и ассортимент трансмиссионных масел

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

В нашей стране характеристики и обозначения этих смазочных материалов прежде диктовались соответствующими советскими стандартами (ГОСТами), но теперь, в условиях широкого проникновения импортных продуктов, преобладающей стала международная классификация.

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

В качестве примера рассмотрим обозначение трансмиссионного масла: ТМ-5-12<sub>3</sub>(рк) – ТМ – трансмиссионное масло, 5 – 5-й группы, 12 – 12-го класса вязкости, 3 – загущенное, рк – рабоче-консервационное.

Минеральные масла без присадок ;

Минеральные масла с противоизносными присадками;

Минеральные масла с противозадирными присадками умеренной эффективности;

Минеральные масла с противозадирными присадками высокой эффективности;

Минеральные масла с противозадирными присадками высокой эффективности и многофункционального действия, а также универсальные масла.

Ассортимент трансмиссионных масел:

Моторно – трансмиссионное масло МТ – 8п (ТУ 38.101277-85) – является маслом селективной очистки из восточных сернистых нефтей, которое содержит композицию противоизносных, антикоррозионных, антиокислительных и моющих присадок, а также депрессаторы температуры застывания, а также антипенные добавки. Масло применяется не только в качестве трансмиссионного в планетарных передачах гусеничных машин, но и в системах гидроуправления некоторых специальных машин.

Масло ТСзп – 8(ТУ 38.1011238-89) является смесью высоковязкого и маловязкого низкозастывающего, загущенного стойкими вязкостными присадками против деструкции. Данное масло содержит противозадирную, противоизносную, антиокислительную и антипенную присадки. Масло предназначается для смазывания агрегатов трансмиссий, которые имеют планетарные редукторы коробок передач и некоторых систем гидроуправления мобильных транспортных средств.

Масло ТСз – 9гип представляет собой смесь высоковязкого и маловязкого низкозастывающего нефтяных масел, которая загущена вязкостной полимерной присадкой, отличающейся стойкостью к деструкции. В состав масла входят противозадирная, антиокислительная, антикоррозионная, депрессорная и антипенная присадки. Масло является работоспособным в большом диапазоне температур от минус пятидесяти до плюс ста двадцати градусов Цельсия в разнообразных автомобильных трансмиссиях, включая и так называемые гипоидные передачи.

Масло Тсп – 10 (ГОСТ 23652-79) вырабатывается из малосернистых нефтей, при этом используются высоковязкий остаточный деасфальтированный компонент, а также маловязкий дистиллятный компонент с низкой температурой застывания. Помимо противозадирной присадки, в состав масла входит депрессорная присадка. Масло применяется во все сезоны в северных районах нашей страны, а также как зимний вариант масла в средних климатических зонах в качестве смазки для прямозубых, спирально – конических и червячных передач, которые работают при контактных напряжениях достигающих две тысячи мега паскалей и температурах масла в объеме до ста – ста десяти градусов Цельсия.

## 2.20 Классификация пластичных смазок

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности. Пластичные смазки подразделяются на четыре группы:

- антифрикционные — для снижения износа и трения скольжения сопрягаемых деталей;
- консервационные — для предотвращения коррозии при хранении, транспортировке и эксплуатации;
- канатные — для предотвращения коррозии и износа стальных канатов;
- уплотнительные — для герметизации зазоров, облегчения сборки и разборки арматуры, манжет, резьбовых, разъемных и любых подвижных соединений.

Антифрикционные смазки являются самой многочисленной группой пластических смазок и делятся на следующие подгруппы:

- С — общего назначения;
- О — для повышенной температуры;
- М — многоцелевые;
- Ж — термостойкие (узлы трения с рабочей температурой  $>150\text{ }^{\circ}\text{C}$ );
- Н — низкостойкие (узлы трения с рабочей температурой  $<40\text{ }^{\circ}\text{C}$ );
- И — противозадирные и противоизносные;
- Х — химически стойкие;
- П — приборные;
- Т — редукторные (трансмиссионные);
- Д — приработочные пасты;
- У — узкоспециализированные (отраслевые).

Консервационные смазки обозначаются буквой «З», канатные — «К».

Уплотнительные смазки имеют три подгруппы:

- А — арматурные (для манжет);
- Р — резьбовые;
- В — вакуумные (для уплотнений в вакуумных системах).

В зависимости от применения смазки делят на общего назначения, многоцелевые и специализированные.

## 2.21 Ассортимент пластичных смазок

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Смазки общего назначения

Кальциевые смазки имеют общее название — солидолы. Это самые массовые и дешевые антифрикционные смазки, относятся к среднеплавким. Кальциевые смазки выпускаются следующих марок: солидол Ж, прессиолдол Ж, солидол С или прессиолдол С.

Специализированные смазки

К специализированным смазкам относятся около 20 марок смазок разного качества. Они наиболее эффективно используются в качестве несменяемых и непополняемых смазок в процессе эксплуатации.

Графитная — применяется преимущественно в открытых узлах.

АМ карданная — для карданных шарниров равных угловых скоростей (Тракта, Рцеппа, Вейса) грузовых автомобилей, склонна к вытеканию из узлов.

Шрус-4 — для шарниров равных угловых скоростей (типа Бирфильд) легковых автомобилей; работоспособна при температуре от  $-40$  до  $130\text{ }^{\circ}\text{C}$ , водостойка, имеет высокие противозадирные и противоизносные свойства.

ШРБ-4 — для герметизированных шарниров подвесок и рулевого управления, диапазон рабочих температур от  $-40$  до  $130\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

ЛСЦ-15 — применяется в шлицевых соединениях, шарнирах и осях приводов педалей, стеклоподъемниках; обладает высокой водостойкостью, адгезией (прилипаемостью) к металлам, хорошими консервационными свойствами.

Термостойкие смазки

Предел работоспособности термостойких смазок — от 150 до 250 °С.

Униол-3М — водостоек, обладает хорошей коллоидной стабильностью и противозадирными свойствами.

ЦИАТИМ-221 — можно применять при температурах от —60 до 150 °С, химически стабильна к резине и полимерным материалам.

Морозостойкие смазки

Морозостойкие смазки работоспособны во всех узлах трения в условиях Крайнего Севера и Арктики.

Зимол — морозостойкий аналог смазки Литол-24.

Лита — многоцелевая морозостойкая рабоче-консервационная смазка, водостойкая.

ЦИАТИМ-201 — основная морозостойкая смазка для автомобилей, обладает посредственными противозадирными свойствами, при хранении выделяет масло. Зимол и Лита, уступая ей по морозостойкости, превосходят по противоизносным свойствам, работоспособности при повышенных температурах.

Канатные антифрикционные смазки

Комплексное мыло обозначают строчной буквой к , после ко горой указывают индекс соответствующего мыла (кКа, кБа и т. д.). Смесь двух и более загустителей обозначают составным индексом (Ка-На, Ли-Бн, Си-Пг и т. д.). Индексы М, О, Н, применяют только в тех случаях, когда загуститель, входящий в одну из трех групп (мыла, органические и неорганические вещества), не предусмотрен перечнем. После двух буквенных индексов указывается в виде дроби рекомендуемый температурный интервал применения смазки в числителе (без знака минус) минимальную, а в знаменателе максимальную температуру, уменьшенные в 10 раз. Например, индекс 3/13 соответствует температурному интервалу применения от —30 до 130 °С. За минимальную температуру применения принимают при которой вязкость антифрикционной смазки, определенная по ГОСТ 7163—63, составляет 2000 Па·с. Максимальную температуру применения, а для приработочных, узкоспециализированных, брикетных, консервационных, канатных, резьбовых смазок и минимальную указывают в соответствии с технической документацией на смазку. Рекомендуемый температурный интервал имеет ориентировочный характер, так как допустимые температуры применения зависят не только от свойств смазки, но и от конструкции и условий работы (скорость, нагрузка, срок смены смазки) узла трения и т. п. Серьезные трудности возникают при использовании канатных смазок в холодных районах страны. При низких температурах (ниже —20° С) может нарушаться сплошность смазочного слоя на канате. В таких случаях следует применять морозостойкие канатные смазки, обладающие достаточной эластичностью и адгезией к металлу при низких-температурах. Скорости и нагрузки при подборе канатных смазок, как правило, не играют роли. Все они имеют хорошие противоизносные свойства. Последнее объясняется тем, что канатные смазки приготовлены на вязких остаточных маслах и тяжелых нефтепродуктах. Кроме того, некоторые канатные смазки содержат противозадирные компоненты и антифрикционные

## 2.22 Гидравлические масла

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Гидравлические масла используются в гидравлических приводах систем управления, в подъемных устройствах автомобилей-самосвалов и дополнительного оборудования.



Являясь рабочим элементом в гидравлических приводах, они также предохраняют трущиеся детали от износа, отводят избыточное тепло, и удаляют продукты износа и загрязнения.

Классификация гидравлических масел и их обозначение

По кинематической вязкости гидравлические масла делят на десять классов, а по эксплуатационным свойствам — на три группы.

Обозначение гидравлических масел состоит из трех групп знаков: букв «МГ» (минеральное гидравлическое); цифр, обозначающих класс кинематической вязкости; буквы, указывающей на принадлежность масла к группе по эксплуатационным свойствам.

Пример обозначения гидравлического масла МГ-15-В: МГ обозначает масло гидравлическое; 15 — класс вязкости; В — группа по эксплуатационным свойствам.

Отечественная классификация гидравлических масел по группам в зависимости от эксплуатационных свойств имеет зарубежные аналоги.

Группа масла:

по ГОСТ 17479-85 .... А Б В

по ISO 6074/4 1982/E .... НН Н НМ

## 2.23 Амортизаторные жидкости, тормозные жидкости

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Амортизаторные жидкости представляют собой маловязкие масла, которыми заполняют гидравлические амортизаторы. Они должны обладать хорошими смазывающими и антикоррозионными свойствами, иметь низкую температуру застывания и достаточную вязкость при температуре до 100 °С, стабильность, обеспечивающую сменную работу до 100 тыс. км пробега автомобиля.

Выпускаются амортизаторные жидкости марок АЖ-12Т и МГП-10.

Амортизационная жидкость АЖ-12Т — прозрачная, цвет от светло-желтого до светло-коричневого, является смесью маловязкого минерального масла и полиэтилсилоксановой жидкости с противоизносной и антиокислительной присадками, температура застывания — 52 °С.

Амортизационная жидкость МГП-10 — прозрачная, цвет от светло-желтого до светло-коричневого, является смесью трансформаторного масла и полисилоксановой жидкости с добавлением животного жира, антиокислительной и противопенной присадок, 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. Поэтому на смену ей была разработана амортизаторная жидкость МГП-12 с улучшенными смазывающими свойствами.

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

Простейшими заменителями амортизаторных жидкостей могут служить индустриальное, турбинное и трансформаторные масла, а также их смеси, однако при понижении температуры у них значительно возрастает вязкость, что приводит к жесткой работе амортизатора.

Тормозные жидкости служат для передачи энергии к исполнительным механизмам в гидроприводе тормозной системы автомобиля.

В настоящее время выпускается несколько марок тормозных жидкостей.

Жидкость БСК (ТУ 6-10-1533-97) представляет собой смесь бутилового спирта и касторового масла, имеет хорошие смазывающие свойства, но невысокие вязкостно-температурные показатели, используются в основном на старых моделях автомобилей.

Жидкость "Нева" (ТУ 6-01-34-93) - основными компонентами являются гликолевый эфир и полиэфир, содержат антикоррозионные присадки. Работоспособна при температуре до — 40...— 45 °С. Применяется в гидроприводе тормозов и сцеплений

грузовых и легковых автомобилей.

Жидкость ГТЖ-22м (ТУ 6-01-787-86) - на гликолевой основе. По показателям близка к "Неве", он обладает худшими антикоррозионными и вязкостно-температурными свойствами. Рекомендуется для применения лишь на отдельных моделях грузовых автомобилей.

Жидкость "Томь" (ТУ 2451-076-05757618-2000) разработана взамен жидкости "Нева". Основные компоненты - концентрированный гликолевый эфир, полиэфир, бораты; содержит антикоррозионные присадки. Имеет лучшие эксплуатационные свойства, чем "Нева", более высокую температуру кипения. Совместима с "Невой" при смешивании в любых соотношениях. Соответствует требованиям мировых стандартов FMVSS 116, SAE J 1703.

Жидкость "Роса ДОТ-4", (ТУ 2451-004-10488057-94) - высокотемпературные жидкости, представляющие собой композиции на основе борсодержащего полиэфира, содержат антиокислительные и антикоррозионные присадки. Основной компонент - борсодержащий полиэфир; содержит антикоррозионные присадки. Она имеет высокие значения температуры кипения (260 °С) и температуры кипения "увлажненной" жидкости (165 °С). Это обеспечивает надежную работу тормозной системы при тяжелых эксплуатационных режимах и позволяет увеличить срок службы жидкости. Согласно международной классификации "Роса" удовлетворяет всем нормам класса DOT-4, что на сегодня является наиболее высоким уровнем эксплуатационных качеств. "Роса" без ограничений пригодна для использования в современных отечественных и зарубежных автомобилях.

Чтобы исключить возможность образования паровых пробок, жидкость "Нева" в зависимости от условий эксплуатации автомобилей рекомендуется заменять через 1...2 года; срок службы жидкостей "Томь" и "Роса" может быть более двух лет.

Низкотемпературные показатели неудовлетворительны у БСК. Уже при температуре -15...-17 °С образуются кристаллы касторового масла. С дальнейшим понижением температуры происходит потеря подвижности; при температуре ниже -20 °С жидкость БСК неработоспособна.

Жидкости "Нева", "Томь", "Роса" работоспособны до -40...-45 °С.

Для автомобилей, эксплуатирующихся в районах Крайнего Севера, необходима специальная жидкость, у которой вязкость при -55°С должна быть не более 1500 мм<sup>2</sup>/с. При отсутствии такой жидкости практикуется разбавление жидкости "Нева" и "Томь" 18...20% этилового спирта. Такая смесь работоспособна при температуре до -60 °С, однако имеет низкую температуру кипения и не обеспечивает герметичности резиновых манжетных уплотнений. Поэтому разбавление жидкости спиртом -вынужденная мера, и по окончании зимней эксплуатации смесь следует заменить.

Жидкости "Нева", "Томь", "Роса" совместимы, их смешивание между собой возможно в любых соотношениях. Смешивание указанных жидкостей с БСК недопустимо, так как приведет к расслоению смеси и потере необходимых эксплуатационных свойств.

Зарубежными аналогами жидкостей "Нева" и "Томь" являются жидкости соответствующие международной классификации DOT-3, которые имеют температуру кипения более 205 °С, а для жидкости "Роса" - жидкости DOT-4 с температурой кипения более 230 °С.

Жидкости типа БСК на современных моделях автомобилей за рубежом не применяются.

### **3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЗАНЯТИЯМ**

#### **3.1 Лабораторная работа № ЛР-1 Определение показателей качества автомобильных бензинов**

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты. Основные требования автомобильных бензинов. Нормативно-техническая документация, регламентирующей показатели качества бензинов Фракционный состав. Детонационную стойкость бензина. Определение октанового числа бензина. Вязкость бензина. Маркировка бензина.

Используя учебное пособие «Практикум по топливо-смазочным материалам»: учебное пособие / И.В.Попов, А.А. Петров, В.С. Стеновский, А.Н. Кондрашов, А.Н. Лисаченко / – Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2014г., 123 ознакомится с методиками:

- методикой оценки качества топлива в результате осмотра:

Цвет топлива зависит от наличия в нем смол, этиловой жидкости или случайных примесей. Поэтому неэтилированные бензины бесцветны. Желтоватый оттенок неэтилированных бензинов указывает на наличие в них смолистых веществ.

Прозрачность топлива определяют в стеклянном цилиндре. Оно должно быть совершенно прозрачным и не содержать взвешенных и осевших на дно цилиндра посторонних примесей, в том числе и воды. Мутность топлива при комнатных температурах вызывается наличием в нем воды в виде эмульсии или механических примесей. Такое топливо перед применением подвергается отстою и фильтрации.

Механические примеси могут попадать в топливо при большом и малом дыхании емкостей, а также при использовании грязной тары и заправочного оборудования. Применение топлива, содержащего механические примеси, вызывает повышенный износ приборов системы питания и деталей цилиндро-поршневой группы двигателя, снижает безотказность и экономичность автомобиля. По этой причине содержание механических примесей в топливе не допустимо.

Бензины и керосины, полученные путем прямой перегонки нефти, имеют специфический, довольно приятный запах. У топлив, содержащих продукты каталитического крекинга, характерный резкий и неприятный запах. Перечисленные внешние признаки топлива определяются при осмотре образца, налитого в стеклянный цилиндр.

- Методикой определения плотности светлых нефтепродуктов

Нефтеденсиметры (ареометры) по ГОСТ 1289–76, цилиндры для ареометров стеклянные или металлические соответствующих размеров по высоте и диаметру, термометр ртутный стеклянный по ГОСТ 2045–71 с интервалом измеряемых температур от минус 20 °С до 50 °С и ценой деления шкалы в 1 °С.

Плотность измеряется массой тела, заключенной в единице его объема, в системе единиц СИ имеет размерность  $\text{г/см}^3$ . Плотность нефтепродуктов относят к нормальной температуре 20 °С и к плотности воды при 4 °С, принятой за единицу. Эта плотность, обозначаемая  $\rho_4^{20}$ , численно равна плотности, представляющей собой отвлеченное число по отношению к воде при температуре 4 °С.

- Методикой экспрессного определения наличия тяжёлых углеводородов в бензинах

Сущность метода заключается в испарении испытуемой пробы с последующей визуальной оценкой результата

- Методикой определения водорастворимых кислот и щелочей в топливе

Коррозийный износ деталей двигателя во многом обусловлен сильнодействующими водорастворимыми кислотами и щелочами, находящимися в топливе. Они могут оказаться в топливе из-за нарушения технологии его очистки, а также случайно в процессе производства, хранения и транспортировки. Согласно требованиям

государственного стандарта, содержание водорастворимых кислот и щелочей в автомобильных бензинах, дизельных топливах и моторных маслах не допускается. В случае наличия в топливах водорастворимых кислот и щелочей их бракуют и к применению не допускают. Определение наличия водорастворимых кислот и щелочей производится качественной пробой по ГОСТ 6707–75.

- Методикой определения октанового числа прибором СВП 1.00.000

Детонационную стойкость бензинов общепринято оценивать по октановому числу. Октановым числом называется процентное содержание (по объему) изооктана в его смеси с нормальным гептаном при условии, что эта смесь при стандартном методе испытания обладает такой же детонационной стойкостью, что и испытуемое топливо.

Предварительно оформить отчет по работе.

### **3.2 Лабораторная работа № ЛР-2 Определение показателей качества автомобильных бензинов**

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты.

Повторить материал лабораторной работы №1.

Используя учебное пособие «Практикум по топливо-смазочным материалам»: учебное пособие / И.В.Попов, А.А. Петров, В.С. Стеновский, А.Н. Кондрашов, А.Н. Лисаченко / – Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2014г., 123 ознакомится с методикой Определения фракционного состава бензина разгонкой.

Фракция топлива - это часть топлива, характеризующаяся определенными температурными пределами выкипания.

Фракции бензина условно подразделяют на пусковую, содержащую самые легкоиспаряющиеся углеводороды, входящие в первые 10 % отгона; рабочую, включающую последующие 80 % (от 10% до 90%) состава бензина, и концевую, в которую входят последние 10 % бензина. В соответствии с таким делением эксплуатационные свойства бензина оценивают по пяти характерным точкам кривой фракционного состава: температуре начала перегонки, температуре перегонки 10 %, 50 %, 90 % количества бензина и температуре конца перегонки.

Температуры начала перегонки ( $t_{\text{нп}}$ ) и перегонки 10 % ( $t_{10\%}$ ) характеризуют пусковые качества бензина, т. е. способность обеспечивать запуск двигателя при низких температурах и склонность топлива к образованию паровоздушных пробок в топливной системе двигателя.

Чем ниже температура окружающего воздуха при пуске двигателя, тем больше должен иметь бензин легких фракций и тем ниже должна быть их температура кипения. Это качество бензина характеризуется температурами начала его перегонки и перегонки 10 %.

Однако чрезмерно низкая температура перегонки 10 % приводит к образованию в прогретом двигателе «паровых пробок» в топливопроводах и каналах карбюратора. При этом горючая смесь значительно обедняется. Практически это приводит к тому, что двигатель теряет мощность, начинает «чихать» и из-за перебоев подачи топлива может остановиться.

Температура перегонки 50 % бензина ( $t_{50\%}$ ) характеризует его способность обеспечивать быстрый прогрев и приемистость двигателей.

Прогрев двигателя длится от момента пуска до создания устойчивого режима работы. Чем легче фракционный состав и ниже температура перегонки 50% бензина, тем скорее прогревается двигатель. Бензин с низкой температурой перегонки 50% быстрее испаряется во впускном трубопроводе, процесс смесеобразования улучшается, мощность двигателя возрастает.

Приемистость – это свойство двигателя в прогретом состоянии под нагрузкой быстро переходить с малой частоты вращения к большей при резком открытии дроссельной заслонки. Для обеспечения хорошей приемистости двигателя нужно, чтобы

цилиндры двигателя наполнялись богатой горючей смесью. Однако, при резком открытии дроссельной заслонки во впускной трубопровод поступает большая порция холодного воздуха и жидкого топлива, что сопровождается резким ухудшением условий парообразования из-за недостатка теплоты для полного испарения топлива. Если бензин обладает высокой температурой перегонки 50% топлива, то некоторая часть высококипящих углеводородов, составляющих рабочую фракцию, в системе питания не испаряется. В этом случае горючая смесь переобеднена, и двигатель не развивает более высокой частоты вращения коленчатого вала и даже может остановиться.

Следовательно, приемистость двигателя во многом зависит от температуры перегонки 50% бензина. С понижением этой температуры приемистость улучшается и время разгона автомобиля увеличивается.

Температуры перегонки 90 % ( $t_{90\%}$ ) и конца перегонки ( $t_{\text{кп}}$ ) характеризуют наличие в бензине тяжелых фракций, которые испаряются в последнюю очередь, т.е. полноту испарения. С повышением этих температур увеличивается расход бензина, так как тяжелые фракции не успевают сгорать. Больше бензина проникает в картер, смывая масло со стенок цилиндра и разжижая масло в картере, что ведет к износу деталей и повышенному расходу масла.

Определение фракционного состава бензина перегонкой осуществляется в соответствии с ГОСТом 2177-99. Для этого применяется аппарат для разгонки нефтепродуктов АРНП – 2.

Изучить конструкцию и методику работы на аппарат для разгонки нефтепродуктов АРНП – 2.

Изучить методику построения графика фракционного состава топлива.

Произвести Эксплуатационную оценку бензина по фракционному составу по номограммам.

### **3.3 Лабораторная работа № ЛР-3 Определение показателей качества дизельного топлива**

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты.

Требования к дизельному топливу. Свойство дизельного топлива. Самовоспламеняемость дизельного топлива. Цетановое число. Вязкость и плотность. Низкотемпературные свойства. Марки дизельного топлива.

Используя учебное пособие «Практикум по топливно-смазочным материалам»: учебное пособие / И.В.Попов, А.А. Петров, В.С. Стеновский, А.Н. Кондрашов, А.Н. Лисаченко / – Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2014г., 123 ознакомится с методиками:

- Методикой определения плотности дизельного топлива:

Измерение плотности дизельного топлива соответствует материалу, который изложен в работе №1.

- Методикой определения кинематической вязкости.

Вязкостью называется свойство жидкости оказывать сопротивление при сдвиге или скольжении ее слоев. Препятствие перемещению слоев жидкости создают силы межмолекулярного притяжения. Внешне вязкость проявляется в степени подвижности: чем меньше вязкость, тем жидкость подвижнее, и наоборот. Величину вязкости выражают в единицах динамической или кинематической вязкости.

Для определения вязкости нефтепродуктов используются вискозиметры типа ВПЖ-2, ВПЖТ-2 или типа Пинкевича (ВПЖ-4, ВПЖТ-4). При этом вискозиметры типа ВПЖ-2, ВПЖТ-2 используются для определения кинематической вязкости прозрачных нефтепродуктов с вязкостью от 0,6 до 30 000 мм<sup>2</sup>/с, а вискозиметры типа ВПЖ-4, ВПЖТ-4 - для жидкостей с пределами вязкости 0,6-10 000 мм<sup>2</sup>/с. Каждый диапазон кинематической вязкости требует ряда вискозиметров.

Ознакомится с устройством и принципом работы термостата для измерения вязкости жидкостей «ВИСТ».

Определения цетанового числа по вязкости и плотности дизельного топлива.  
определения температуры помутнения и застывания

При понижении температуры самые высокоплавкие углеводороды выпадают из топлива в виде кристаллов различной формы, топливо мутнеет, превращаясь из однородной (гомогенной) структуры в неоднородную (гетерогенную). Возникает опасность забивки фильтров кристаллами парафинов. Поэтому принято считать, что температура помутнения дизельного топлива должна быть несколько ниже температуры применения.

*Температурой застывания* называют температуру, при которой налитое в пробирку дизельное топливо при охлаждении в определенных условиях достигает такого состояния, что не изменяет положения мениска в течение одной минуты при наклоне пробирки на 45 °. (ГОСТ 20287-91).

- Методикой определения температуры вспышки дизельных топлив

Температурой вспышки называется та температура, при которой пары топлива с воздухом образуют горючую смесь, воспламеняющуюся при поднесении источника огня.

Температура вспышки топлив для быстроходных дизелей должна быть не ниже +55°; понижение температуры вспышки указывает на наличие в топливе легких фракций (керосиновых, бензиновых), что создает большую огнеопасность, увеличивает потери при хранении и перевозках, а также повышает жесткость работы дизеля.

- Методикой определения испытаний на медной пластине (ГОСТ 6321-92)

Сущность испытания на медной пластине заключается в выдерживании медной пластинки в испытуемом топливе при повышенной температуре и фиксировании изменения цвета медной пластинки под влиянием действующих на нее свободной серы или активных сернистых соединений, находящихся в исследуемом топливе.

Предварительно оформить отчет по работе.

### **3.4 Лабораторная работа № ЛР-4** Определение показателей качества моторных масел

При подготовки к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты.

Виды изнашивания поверхностей деталей. Виды трения. Режимы трения. Классификация смазочных материалов. Требования к смазочным материалам. Изменение свойств масел в процессе работы. Регенерация масел.

Эксплуатационные свойства моторных масел. Индекс вязкости. Базовые масла. Моторные масла, предназначенные для эксплуатации в экстремальных условиях. Классы масел по вязкости. Маркировка масел. Группы моторных масел. Современная классификация API.

Используя учебное пособие «Практикум по топливо-смазочным материалам»: учебное пособие / И.В.Попов, А.А. Петров, В.С. Стеновский, А.Н. Кондрашов, А.Н. Лисаченко / – Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2014г., 123 ознакомится с методиками:

- Методикой оценки образца по внешним признакам

Механические примеси недопустимы как в топливах, так и маслах, так как они вызывают интенсивный износ трущихся деталей. Свежие нефтепродукты непосредственно после их получения не содержат абразивных механических примесей, но по пути следования от завода-изготовителя к потребителю они часто засоряются.

Механические примеси могут быть обнаружены осмотром образца, отстоем, пробой на стекло, на фильтровальную бумагу.

**Первый** и самый простой заключается в просмотре на свету тонкого слоя масла, нанесенного на стекло. Муть, потеки и крупинки укажут на присутствие в масле механических примесей. При их отсутствии слой масла будет выглядеть совершенно

прозрачным.

**Второй способ.** Масло взбалтывают и подогревают до 40-50 °С. Затем 25-50 мл масла смешивают с двух-, четырех-, кратным количеством профильтрованного бензина. Раствор фильтруют через бумажный фильтр, после чего просматривают фильтр через увеличительное стекло. Темные точки и крупинки на фильтре указывают на присутствие в масле механических примесей.

**Третий способ.** Масло в количестве 50-100 мл разбавляют в химическом стакане двух-, трехкратным количеством бензина. Смесь перемешивают и дают отстояться в течение 5-10 мин. Затем смеси придают вращательное движение. При наличии примесей они соберутся в центре на дне стакана. Для обнаружения примесей стакан просматривают на свету, проходящем снизу вверх. Если при осмотре смеси в проходящем снизу вверх свете на дне стакана примеси не обнаруживаются, то следует считать, что они в анализируемом образце масла отсутствуют.

- Методикой определения плотности масла

Для определения плотности моторного масла его разбавляют точно равным объемом растворителя (бензин, керосин, дизельное топливо), плотность которого также необходимо определить. Затем смесь тщательно перемешивают и определяют плотность обычным способом (см. лабораторную работу № 2). Из полученного удвоенного значения плотности вычитается плотность растворителя, входящего в смесь. Разница является искомой плотностью исследуемого масла.

- Методикой определения содержания воды в масле

Вода в нефтепродуктах, в том числе и в маслах, может присутствовать как в растворенном состоянии, так и в виде компонента механической смеси. Содержание воды в растворенном состоянии очень незначительно и составляет обычно тысячные доли процента.

Вода в масла попадает в тех случаях, когда не соблюдаются правила их транспортирования и хранения.

Присутствие воды в масле вызывает осадкообразование, усиливает коррозию металла, приводит к вспениванию масла и снижает его смазывающие свойства, уменьшает содержание присадки за счет ее разложения и осаждения.

**Первый способ:** наличие воды в масле определяют по ГОСТу 1547—84. Смысл определения заключается в нагреве масла, помещенного в пробирку, до температуры 130 °С. При наличии воды масло начнет пениться, будет слышен треск, а слой масла на стенках пробирки помутнеет.

**Второй способ** с использованием портативной лаборатории анализа масла и топлива ПЛАМ-3 предназначена для определения *параметров рабочих масел*: вязкости, содержания воды, щелочного и кислотного числа, плотности, загрязненности, окисления и диспергирующей способности; *параметров топлива*: вязкости, содержания воды и плотности.

- Методикой определения общего щелочного числа

Щелочное число является одним из важнейших оценочных показателей качества моторных масел. Значение щелочного числа масел обуславливается содержанием в них моющих и диспергирующих присадок, обладающих щелочными свойствами и препятствующих отложению смолисто-асфальтовых веществ, карбенов и карбоидов на деталях кривошипно-шатунного механизма и особенно на деталях цилиндропоршневой группы двигателей в виде лаков и нагаров.

Чем выше концентрация присадки в масле (щелочное число), тем меньше нагарообразование в двигателе. Однако концентрация присадки в масле во время работы двигателя постепенно снижается (срабатывается) и защитные свойства масла ухудшаются.

Определение общего щелочного числа масла производится при помощи «Индикатора щелочного числа» (ИЩЧ), изготавливаемого по патентам России №№ 1428998 и 2004906.

Диапазон определения щелочного числа от 0,7 до 70 мгКОН/г масла.

- Методикой определения кинематической вязкости

В двигателях внутреннего сгорания масла работают в диапазоне широких температур. Необходимо, чтобы при различных температурах, скоростях, нагрузках обеспечивалось жидкостное трение.

Чтобы масло могло выполнять эту сложную функцию, нужно, чтобы при рабочих температурах оно обладало достаточной вязкостью, обеспечивающей надежность масляного слоя, а при пониженных температурах имело бы хорошую подвижность и возможно меньшую вязкость.

Проводится теми же методами, которые рассмотрены в работе № 2. Однако в связи с тем, что масла имеют большую вязкость, чем топлива, их следует предварительно подогреть до температуры 40-50 °С, опуская колбу с маслом в водяную баню.

- Методикой определения загрязненности и окисления масла по «капельной пробе»

Дополнительно целесообразно проведение капельной пробы, которая предназначена для ориентировочной оценки загрязненности масла нерастворимыми продуктами и способности масел их диспергировать. Сущность метода заключается в нанесении капли масла на фильтровальную бумагу и оценке характера полученной хроматограммы.

- Методикой определения кислотного числа масла с использованием портативной лаборатории анализа масла и топлива ПЛАМ-3

Присутствие в нефтепродуктах любых органических кислот нежелательно, и их удаляют при очистке. В зависимости от качества исходной нефти и глубины очистки содержание кислот в маслах бывает разное: от 0,05 мг на 1 г масла для глубокоочищенных трансформаторных и турбинных масел до 0,35 мг/г для высоковязких автолов. Количество органических кислот оценивается кислотным числом, которым называется количество миллиграммов щелочи КОН, необходимое для нейтрализации кислот, содержащихся в 1 г масла.

- Методикой определения диспергирующей способности масла

При работе двигателя внутреннего сгорания на поршнях образуются лаковые отложения, на других деталях — мазеобразные осадки серого или черного цвета. Введение в масло специальной (моющей) присадки резко снижает склонность масла к образованию лака и других отложений. Даже после длительной работы детали двигателя оказываются совершенно чистыми, как бы тщательно вымытыми. Отсюда и возникли названия: моющие присадки, моющие свойства масел. Моющие присадки известны также под названием детергентных и диспергирующих. Назначение этих присадок — предупреждать и уменьшать образование лаковых отложений и осадков на деталях, вследствие чего устраняется пригорание поршневых колец.

- Методикой определения температуры вспышки моторного масла в открытом тигле

По температуре вспышки масел можно судить об их фракционном составе; чем легче фракционный состав, тем ниже температура вспышки. Чем ниже температура вспышки картерных масел, тем больше при одинаковых условиях эксплуатации наблюдается выгорание масла, то есть больше его расход.

Предварительно оформить отчет по работе.