



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГБОУ ВПО «Пензенская ГСХА»**

Кафедра «Тракторы, автомобили и теплоэнергетика»

**ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

Методические указания по изучению дисциплины и задания  
для контрольной работы для студентов-заочников высших учебных  
заведений, обучающихся по направлениям 110800.62 и 190600.62

**Пенза 2012**

УДК 621.892 (075)

ББК 30.82 (я7)

Г 96

Рецензенты: профессор кафедры «Механизация технологических процессов в АПК» ФГБОУ ВПО «Пензенская ГСХА» доктор технических наук **Н.П. Ларюшин**.

Печатается по решению методической комиссии инженерного факультета от 23.04.2012 г., протокол № 12.

**Гуськов, Ю.В.** Эксплуатационные материалы: методические указания по изучению дисциплины и задания для контрольной работы / Ю.В. Гуськов, А.П. Уханов, О.А. Царев. – Пенза: РИО ПГСХА, 2012. – 90 с.

В методической части изложены рекомендации при изучении основных свойств и характеристик топлив, смазочных материалов, технических жидкостей и ремонтно-восстановительных материалов. Приводится список вопросов и перечень задач для выполнения контрольной работы студентами заочного отделения инженерного факультета.

Методическая разработка предназначена для бакалавров по направлениям 110800.62 – Агроинженерия и 190600.62 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов.

© ФГБОУ ВПО  
«Пензенская ГСХА», 2012  
© Ю.В. Гуськов,  
О.А. Царев, 2012

## ВВЕДЕНИЕ

Эффективность использования различной сельскохозяйственной техники во многом зависит от применяемых топлив и смазочных материалов, а также от их рационального использования, технически обоснованного нормирования расхода, правильного транспортирования, хранения и выдачи.

Поэтому для увеличения срока службы машин надо строго соблюдать основные рекомендации заводов-изготовителей по применению ТСМ (топливно-смазочных материалов) в условиях эксплуатации с учетом климатических условий и времен года.

Следует помнить, что одним из основных видов эксплуатационных расходов при использовании тракторов и автомобилей являются расходы на ТСМ, поэтому в случае вынужденной замены в производственных условиях рекомендуемых материалов необходимо выбирать такие заменители и назначать такие сроки их смены, чтобы не происходило сокращение срока службы машин.

Цель изучения дисциплин «Эксплуатационные материалы» и «Топливо и смазочные материалы» – приобретение студентами теоретических знаний об эксплуатационных свойствах топлив и смазочных материалов, их влияния на технико-экономические показатели сельскохозяйственных машин, изучение методов определения основных физико-химических свойств выше названных материалов, а также рациональном использовании, экономии нефтепродуктов и сокращения их потерь.

# 1 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ОТДЕЛЬНЫХ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1 Краткие сведения о переработке нефти и нефтепродуктов

Основную массу топлив и смазочных материалов вырабатывают из нефти, которая представляет собой сложную смесь различных соединений углерода с водородом (углеводороды) трех основных групп: парафиновых, нафтеновых и ароматических.

По внешнему виду – *нефть* – маслянистая жидкость, от темно-коричневого до желтого цвета. Ее плотность –  $820 \dots 900 \text{ кг/м}^3$ .

При изучении этого раздела необходимо усвоить, какое влияние оказывает химический состав нефти на свойства получаемых топлив и масел. Так парафиновые углеводороды (формула –  $C_nH_{2n+2}$ ) отличаются высокой температурой застывания, что делает нежелательным их присутствие в топливе и смазочных материалах (ТСМ) зимних сортов. Однако в нефти парафиновых углеводородов содержится до 50...60%.

Нафтеновые углеводороды ( $C_nH_{2n}$ ) и их производные, обладающие низкими температурами плавления, понижают температуру застывания и поэтому представляют собой ценный компонент ТСМ зимних сортов. Кроме того, присутствие нафтеновых углеводородов в бензине повышает его антидетонационные свойства. Содержание нафтеновых углеводородов в нефти колеблется от 20 до 30 %.

Ароматические углеводороды устойчивы к окислению, поэтому в их присутствии антидетонационные свойства бензинов также повышаются. Однако ароматические углеводороды нежелательны в дизельном топливе, так как они способствуют жесткой работе дизеля. Кроме того при понижении температуры вязкость этих углеводородов резко возрастает, что отрицательно сказывается на свойствах смазочных масел.

В процессе переработки нефти образуются непредельные углеводороды, которые легко окисляются кислородом воздуха с образованием вредных смолистых соединений и органических кислот. Основную их массу удаляют при очистке нефтепродуктов.

Сернистые соединения, находящиеся в нефтепродуктах, делятся на: активные (непосредственно вступающие в реакции

с металлами) и нейтральные (сульфиды). Наличие активных сернистых соединений в нефтепродуктах не допускается. Азотистые соединения, ухудшающие качество получаемых топлив и масел, практически удаляются при очистке нефти. Минеральные примеси и вода в нефти могут содержаться в небольших количествах и легко удаляются при отстаивании.

При изучении современных способов получения топлив и масел из нефти, нужно уяснить, что способы получения бензинов могут быть физические (структура углеводородов сырья не нарушается) и химические (структура углеводородов сырья изменяется), масел и дизельных топлив – только физические.

Топливные и масляные дистилляты, полученные при переработке нефти, подвергаются очистке с целью удаления вредных компонентов и повышения стабильности. Способы очистки бывают химические и физические.

*Химическая очистка* – очистка, при которой нежелательные соединения дистиллятов вступают в химические реакции со специальными веществами. К таким способам относятся: сернокислая, щелочная, гидрогенизационная очистка и др.

*Физические способы очистки* – способы, при которых топливные и масляные дистилляты очищают растворением нежелательных соединений или их адсорбированием с использованием поверхностно-активных веществ. К ним относятся: очистка адсорбентами и селективная очистка.

## **1.2 Автомобильные бензины**

*Автомобильные бензины* – легколетучие жидкости, выкипающие при температурах от 35 до 215°C, с температурой вспышки минус 40°C и температурой застывания – ниже минус 60°C.

Изучая материал раздела, необходимо уяснить основные эксплуатационные требования, предъявляемые к качеству бензина, так как они определяют технико-экономические показатели работы двигателя внутреннего сгорания.

К свойствам бензинов, отвечающих в полном объеме всем эксплуатационным требованиям, относятся: физико-химические свойства, испаряемость, детонационная стойкость, стабильность

и антикоррозионные свойства. Отдельная группа свойств – экология бензинов.

Физико-химические свойства бензинов оценивают по внешнему виду, наличию механических примесей, водорастворимых кислот и щелочей, а также по их плотности.

*Испаряемость* – это свойство топлива переходить из жидкого состояния в газообразное. В отличие от химически однородных веществ бензин не имеет фиксированной температуры кипения и выкипает в интервале температур от 35 до 215°C. Поэтому испаряемость бензина оценивается фракционным составом, который характеризуется температурными пределами выкипания отдельных частей топлива (фракций), выраженных в объемных процентах.

Существующие стандарты на бензины предусматривают определение пяти характерных точек: температуры начала кипения (для летних бензинов), выкипания – 10, 50, 90% топлива и конца кипения.

Температура начала кипения должна быть не ниже 35°C, в этом случае уменьшаются потери бензина при его хранении.

Фракция выкипания от начала кипения до 10% объема бензина – называется *пусковой*. Чем ниже температура выкипания этой фракции, тем лучше пуск двигателя. Однако в летний промежуток времени достаточно низкое значение этой температуры приводит к образованию «паровых пробок» и нарушению работы двигателя. Поэтому у зимних сортов необходимо, чтобы 10% топлива выкипало при температуре не выше 55°C, летних – не выше 70°C.

Фракция выкипания объема бензина от 10 до 90% называется рабочей. Температура ее испарения должна быть не выше 160°C (зимний сорт) и 180°C (летний сорт).

Температура выкипания 50% объема для автомобильных бензинов должна быть не выше 100°C (зимний сорт) и 115°C (летний сорт). При такой температуре обеспечивается после пуска и прогрева плавный перевод двигателя с одного скоростного режима на другой. Увеличение этой температуры снижает приемистость работы двигателя.

Температура выкипания 90% объема бензина и конца кипения характеризуют полноту испарения бензина. Увеличенное

содержание этих фракций нежелательно, так как приводит к отрицательным явлениям при работе двигателя: неполному сгоранию топлива; повышенному износу деталей за счет смыва с гильз цилиндров масла и его разжижения; увеличению нагарообразования и др. Температура выкипания 90% объема топлива для бензинов летнего вида должна быть не выше  $+180^{\circ}\text{C}$ , а зимнего вида –  $+160^{\circ}\text{C}$ .

Данные перегонки сравнивают с нормами ГОСТ или ТУ на бензин и дают заключение о соответствии фракционного состава этим нормам соответствующей марки бензина.

Испаряемость бензина обуславливает также величину давления насыщенных паров – давление, которое развивают пары, находящиеся в условиях равновесного состояния с жидкостью при данной температуре. С повышением температуры давление насыщенных паров топлива возрастает, чем выше его давление, тем лучше испаряемость топлива и тем меньше теплоты потребуется для его испарения при образовании топливовоздушной смеси. Вместе с тем использование топлива с высоким давлением насыщенных паров также недопустимо, так как это приводит к образованию «паровых пробок», снижению наполнения цилиндров свежим зарядом и, следовательно, к падению мощности двигателя. В соответствии со стандартом давление насыщенных паров бензина летнего вида всех марок должно быть не более 66661 Па, а зимнего вида от 66661 до 93325 Па.

*Детонационная стойкость* характеризует способность бензина нормально сгорать (скорость распространения фронта пламени в цилиндре двигателя 25...35 м/с) без возникновения детонации (скорость распространения фронта пламени 1500...2500 м/с). При детонации появляются резкие звонки, металлические стуки в двигателе и периодически наблюдается черный дым или желтое пламя в отработавших газах. Мощность двигателя падает, перегреваются его детали.

Детонационную стойкость бензина оценивают октановым числом, определяемым по моторному (установка ИТ9-2М) или исследовательскому (установка ИТ9-6) методам. Эти методы отличаются друг от друга режимами нагрузки двигателя. Для повышения октанового числа разрешено использовать присадки



на основе метилбутилового эфира (МТБЭ) с максимальным содержанием 15%.

*Октановое число* (процентное содержание изооктана в смеси с n-гептаном, которая по антидетонационным свойствам соответствует испытываемому бензину) указывают во всех марках бензина. Если октановое число определено исследовательским методом, то в марке бензина присутствует буква «И», например АИ-92.

Для различных автомобильных двигателей подбирают бензин, обеспечивающий бездетонационную работу его на всех режимах. Чем выше степень сжатия двигателя, тем выше требования к детонационной стойкости бензина, но одновременно выше экономичность и удельные мощностные показатели двигателя.

*Стабильность* топлива – это его способность противостоять осмолению в процессе транспортировки, хранения и использования. Условно различают физическую (способность сохранять фракционный состав и однородность) и химическую (способность бензина сохранять без изменения свой химический состав) стабильность бензина. Смолистые и смолообразующие вещества всегда содержатся в бензине. Стандартом нормируют количество фактических смол, то есть соединений, которые находятся в бензине в момент определения. Для бензина различных марок их содержание не должно превышать 5 мг/100 мл. Содержание фактических смол является показателем уровня химической стабильности бензина.

Кроме фактических смол, в бензине содержатся и потенциальные смолы. Это нестойкие соединения, (например, непредельные углеводороды), которые с течением времени, повышения температур, количества кислорода в воздухе и других факторов, окисляются и переходят в фактические смолы.

Стабильность бензина оценивают индукционным периодом, который характеризует способность бензина сохранять неизменным свой состав при правильных условиях транспортирования, хранения и использования. У большинства бензинов современных марок индукционный период составляет 360 минут.

Оценка качества бензина по его коррозионным свойствам важна не только при использовании его в двигателе, но при хранении, перекачке, транспортировании и т.д. Под коррозией

понимают разрушение поверхности металла под действием химических или электрохимических процессов. Способствует этому наличие в топливе коррозионно-агрессивных соединений: водорастворимых (минеральных) кислот и щелочей, активных сернистых соединений, воды, органических кислот.

Наличие в бензине сернистых соединений, водорастворимых кислот и щелочей не допускается.

Органические кислоты, содержащиеся в топливе, по своей коррозионной активности значительно слабее минеральных. Содержание органических кислот оценивают показателем – кислотность, которая не должна превышать 3 мг КОН в 100 мл топлива.

*Экологичность* бензинов оценивается такими показателями, как содержание свинца, массовая доля серы, объемная доля ароматических соединений. Согласно ГОСТ Р 51107-97 в России предусмотрен выпуск бензинов, удовлетворяющих экологическим требованиям европейских норм EN 228.

Ассортимент отечественных автомобильных бензинов включает в себя перечень бензинов выпускаемых по ГОСТ 2084-77, ГОСТ Р 51105-97 и ряда технических условий (ТУ).

### **1.3 Дизельные топлива**

Дизели в сравнении с бензиновыми двигателями обладают следующими преимуществами: высокая экономичность (удельный часовой расход топлива на 25...30% меньше), применение в качестве топлива более широких фракций нефти, лучшая приемистость и др.

При изучении основных требований к топливу для быстроходных дизелей необходимо уделить внимание таким показателям, как бесперебойная подача, хорошее распыление и смесеобразование, легкая воспламеняемость, плавное и полное сгорание, минимальная коррозионная активность.

Образование горючей смеси в дизеле происходит непосредственно в цилиндре, при этом время на смесеобразование и горение в 10-15 раз меньше, чем у карбюраторного двигателя. Поэтому химический состав топлива является решающим фактором, опреде-

ляющим температуру воспламенения, период задержки воспламенения и скорость распространения пламени в цилиндрах двигателя.

*Воспламеняемость* – способность дизельного топлива воспламеняться и сгорать, обеспечивая необходимую скорость нарастания давления в цилиндре двигателя. Эту характеристику определяют путем сравнения работы стандартного дизеля на испытуемом и эталонном топливе. Оценочный показатель – цетановое число.

*Цетановое число (ЦЧ)* дизельного топлива представляет собой процентное (по объему) содержание цетана (его цетановое число принято за 100 единиц) в смеси его с альфаметилнафталином (его цетановое число принято за 0 единицу), которая по самовоспламеняемости равноценна эталонному топливу.

Цетановое число дизельного топлива влияет и на другие показатели работы двигателя: его запуск, максимальное давление в камере сгорания, нагароотложение в двигателе, удельный расход топлива, дымность и др. С увеличением цетанового числа топлива оценочные показатели работы двигателя улучшаются. Стандартом ЦЧ предусмотрено не менее 45 единиц. Топливо с ЦЧ менее 40 приводит к жесткой работе дизеля. Повысить цетановое число можно путем регулирования углеводородного состава топлива или введением в него специальных присадок.

При работе дизеля необходимо, чтобы топливо легко прокачивалось при различных температурах окружающей среды. Это качество определяется вязкостью и низкотемпературными свойствами топлива.

Оптимальная вязкость топлива 3...6 мм<sup>2</sup>/с при 20°C. При пониженной вязкости топливо вытекает через зазоры в плунжерных парах топливного насоса высокого давления. При этом изменяется цикловая подача, снижается давление впрыска, увеличивается нагарообразование. Кроме того, снижение вязкости топлива ухудшает его смазочные свойства, что приводит к увеличению интенсивности изнашивания претензионных пар системы питания двигателя.

Повышенная вязкость топлива приводит к ухудшению смесеобразования и, как следствие, к увеличению удельного

его расхода, повышению нагарообразования и возникновению дымления во время работы дизеля.

Низкотемпературные свойства топлива оцениваются температурами помутнения и застывания.

*Температурой помутнения* называют температуру, при которой меняется фазовый состав топлива, при этом наряду с жидкой фазой появляется твердая. В результате помутнения дизельное топливо не теряет текучести, но выделенные твердые парафиновые углеводороды забивают фильтры тонкой очистки, на которых образуется тонкая парафиновая пленка.

*Температурой застывания* называют температуру, при которой топливо полностью теряет подвижность.

Температура застывания, как правило, ниже температуры помутнения на  $5...10^{\circ}\text{C}$ . Для обеспечения нормальной работы дизельного двигателя необходимо, чтобы температура застывания топлива была на  $8-12^{\circ}\text{C}$  ниже температуры окружающего воздуха.

Для экологически «чистых» дизельных топлив нормируется дополнительный показатель – предельная температура фильтруемости, определяют которую путем прямой фильтрации топлива при заданной температуре. Эта температура для летнего дизельного топлива составляет минус  $5^{\circ}\text{C}$ , для зимнего – минус  $25^{\circ}\text{C}$ .

На испаряемость дизельного топлива влияет его фракционный состав, температура вспышки и воспламенения. Температура вспышки зимнего дизельного топлива  $30...35^{\circ}\text{C}$ , летнего – не ниже  $50^{\circ}\text{C}$ . Чем выше температура вспышки, тем меньше его пожарная опасность. Фракционный состав определяется температурами выкипания 50 и 96 процентов топлива ( $t_{50\%}$ ,  $t_{96\%}$ ).

Так же, как и для бензина, основной фактор, обуславливающий коррозию при использовании дизельного топлива, – содержание в нем водорастворимых кислот и щелочей, органических кислот, воды и сернистых соединений. По требованиям ГОСТ в дизельном топливе наличие водорастворимых кислот, щелочей и воды не допускается.

Повышенное коррозионное изнашивание вызывают содержащиеся в топливе сернистые соединения. В зоне высоких температур, где конденсация влаги ограничена или отсутствует, преобладает газовая коррозия от воздействия серного  $\text{SO}_2$

и сернистого  $\text{SO}_3$  ангидрида. В области пониженных температур, где возможна конденсация влаги и образование сернистой и серной кислот, преобладает кислотная коррозия.

Экологические свойства дизельного топлива оценивают такими показателями, как массовая доля серы, массовая доля ароматических углеводородов, фракционный состав. Введение в топливо многофункциональных присадок, включающих депрессорные, моющие и противодымные компоненты, улучшает их низкотемпературные свойства и снижает токсичность отработавших газов.

Главное направление улучшения качества дизельного топлива – снижение содержания в нем сернистых соединений при очистке.

В зависимости от климатических условий использования машин стандартом (ГОСТ 305-82) регламентируется три марки дизельного топлива: Л (летнее), З (зимнее), А (арктическое). Топливо марки З должно иметь температуру застывания не выше минус  $35^\circ\text{C}$  при эксплуатации с температурой окружающего воздуха минус  $20^\circ\text{C}$  и выше; и не выше минус  $45^\circ\text{C}$  при температуре минус  $30^\circ\text{C}$  и выше.

В зависимости от содержания серы, дизельное топливо подразделяется на два вида: содержание серы не более 0,2% и не более 0,5% (для марки А не более 0,4%).

Ряд дизельных топлив, как правило, с улучшенными свойствами выпускаются по техническим условиям.

#### **1.4 Эксплуатационные свойства и использование газообразных топлив**

Газообразные углеводородные топлива относятся к экологически чистым моторными топливам. Выбросы токсичных элементов с отработавшими газами у газобаллонных автомобилей существенно ниже, чем у автомобилей с двигателями, работающими на бензине или дизельном топливе.

Уяснить основные преимущества газообразного топлива являются: экономия нефтепродуктов, улучшение топливной экономичности автомобиля, снижения токсичности отработав-

ших газов, увеличение срока службы моторного масла, высокая детонационная стойкость, улучшение равномерности распределение горючей смеси по цилиндрам.

В зависимости от физического состояния горючие газы делятся на сжиженные и сжатые.

Основные компоненты сжиженных нефтяных газов (СНГ) пропан  $C_3H_8$  и бутан  $C_4H_{10}$  и их смеси. Так как пропан и бутан имеют при атмосферном давлении соответственно температуры кипения минус  $42,1^{\circ}C$  и минус  $0,5^{\circ}C$  это позволяет хранить их в сжиженном состоянии при температурах от минус  $40^{\circ}C$  до  $+45^{\circ}C$  при давлении до 2,0 МПа.

Сжиженные газы хранят в баллонах емкостью 250 литров, рассчитанных на рабочее давление 1,6 МПа, степень заполнения (полезная емкость) в пределах 80-85% емкости баллона.

ГОСТ 27578-87 «Газы сжиженные нефтяные. Топливо для газобаллонных автомобилей. Технические условия» предусматривает две марки газа: зимнюю – ПА (пропан автомобильный) и летнюю – ПБА (пропан-бутановая смесь автомобильная).

ГОСТ 20448-90 «Газы углеводородные сжиженные для коммунально-бытового и промышленного потребления. Технические условия» предусматривает выпуск двух марок: СПБТЛ – смесь пропан-бутановая техническая летняя и СПБТЗ – смесь пропан-бутановая техническая зимняя. Эти газы имеют более широкие допуски на содержание серы и ее соединений, непредельных углеводородов и др.

Основные компоненты сжатых газов – метан  $CH_4$ , окись углерода CO и водород  $H_2$  – получают из горючих газов различного происхождения (природных, попутных, нефтяных, коксовых и др.).

Метан имеет высокую детонационную стойкость, что обеспечивает «мягкую» работу двигателя при использовании природного газа и позволяет форсировать двигатель по степени сжатия.

Температура воспламенения сжатого газа в 3 раза выше температуры воспламенения бензина, что затрудняет запуск ДВС при пониженных температурах окружающего воздуха.

Для сжатого газа применяют газобаллонные установки, рассчитанные на работу при давлении 19,6 МПа.

Основные недостатки использования сжатого газа в качестве моторного топлива по сравнению с бензином следующие: увеличение трудоемкости обслуживания и цены автомобиля ввиду установки дополнительной газобаллонной аппаратуры; снижение мощности двигателя и как следствие, уменьшение максимальной скорости автомобиля и увеличения времени его разгона; снижение на 9-11% грузоподъемности автомобиля.

Сжатый компримированный природный газ (КПГ) в качестве моторного топлива вырабатывается по ГОСТ 27577-2000 «Газ природный топливный сжатый для газобаллонных автомобилей» и имеет расчетное октановое число не менее 105.

### **1.5 Нетрадиционные виды топлива для двигателей внутреннего сгорания**

В качестве нетрадиционных видов топлива для ДВС могут использоваться биогаз, биодит, спирты, водород.

При получении биогаза используется биомасса, которая является органическим отходом сельскохозяйственного производства. Достоинство биогаза – возобновляемость биомассы. При этом воспроизводимое на земле количество биомассы энергетически эквивалентно десятикратной годовой современной добычи нефти на планете.

Биодит (биотопливо для дизелей) представляет собой смесь рапсового масла (75%) и дизельного топлива (25%).

Для сгорания 1 кг биодита требуется 13 кг воздуха, то есть почти на 1,5 кг меньше, чем для сгорания 1 кг чистого дизельного топлива. Это объясняется большим содержанием кислорода в биодите. Препятствием к широкому использованию биодита в качестве топлива на автотранспорте является выращивание рапса и переработка его в масло в недостаточном количестве.

Использование спиртовых топлив (метанола и этанола) в качестве заменителей традиционных моторных топлив позволяет существенно снизить содержание токсичных компонентов в отработавших газах ДВС. Широкое использование в бензиновых двигателях спиртовых топлив сдерживается их высокой ценой по отношению к бензинам. В силу низкой самовоспламе-

няемости заменить ими дизельное топливо без серьезных переделок двигателя пока невозможно.

С точки зрения энергетических перспектив, предпочтительнее получение метанола из угля и этанола из биомассы. Технологии получения спирта хорошо отработаны и осуществляются в промышленном масштабе. Преимуществом водородного топлива является отсутствие токсичных углеводородных составляющих в отработавших газах двигателей.

## **1.6 Общие сведения о смазочных материалах**

Смазочные материалы предназначены для уменьшения интенсивности изнашивания и сил сопротивления в узлах трения, а также для обеспечения нормального функционирования систем, содержащих смазки.

Смазочные материалы классифицируются по трем основным направлениям: происхождению, агрегатному состоянию и назначению.

Основной группой производимых смазочных материалов являются *минеральные* (нефтяные), которые получают в процессе переработки нефти. По способу получения они бывают дистиллятивными, остаточными и смешанными.

*Органические* (растительные и животные) масла получают путем переработки семян определенных растений или животного жира. Наибольшее распространение получили касторовое, горчичное и сурепное масла. Органические масла обладают высокой смазывающей способностью, но имеют низкую термическую устойчивость по сравнению с нефтяными. Поэтому эти масла используют в смеси с нефтяными для улучшения смазывающих свойств последних. Животные масла получают путем переработки животных жиров.

*Синтетические* смазочные материалы – получают на основе эфиров и спиртов. Эти материалы работают в более широком температурном диапазоне, чем минеральные, а также медленнее испаряются и окисляются. Однако их стоимость в 2-3 раза выше, чем минеральных.



Уяснить, что синтетические масла получают способом синтеза определенных групп углеводов с введением ряда соединений. Наибольшее распространение получили *полисилоксановые масла* или *силиконы*. Они представляют собой полимерные кремнийорганические соединения. Наряду с преимуществами (низкая температура застывания, высокие антикоррозионные свойства, незначительное изменение вязкости при колебаниях температуры) эти масла, по сравнению с нефтяными, имеют худшую смазывающую способность.

*Пластичные смазки* – это продукты сложного состава и занимают промежуточное положение между жидкими и твердыми смазочными материалами. Принципиальное отличие пластичных смазок от жидких масел связано с присутствием в смазках загустителей и определяется наличием предела прочности; способностью смазок восстанавливать свою структуру и свойства после снятия нагрузки, вызвавшей ее разрушение; аномальным внутренним трением.

*Твердые смазочные материалы* не изменяют своего состояния даже под действием ряда факторов (температура, давление). К ним относятся графит, тальк и другие, обычно применяемые в смеси с жидкими или пластичными смазочными материалами.

*Моторные масла* предназначены для смазывания деталей двигателей внутреннего сгорания с целью уменьшения трения, снижения износа и предотвращения задира контактируемых поверхностей. Они подразделяются на масла для бензиновых, дизельных, авиационных и других двигателей.

*Трансмиссионные масла* предназначены для смазывания механизмов трансмиссии тракторов, автомобилей, комбайнов, самоходных и других машин.

*Индустриальные масла* используют для смазывания узлов трения механизмов промышленного и технологического оборудования. По назначению индустриальные масла делят на четыре группы, в каждую из которых входят масла, различающиеся по составу, физико-химическим и эксплуатационным свойствам.

*Гидравлические масла*, предназначенные для гидравлических систем различных машин, выполняют функции не только смазочного материала, но и роль рабочего тела.

Все рассмотренные масла подразделяются дополнительно на: *низкотемпературные*, применяемые для смазывания узлов машин работающих при температуре 50-60°C (приборные индустриальные масла);

*среднетемпературные*, используемые при температурах 150-200°C (турбинные, компрессорные, цилиндровые);

*высокотемпературные*, используемые для узлов, которые подвергаются воздействию температур до 300°C и выше, это, в основном, моторные масла.

В процессе работы машин и механизмов происходят значительные изменения химических и физических свойств смазочных материалов, что влияет на их эксплуатационные свойства. Для замедления подобных изменений в смазочные масла вводят специальные вещества и их композиции. В зависимости от состояния и растворимости в масле эти вещества получили разное название.

Органические маслорастворимые продукты, составляющие самую распространенную группу добавок к маслам, называют *присадками*. Твердые нерастворимые вещества неорганического происхождения называют *антифрикционными добавками*.

С помощью присадок можно повысить устойчивость масел к окислению, уменьшить зависимость вязкости от температуры, понизить температуру застывания, повысить их смазочную способность, уменьшить коррозию металлических поверхностей и т.д. По функциональному действию присадки подразделяют на антиокислительные, вязкостные (загущающие), моюще-диспергирующие, антифрикционные, противоизносные, противопенные. Присадки в масло могут вводиться индивидуально, для улучшения или придания какого-то одного свойства, но чаще всего они вводятся в комплексе как *многофункциональные присадки*, улучшающие одновременно несколько свойств смазочного масла.

Присадки должны хорошо растворяться, то есть «присаживаться» к маслам; не выпадать в осадок от изменений температуры и при хранении; быть термически и химически стабильными; не изменять своего функционального назначения при использовании; не нарушать других качеств масла; длительно сохранять свои целевые функции при работе в механизме.

Присадки вводят в масла в небольших количествах: от долей до нескольких процентов по массе (в композициях их общая концентрация может достигать до 15% и более). Исключение составляют вязкостные присадки, которые могут добавляться в количестве 20-30%.

В последние годы успешно применяются металлизированные присадки для моторных масел, которые получают оптимальные характеристики моторных масел.

Современные *металлизированные пластичные смазки* представляют собой многокомпонентные смеси минеральных масел, загущенных мылами высокомолекулярных кислот с добавкой спиртов, функциональных присадок и порошковых наполнителей.

Применение металлизированных смазок позволило решить ряд практических задач по уменьшению сил трения и износа, надежному разделению трущихся поверхностей, устранению задиров и «схватыванию» деталей при экстремальной работе. Эти смазки отличаются высокой нагрузочной и температурной стойкостью, стабильностью свойств, эффективны при малых и высоких скоростях скольжения, трудно смываются с поверхности при работе в жидкости.

## **1.7 Моторные масла**

Современное моторное масло представляет собой базовое масло с добавлением присадок, улучшающих свойства базового масла или придающих маслу совершенно новые свойства. Базовые моторные масла подразделяются на минеральные, изготавливаемые из нефти, синтетические, получаемые в результате синтеза органических веществ, и полусинтетические, состоящие из смеси минерального и синтетического компонентов.

В соответствии с ГОСТ 17.479.1.-85 «Обозначение нефтепродуктов. Масла моторные». Классификация моторных масел осуществляется по вязкости и уровню эксплуатационных свойств. *Вязкость* – это свойство жидкости оказывать сопротивление при перемещении одной ее части относительно другой. В маркировке моторных масел указана кинематическая вязкость при температуре 100°C, измеренная в мм<sup>2</sup>/с. Кинематическую вязкость определяют путем измерения времени истечения

под собственным весом через калиброванный капилляр определенного объема жидкости.

Для получения масел с хорошими вязкостно-температурными свойствами в качестве базовых используют маловязкие масла, имеющие вязкость менее  $5 \text{ мм}^2/\text{с}$  при температуре  $+100^\circ\text{C}$ , и добавляют в них вязкостные присадки (загустители). С понижением температуры объем макромолекул полимера уменьшается, а при повышении – клубки макромолекул «разворачиваются» в длинные разветвленные цепи, присоединяя молекулы базового масла, объем их становится больше, и вязкость масла возрастает.

По вязкости масла подразделяются на 21 класс, из них четыре зимних класса ( $3_3; 4_3; 5_3; 6_3$ ), семь летних (6,8,10,12,14,16,20) и десять всесезонных ( $3_3/8; 4_3/8; 4_3/10; 5_3/10; 5_3/12; 5_3/14; 6_3/10; 6_3/14; 6_3/16$ ).

При эксплуатации тракторов и автомобилей в летний период с дизелями используются моторные масла вязкостью  $10...14 \text{ мм}^2/\text{с}$ , а с бензиновыми двигателями  $8...14 \text{ мм}^2/\text{с}$ . В зимний период в дизелях используют масло вязкостью  $8 \text{ мм}^2/\text{с}$ , а в карбюраторных двигателях  $6...8 \text{ мм}^2/\text{с}$ .

В маркировку числителя всесезонного моторного масла, содержащего вязкостные (загущающие) присадки, включают, как правило, четыре класса:  $3_3; 4_3; 5_3; 6_3$ . В этом случае класс « $3_3$ » указывает, что вязкость масла при температуре  $-18^\circ\text{C}$  должна быть не более  $1250 \text{ мм}^2/\text{с}$ , класс « $4_3$ » – не более  $2600 \text{ мм}^2/\text{с}$ , класс « $5_3$ » – не более  $6000 \text{ мм}^2/\text{с}$ , класс « $6_3$ » – не более  $10400 \text{ мм}^2/\text{с}$ . Индекс (буква) «з» означает, что масло содержит загущающую присадку, которая не позволяет маслу значительно изменять кинематическую вязкость при изменении температуры.

По условиям работы (по уровню эксплуатационных свойств) стандартом предусмотрено 6 групп масел: А, Б, В, Г, Д, Е, отличающихся друг от друга концентрацией и эффективностью введенных присадок, причем три из них: Б, В, Г; предусматривают дополнительное деление групп на две подгруппы: одна для бензиновых двигателей с индексом «1» ( $Б_1, В_1, Г_1$ ) вторая для дизелей с индексом «2» ( $Б_2, В_2, Г_2$ ), у универсальных масел,

предназначенных для использования, как в бензиновых, так и в дизельных двигателях, индекс не указывается.

Масла групп «А» применяются для нефорсированных, «Б» – малофорсированных, «В» – среднефорсированных, «Г» – высокофорсированных бензиновых и дизельных двигателей, группы «Д» – для высокофорсированных дизелей, работающих в тяжелых условиях; группы «Е» – для малооборотных дизелей, работающих на тяжелом топливе с содержанием серы до 3,5% (в автотракторных дизелях эти масла не применяются).

Таким образом, маркировка отечественных моторных масел состоит из группы знаков, первый из которых обозначается буквой «М» (моторное) и не зависит от состава и свойств масла.

Второй знак определяется числом, характеризующим класс вязкости, а третий – буквой, регламентирующей уровень эксплуатационных свойств.

Например, М-8-Г<sub>2</sub>: М – масло моторное; 8 – класс вязкости при 100°C и соответствует изменению кинематической вязкости масла от 7,5...8,5 мм<sup>2</sup>/с; Г – предназначено для высокофорсированных двигателей, индекс «2» – масло для дизелей;

Масло М-6<sub>з</sub>/10-В: М – масло моторное, цифра «6» – класс вязкости при минус 18°C, буква «з» – загущенное вязкостное присадкой, используемое как внесезонное, цифра 10 – класс вязкости при 100°C, буква «В» – для среднефорсированных двигателей, отсутствие индекса указывает на возможность использования масла, как для дизельных, так и для бензиновых двигателей.

В США и странах Западной Европы моторные масла маркируют в соответствии с их вязкостью (по классификации SAE – Общества американских автомобильных инженеров). Эксплуатационные свойства моторных масел определяются по классификациям, разработанным API (Американский нефтяной институт) и ACEA (Ассоциация европейских производителей автомобилей). По классификации SAE моторные масла делят на летние, зимние и всесезонные. В зависимости от вязкостно-температурных показателей моторных масел классификация SAE J-300 включает 5 летних (SAE 20, 30, 40, 50, 60 (цифра означает вязкость в секундах Сейболта при температуре +98,9°C)) и 6 зимних (SAE 0W, 5W, 10W, 15W, 20W, 25W (цифра означает вязкость в секун-

дах Сейболта при температуре  $-17,8^{\circ}\text{C}$ , а «W» – первая буква от слова «Winter» – зима)). Всесезонные (загущенные) масла обозначаются двойной нумерацией (например, SAE 10W-50 означает, что данное масло при температуре  $-17,8^{\circ}\text{C}$  соответствует по SAE вязкости 10, а при температуре  $+98,9^{\circ}\text{C}$  соответствует по SAE вязкости 50). Чем выше число, входящее в обозначение класса, тем выше вязкость масел, относящихся к нему.

Классификация по условиям эксплуатации API подразделяет масла на две категории: S – категория «Сервис» (для бензиновых двигателей), C – коммерческая категория (для дизельных двигателей).

Маркировка моторных масел складывается из букв латинского алфавита: S или C обозначают категорию масла применительно к типу двигателя (бензиновый или дизельный), а вторая буква обозначает уровень эксплуатационных свойств. Например, масла с обозначениями API SA, SB, SC, SD, SE, SF, SG, SH, SJ, SL предназначены для бензиновых двигателей, а масла API CA, CB, CC, CD, CE, CF, CG, CH, CJ – для дизельных. Чем ближе к началу латинского алфавита вторая буква в маркировке масла, тем меньшим требованиям отвечает данное масло и наоборот. Универсальные масла, имеющие сдвоенное обозначение API SG/CD, API SJ/CF, пригодны как для бензиновых, так и для дизельных двигателей.

Европейская классификация эксплуатационных свойств ACEA (2002 г.) предъявляет более жесткие требования к маслам, содержит 9 категорий и делит масла по назначению: A – для бензиновых двигателей легковых автомобилей (A1-02, A2-96 выпуск 3, A3-02, A4-xx, A5-02); B – для дизелей легковых автомобилей (B1-02, B2-96 выпуск 2, B3-98 выпуск 2, B4-02, B5-02); E – для дизелей грузовых автомобилей (E2-96 выпуск 4, E3-96 выпуск 4, E4-99 выпуск 2, E5-02).

Для современных высокофорсированных дизелей и бензиновых двигателей требуются моторные масла высокого качества. Наиболее эффективный и дешевый метод улучшения эксплуатационных свойств смазочных масел – введение специальных присадок. Используемые в моторных маслах присадки классифици-

руются на антиокислительные, противоизносные, противозадирные, депрессорные, вязкостные, противопенные и моющие.

При изучении данного раздела необходимо уяснить, что при работе масла присадки срабатываются. Скорость процесса срабатывания зависит от типа и теплонапряженности двигателя, его технического состояния, условий эксплуатации, качества используемого топлива и многих других факторов. Прежде всего, присадки расходуются на выполнение основных функций, а образующиеся в результате реакции вещества задерживаются маслофильтрующими устройствами. Кроме того, в процессе работы масло угорает, вместе с ним теряется и часть присадки. В результате срабатывания присадок снижается щелочное число, ухудшаются моющие свойства, повышается коррозионность др.

Особенно интенсивное срабатывание присадок в масле происходит в первые часы работы, затем расход присадки стабилизируется в зависимости от долива свежего масла. К резкому уменьшению концентрации присадки в масле приводит увеличение содержания серы в топливе (из-за увеличения количества кислых продуктов в масле возрастает потребность в присадке для их нейтрализации и диспергирования частиц нагара).

Вязкость масла в процессе работы двигателя может как увеличиваться, так и уменьшаться. Увеличивается она в результате испарения легких фракций масла, накопления в нем продуктов неполного сгорания топлива в виде сажи, окисления углеводородов масла, уменьшается – при попадании в масло топлива, а также в результате разрушения полимерной присадки в загущенных маслах.

Вязкостные свойства моторных масел помимо кинематической вязкости оцениваются показателем – *индекс вязкости*.

Индекс вязкости (ИВ) представляет собой относительную величину, которая показывает изменение вязкости масла в зависимости от температуры. Чем выше ИВ, тем более пологая кривая изменения его вязкости в зависимости от температуры, а значит, выше его качество. При высоких температурах такое масло надежно смазывает трущиеся детали, а при низких – обеспечивает легкий пуск двигателя и хорошо прокачивается в системе смазки. Для повышения индекса вязкости в моторные масла добавляют вязкостные загущающие присадки.

Склонность смазочных масел к образованию на деталях отложений (нагары, лаки и осадки) – важнейший показатель эксплуатационных свойств масла. Его определяют по термоокислительной стабильности масла и моющим свойством.

Образование отложений отрицательно влияет на работу двигателя: лаки и нагары ухудшают тепловой режим двигателя, шлаки забивают фильтры, маслопроводы и нарушают подачу масла к деталям.

*Термоокислительная стабильность* масел характеризуется временем, в течение которого тонкий слой масла в специальном приборе превращается в лаковую пленку. Чем больше значение этого показателя, тем меньше склонность масла к лакообразованию и меньше пригорание поршневых колец.

*Моющие свойства* – эксплуатационный показатель масла, характеризующий способность масла удерживать во взвешенном состоянии образующиеся продукты окисления.

Коррозийный (химический) износ трущихся деталей зависит от количества образующихся в масле при его эксплуатации агрессивных веществ, к которым относятся органические кислоты, водорастворимые (минеральные) кислоты и щелочи, активные сернистые соединения, окислы серы, вода. Органические кислоты оцениваются кислотным числом.

*Противоизносные свойства* масла характеризуют его способность предотвращать или уменьшать изнашивание трущихся деталей. Для оценки этих свойств применяют различные машины трения.

При изучении данной темы необходимо обратить внимание на изменение качества смазочного масла, а также влияние конструктивных и эксплуатационных факторов двигателя на изменение качества масла (кратность циркуляции, объем масла в смазочной системе, режим работы двигателя).

## **1.8 Трансмиссионные масла**

Основное назначение трансмиссионных масел – смазывание высоконагруженных зубчатых спирально-конических, гипоидных и цилиндрических силовых передач, подшипников и других сбо-



рочных единиц механизмов трансмиссии и деталей тракторов, автомобилей и с/х машин.

Масла для гидродинамических гидрообъемных передач также относят к трансмиссионным, хотя условия их работы несколько специфичны. Так, в гидродинамических передачах масло служит и средством передачи мощности, и одновременно средой, которая заполняет регулирующие системы.

Условия работы трансмиссионных и моторных масел отличаются друг от друга температурным режимом, скоростью относительного скольжения трущихся поверхностей и удельным давлением в зоне их контакта.

Поэтому трансмиссионные масла должны иметь высокие эксплуатационные свойства – противоизносные, противозадирные, вязкостно-температурные, противокоррозийные.

Согласно ГОСТ-17.479.2-85 трансмиссионные масла, также как и моторные масла, классифицируются по вязкости при температуре 100°C и эксплуатационным свойствам.

По вязкости масла подразделяются на четыре класса: 9, 12, 18 и 34. По эксплуатационным свойствам на пять групп:

ТМ 1 – минеральные масла без присадок, для прямозубых цилиндрических, конических и червячных передач, работающих при контактных напряжениях от 800 до 1600 МПа и температурах масла в объеме до 90°C;

ТМ 2 – минеральные масла с противоизносными присадками, для прямозубых цилиндрических, конических и червячных передач, работающих при контактных напряжениях до 2100 МПа и температурах в объеме масла до 130°C;

ТМ 3 – минеральные масла с противозадирными присадками умеренной эффективности, для цилиндрических, конических, спирально-конических и гипоидных передач, работающих при контактных напряжениях до 2500 МПа и температуре масла в объеме до 150°C;

ТМ 4 – минеральные масла с противозадирными присадками высокой эффективности, для цилиндрических, конических, спирально-конических и гипоидных передач, работающих при контактных напряжениях до 3000 МПа и температуре масла в объеме до 150°C;

ТМ 5 – минеральные масла с противозадирными присадками высокой эффективности и многофункционального действия, для гипоидных передач, работающих с ударными нагрузками при контактных напряжениях выше 3000 МПа и температуре масла в объеме до 150°C.

В соответствии с классификацией (API), принятой в США, трансмиссионные импортные масла по уровню эксплуатационных свойств делятся на шесть групп: GL-1, GL-2, GL-3, GL-4, GL-5, GL-6. Масла первых трех групп уже не применяются, и поэтому их выпуск за рубежом практически прекращен.

Классификация трансмиссионных масел по вязкости в США и других странах Западной Европы осуществляется по методу SAE. Буквой «W» обозначают зимние сорта, у летних буква отсутствует, а у загущенных («всесезонных») одно за другим следуют два обозначения: «зимнее» и «летнее». Они могут быть написаны через черточку или следовать просто сплошным рядом.

Для обеспечения меньшей интенсивности изнашивания высоконагруженных зубчатых передач трансмиссионные масла должны обладать также хорошими смазочными свойствами. Смазывающая способность (маслянистость) трансмиссионных масел зависит от их состава, определяемого методом их получения: смешением маловязких масел с остаточными маслами или с экстрактом.

Повышению смазочных свойств трансмиссионных масел способствует также добавление антифрикционных, противоизносных и противозадирных присадок.

*Защитные свойства* масла обеспечиваются путем введения в него защитных присадок (ингибиторов коррозии). Отличие защитных присадок от противокоррозионных состоит в их устойчивости к действию не только органических кислот, но и воды.

Для улучшения качества трансмиссионных масел в них вводят дополнительно моющие (диспергирующие), депрессорные, деэмульгирующие, противопенные, антисептические и ряд других присадок.

Маркировка отечественных трансмиссионных масел состоит из групп знаков: первая группа знаков обозначаются ТМ (трансмиссионные масла), вторая группа знаков обозначается цифрами

и характеризует принадлежность масел по эксплуатационным свойствам, третья группа знаков также обозначается цифрами и характеризует класс кинематической вязкости.

Например:

Масло ТМ-5-9<sub>з</sub>: ТМ – трансмиссионное масло, цифра 5 – масло с противозадирными присадками высокой эффективности и многофункционального действия, цифра 9 – класс вязкости при температуре 100°C, индекс «з» – масло содержит загущающую присадку.

## 1.9 Технологические масла

К технологическим маслам, используемым в сельскохозяйственном производстве, относятся промышленные, компрессорные, турбинные и электроизоляционные.

*Промышленные масла* – это обширная группа материалов, предназначенных для смазывания промышленного оборудования, приборов, гидравлических передач металлообрабатывающих станков, и т.д. Рабочая температура этих масел не превышает 50...60°C.

Согласно стандартам промышленные масла классифицируются по назначению: Л – масла для легконагруженных узлов и механизмов, Г – масла для гидравлических передач, Н – масла для направляющих скольжения, Т – масла для тяжелонагруженных узлов и механизмов; по эксплуатационным свойствам: А – масла без присадок, В – масла с антиокислительными и антикоррозийными присадками, С – масла с антиокислительными, антикоррозийными и противоизносными присадками, Д – масла с антиокислительными, антикоррозийными, противоизносными и противозадирными присадками; по вязкости на классы: 2, 3, 5, 7, 10, 15, 22, 32, 46, 68, 100, 150, 220, 320, 460, 680, 1000, 1500.

Все промышленные масла имеют высокий индекс вязкости (не менее 85), небольшую зольность (до 0,005%).

Маркировка промышленных масел включает в себя буквы и цифры (например И-Л-А-22): И – промышленное масло, Л – группа по назначению (масло для легконагруженных узлов и механизмов), А – подгруппа по эксплуатационным свойствам

(масло без присадок), 22– класс вязкости (кинематическая вязкость при температуре 40°С равна 19,0..25,0 мм<sup>2</sup>/с).

*Компрессорные масла* используют для смазывания цилиндров компрессоров и герметизации камер сжатия воздуходувок. Эти масла подвергаются воздействию температуры до 250°С и давлению до 20МПА, поэтому они должны обладать высокой термической стабильностью, соответствующей вязкостью, хорошими противокоррозийными свойствами.

Компрессорные масла вырабатывают марок К-12 и К-19 из малосерийных нефтей и КС-19 – сернистых нефтей. Цифра в марке масла показывает класс кинематической вязкости при 100°С. Масло марки К-12 рекомендуется для смазывания горизонтальных двух- и трехступенчатых компрессоров низкого и среднего давления, масла марки К-19 – для многоступенчатых компрессоров высокого давления.

Масла для компрессоров холодильных машин работают в достаточно тяжелых условиях: постоянный контакт с холодильным агентом (фреон, аммиак, углекислота), циклическое изменение температуры и давления среды. Поэтому эти масла не должны вступать в реакцию с холодильным агентом, иметь достаточно высокую величину индекса вязкости, обладать высокой стабильностью и работать весь период эксплуатации без замены.

Все выпускаемые для холодильных машин масла можно разделить на две группы: для компрессоров, работающих на аммиаке или углекислоте (ХА «фригус», ХА-30) и на фреоне (ХФ-12-16, ХФ-22-24, ХФ-22-16). Цифры в маслах первой группы обозначают класс кинематической вязкости при температуре 50°С. Температура застывания их около - 40°С. В маркировке масел для компрессоров, работающих на фреоне, первая группа цифр отображает марку фреона (фреон-12 или фреон-22), вторая группа цифр – кинематическую вязкость при температуре 50°С.

*Турбинные масла* используют для смазывания и охлаждения подшипников и вспомогательных частей паровых и водяных турбин, турбокомпрессоров и других машин с циркуляционной смазочной системой. Эти масла работают без замены, поэтому они должны обладать высокой стабильностью. Масла должны

быть достаточно вязкими для образования гидродинамической смазки, и вместе с тем слой смазки должен быть достаточно тонким для обеспечения условий эффективного охлаждения.

Промышленностью выпускаются турбинные масла ТП-22С, ТП-30, ТП-46, в состав которых входят антикоррозионные, антиокислительные, противоизносные присадки, а также масла Т22, Т30, Т46 – без присадок. Цифры в марке масла обозначают класс кинематической вязкости при температуре 50°С. Зольность базовых турбинных масел не превышает 0,1%; наличие воды, механических примесей, водорастворимых кислот и щелочей недопустимо.

*Электроизоляционные масла* – это жидкие диэлектрики, они предназначены для обеспечения изоляции и отвода теплоты от токонесущих частей (сердечников, трансформаторов, кабелей и т.д.), а также быстрого гашения дуги, возникающей в масляных выключателях. К ним относятся трансформаторные, конденсаторные и кабельные масла. Заменителей электроизоляционные масла не имеют.

Одно из важнейших свойств электроизоляционных масел – стабильность, для повышения которой к маслам добавляют антиокислительную присадку «Ионол». Необходимая температура застывания достигается глубоким удалением твердых парафиновых углеводородов при очистке. Электроизоляционные свойства масел определяют тангенсом угла диэлектрических потерь. Чем он меньше, тем лучше изоляционные свойства.

Промышленностью выпускаются *трансформаторные масла* марок ТКП и ГК, а также трансформаторные масла адсорбционной и селективной очистки.

Для надежной работы трансформаторов масла бракуют в следующих случаях: при повышении вязкости на 10%, при значении кислотного числа, превышающего 0,6 мг КОН/г, при появлении кислотной реакции водной вытяжки масла, при накоплении взвешенных углеродистых частиц и воды.

*Конденсаторные масла* выпускают двух видов: сернокислой очистки (ГОСТ 5775-85) и фенольной очистки (ГОСТ 5775-75).

*Кабельные масла* выпускаются также двух видов: С-220 и МН-4. Масло С-220 предназначено для кабелей высокого дав-

ления, МН-4 – для маслонаполненных кабелей низкого и среднего давления, а также соединительных муфт подпитывающей аппаратуры. Все электроизоляционные масла не содержат водорастворимых кислот и щелочей, механических примесей и воды.

### **1.10 Пластичные смазки**

*Пластичные смазочные материалы* (смазки) – представляют собой высококонцентрированные тиксотропные дисперсии твердых загустителей в жидкой среде. Как правило, смазки – это трехкомпонентные коллоидные системы, содержащие дисперсионную среду – жидкую основу (70...90%), дисперсную фазу – загуститель (10... 15%), модификаторы структуры и добавки – присадки, наполнители (1...15%). В качестве дисперсионной среды смазок используют масла нефтяного и синтетического происхождения, реже их смеси. Для более эффективного использования смазок и регулирования их эксплуатационных свойств, например низкотемпературных, смазочной способности, защитных свойств, применяют смеси синтетических и нефтяных масел.

Пластичная смазка состоит из структурного каркаса, образованного твердыми частицами загустителя (дисперсная фаза), и жидкого масла, включенного в ячейки этого твердого каркаса.

Особенностью пластичных смазок является обратимость процесса разрушения структурного каркаса: под действием больших нагрузок каркас разрушается, и смазка работает как жидкость; при снятии нагрузки каркас мгновенно восстанавливается и смазка вновь приобретает свойства твердого тела. Основное свойство смазке придает вводимый в масло загуститель.

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

В соответствии с классификацией (ГОСТ 23258-78) смазки подразделяются на:

*1. Антифрикционные:*

- С – общего назначения для обычных температур до 70°C;
- О – общего назначения для повышенных температур до 110°C;
- М – многоцелевые: от 30 до 130°C в условиях повышенной влажности;
- К – термостойкие – свыше 150°C;
- Н – морозостойкие – -40°C и ниже;
- И – противозадирные и противоизносные;
- Х – химически стойкие;
- П – приборные;
- Т – редукторные (трансмиссионные);
- Д – приработочные (дисульфидмолибденовые, графитные и другие пасты);
- У – узкоспециализированные (отраслевые);
- Б – брикетные – смазка в виде брикетов.

*2. Консервационные:*

- З – металлические изделия за исключением стальных канатов и в случаях, требующих использование консервационных масел или твердых покрытий.

*3. Канатные:*

- К – для предотвращения износа и коррозии стальных канатов и тросов, органические сердечники стальных канатов.

*4. Уплотнительные:*

- А – арматурные (запорная арматура и сальниковые устройства);
- Р – резьбовые (соединения);
- В – вакуумные – подвижные и разъемные соединения и уплотнения вакуумных систем.

Кроме назначения и области применения в классификационном обозначении смазок указывают тип загустителя, рекомендуемый температурный диапазон применения, дисперсионную среду и консистенцию (густоту). Загуститель обозначают первыми двумя буквами названия металла, входящего в состав мыла: Ка – кальциевое, На – натриевое, Ли – литиевое, Ли-Ка – смешанное, литиекальциевое и др.

Рекомендуемый температурный диапазон применения указывают дробью: в числителе уменьшенная в 10 раз без знака минус минимальная температура, в знаменателе уменьшенная в 10 раз максимальная температура применения.

Тип дисперсионной среды и присутствие твердых добавок обозначают строчными буквами: у – синтетические углеводороды, к – кремнеорганические жидкости, г – добавка графита, д – дисульфид молибдена. Отсутствие индекса указывает на то, что смазка приготовлена на нефтяной основе. Консистенцию смазки обозначают условным числом от 0 до 7.

Пример обозначения пластичной смазки:

СКА-<sup>2</sup>/<sub>7</sub>-2 – пресс – (солидол «С»).

С – смазка общего назначения для обычных температур до 70°C; Ка – загуститель – кальциевое мыло, <sup>2</sup>/<sub>7</sub> – температурный интервал применения от -20 до +70°C, 2 – пенетрация при 25°C от 265 до 295.

*Пенетрация* – это глубина погружения в смазку стандартного металлического конуса, выраженная в десятых долях миллиметра. Чем мягче смазка, тем глубже в нее погружается конус и тем выше число пенетрации. Пенетрация смазок – показатель условный, не имеющий физического смысла и не определяющий их поведение в эксплуатации. Число пенетрации смазок колеблется от 170 до 420.

Эксплуатационные свойства пластичных смазок определяют показателями, прямо или косвенно отражающими их поведение при работе в узле трения. К ним относятся: пенетрация, температура каплепадения, стабильность, водостойкость, противозадирные, противоизносные, антикоррозионные и защитные свойства.

Рассмотрите свойства и марки пластичных смазок, уделив внимание методам оценки основных выше указанных показателей качества смазок.

### **1.11 Специальные технические жидкости (охлаждающие, тормозные, амортизаторные, пусковые жидкости, гидравлические масла, электролиты)**

Наряду с топливами, маслами и смазками в современных автомобилях применяются различные технические жидкости.



Они используются в системе охлаждения двигателей, тормозной системе и гидроприводе сцепления, подвеске автомобиля, аккумуляторной батарееи др. В зависимости от назначения и свойств, жидкости делятся на охлаждающие, тормозные (применяемые в гидроприводах тормозных систем и сцепления), амортизаторные, пусковые, электролиты и промывочные.

Для их приготовления используют многочисленные химические синтетические соединения: гликоли, углеводороды, спирты, глицерин, эфиры и др. В определенных комбинациях и концентрациях эти вещества и составляют технические жидкости, которые обладают необходимыми физико-химическими и эксплуатационными свойствами.

Для обеспечения нормального теплового режима работающего ДВС от его нагреваемых деталей необходимо постоянно отводить теплоту. Через систему охлаждения отводится 25-35% от общего количества тепла, выделяющегося при сгорании топлива. В качестве охлаждающих жидкостей для двигателей широко применяют воду (желательно дистиллированную) и низкотемпературные смеси.

Существенный недостаток воды, как охлаждающей жидкости – высокая температура замерзания, что затрудняет применение в зимнее время, и наличие растворимых солей, способных в виде накипи откладываться на поверхностях деталей водяной рубашки. Теплопроводность накипи приблизительно в 100 раз меньше, чем стали, поэтому обильная накипь нарушает тепловой режим работы двигателя вплоть до перегрева. Для предотвращения накипи в системе охлаждения двигателя необходимо применять только мягкую воду (не содержащую солей).

*Низкотемпературные жидкости* (антифризы) представляют собой смесь этиленгликоля с дистиллированной водой. Смесь может быть приготовлена в любых соотношениях в зависимости от требуемой температуры ее замерзания. При нагревании этиленгликоль и его водные растворы сильно расширяются. Поэтому для предотвращения выброса жидкости из системы охлаждения ее обычно заполняют на 92-94% от общего объема. Этиленгликолевые смеси (антифризы) агрессивны по отношению к металлам

и резине. Для уменьшения агрессивности в состав антифризов вводят присадки.

Отечественная промышленность выпускает следующие низкотемпературные охлаждающие жидкости: «Антифриз», «Тосол», «Лена» в виде концентрата или готового продукта

Наибольшее распространение получили антифризы марок 40, 40М, 65 и 65М (цифра означает температуру замерзания смеси, буква «М» означает, что в антифризах «40» или «65» добавлен молибденовокислый натрий для уменьшения коррозии цинковых и хромовых покрытий системы охлаждения).

Низкотемпературные жидкости Тосол А-40 и Тосол А-65, отличающиеся от антифризов наличием противокоррозионных и антипенных присадок в количестве 2,5...3%.

Заменителем вышеуказанных марок Тосол может служить Лена-40 (ОЖ-40) и Лена-65 (ОЖ-65), у которых на 5°С ниже температура кипения.

Для того, чтобы удобнее следить за уровнем низкотемпературных жидкостей в расширительном бачке они окрашиваются:

Тосол А-40 и Тосол А-65 в зеленовато-голубой цвет, Лена-40 и Лена-65 – в зеленый цвет, антифриз 40 – слабо мутная желтоватая жидкость.

При утечке низкотемпературных жидкостей в систему охлаждения следует доливать только эту жидкость, а для компенсации испарения – только дистиллированную воду, т.к. этиленгликоль практически не испаряется.

Современные тормозные жидкости обеспечивают устойчивую и надежную работу тормозных систем в различных климатических условиях их использования.

*Тормозные жидкости* – это разновидность гидравлических жидкостей.

Тормозные жидкости должны обладать хорошими вязкостно-температурными и смазывающими свойствами, высокой физической и химической стабильностью, быть инертными по отношению к металлам и материалам уплотнений. Жидкости используют всесезонно, поэтому их важным эксплуатационным свойством является морозостойкость или стабильность на холоде.

Эксплуатационные свойства тормозных жидкостей определяются составом основных компонентов, входящих в нее. В зависимости от основы тормозные жидкости делятся на минеральные, гликолевые и силиконовые.

*Минеральные тормозные жидкости* представляют собой смеси касторового масла, получаемого из масличной культуры клещевины, и спирта. Смесь на основе бутилового спирта образует тормозную жидкость БСК, а смесь на основе этилового спирта – ЭСК.

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

*Гликолевые тормозные жидкости* изготавливают на основе различных соединений гликолей. Их свойства противоположны свойствам касторовых жидкостей. 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 DOT 3.

*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°C выпаривается, а при охлаждении ниже 0°C замерзает, что препятствует работе тормозной системы. Кроме того, тормозные жидкости на основе силиконов имеют худшие смазывающие свойства, что существенно ограничивает их применение.

На касторовой основе выпускают жидкости БСК (50% бутилового спирта). Жидкость окрашена в оранжево-красный цвет. К недостатку относится то, что ее невозможно использовать при температуре ниже -20°C, т.к. касторовое масло кристаллизуется. При попадании в систему воды однородность нарушается, и она становится непригодной к использованию.

На гликолевой основе выпускают жидкости ГТИ-22М зеленого цвета и «Нева» – желто-коричневого цвета. Основным компонент в них гликоль. Эти жидкости содержат вязкостные, противоизносные и другие присадки, а также ингибиторы коррозии, осуществляя надежную работу тормозных систем в интервале температур от  $-50$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ .

Основной недостаток этих жидкостей – плохая смазываемость, что приводит к коррозии поверхностей стальных и чугунных деталей, и высокая гигроскопичность. В результате накопления влаги в жидкости резко (с  $180...200^{\circ}\text{C}$  до  $120...140^{\circ}\text{C}$ ) уменьшается температура ее кипения, что снижает безопасность движения транспортного средства.

Жидкость «Томь» представляет собой смесь гликолей и эфиров борной кислоты с добавлением вязкостной и антикоррозийной присадки. Основные ее преимущества: меньшая гигроскопичность. Незначительное снижение температуры кипения при обводнении и т.д.

Жидкость «Роса» (бесцветная жидкость) изготавливается на основе борсодержащих олигомеров, окисей алкиленов с добавлением противокоррозионной и противоокислительной присадок. Она имеет очень малую гигроскопичность и исключительно хорошие высокотемпературные свойства.

Смешивание любой тормозной жидкости с топливом и маслами недопустимо из-за потери ими основных эксплуатационных свойств. Кроме того, нефтепродукты разрушают резину, что может привести к отказу в работе тормозной системы машин.

*Амортизаторные жидкости*, применяемые в гидравлических амортизаторах, как правило, маловязкие жидкости. Эти жидкости должны иметь высокую термическую и механическую стабильность.

Наибольшее распространение в амортизаторах автомобилей получили жидкость АК-12Т и масло МГП-10. Амортизаторная жидкость АЖ-12Т является всесезонной и работоспособна при температуре от  $-50$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ , масло МГП-10 используется всесезонно в районах с умеренным климатом. Температура застывания составляет  $-40^{\circ}\text{C}$ .

Перспективной является амортизаторная жидкость АЖ-170. Высокие эксплуатационные свойства позволяют использовать эту жидкость в гидравлических амортизаторах, работающих при температуре от  $-60$  до  $+60^{\circ}\text{C}$ .

*Пусковые жидкости* предназначены для облегчения запуска двигателей при низких температурах окружающего воздуха (до  $-40^{\circ}\text{C}$ ). Они экономичнее, чем предпусковые обогреватели, так как обеспечивают быстрый запуск двигателя машины после длительной стоянки при отрицательных температурах.

Пусковые жидкости используют для запуска бензиновых и дизельных двигателей. Применяют следующие виды пусковых жидкостей: «Арктика», «Холод-40», диэтиловый эфир, жидкость НАМИ и жидкость НИИАТ ПЖ-25.

Для применения в гидравлических системах различных машин и оборудования выпускают *гидравлические масла*, которые классифицируются по вязкости и уровню эксплуатационных свойств.

В зависимости от величины кинематической вязкости при  $40^{\circ}\text{C}$  гидравлические масла делят на классы: 5, 7, 10, 15, 22, 32, 46, 68, 100, 150; а от эксплуатационных свойств на группы: А – минеральные масла без присадок (гидросистемы, работающие под давлением до 15 МПа и температуре масла до  $80^{\circ}\text{C}$ ); Б – минеральные масла с антиокислительными и антикоррозионными присадками (гидросистемы, работающие под давлением до 25 МПа и температуре более  $80^{\circ}\text{C}$ ); В – минеральные масла с антиокислительными и антикоррозионными присадками (гидросистемы, работающие под давлением свыше 25 МПа и температуре масла  $90^{\circ}\text{C}$ ).

Обозначение гидравлических масел состоит из букв МГ (минеральные гидравлические), цифр, характеризующих класс кинематической вязкости, буквы, указывающей на принадлежность масла к группе по эксплуатационным свойствам.

Например: МГ-15-В – минеральное гидравлическое масло, класс вязкости 15, группа В по эксплуатационным свойствам. До введения в 1987 г. ГОСТ 17479-85 единой системы обозначений не существовало.

*Электролиты* для кислотных автомобильных аккумуляторных батарей представляют собой смесь серной аккумуляторной кислоты с дистиллированной водой.

Плотность электролита для аккумуляторной батареи зависит от климатического района, в котором эксплуатируется автомобиль. При обслуживании, а также при отказе аккумуляторной батареи в эксплуатации ее разряженность проверяют измерением плотности электролита ареометром.

### **1.12 Рациональное использование нефтепродуктов**

Надежная, эффективная работа техники возможна только при рациональном обеспечении ее нефтепродуктами. Необходимость устранения потерь и экономии нефтепродуктов диктуется не только экономической целесообразностью, заключающегося в стоимости сэкономленного нефтепродукта, но и загрязнением окружающей среды.

Потери нефтепродуктов классифицируют на три основных вида: количественные, качественные и количественно-качественные.

*Количественные потери* (качество нефтепродукта не изменяется) происходят при утечках, разливах, неполном сливе и т.п.

*Качественные потери* (количество нефтепродукта не изменяется) происходят в результате загрязнения, обводнения, окисления и смешения с другими менее качественными нефтепродуктами, а также вследствие изменения физико-химических свойств при длительном хранении нефтепродуктов.

*Количественно-качественные потери* происходят при испарении, вследствие чего уменьшается количество нефтепродукта и изменяется их качество. Величина этих потерь зависит от физико-химических свойств нефтепродуктов, времени года, технической исправности транспортных средств и емкостей для хранения нефтепродуктов, способов и состояния средств для слива, перекачивания и заправки.

Потери топлива при транспортировании возможны из-за нарушения герметичности автоцистерны, неправильности ее заполнения или неисправности дыхательного клапана. Поэтому

транспортировка нефтепродуктов должна производиться в технически исправных герметизированных автоцистернах. Для уменьшения нагрева цистерны должны быть окрашены в светлые тона.

Чтобы уменьшить потери топлива при заполнении автоцистерн, рекомендуется осуществлять их заправку не открытой струей, а нижним наливом «под уровень». При сливе топлива необходимо обращать внимание на полный слив топлива из соединительных рукавов и шлангов.

Потери при хранении нефтепродуктов связаны с неплотностями соединений трубопроводов, негерметичностью люков и крышек резервуаров, неисправностью дыхательных клапанов, трещинами в сварных соединениях, а также с их испарением, окислением, обводнением и загрязнением.

Для предотвращения потерь нефтепродуктов при хранении используют герметично закрываемые резервуары с дыхательными клапанами, работающими при повышенном давлении. Дыхательные клапаны на резервуарах должны иметь пределы срабатывания при избыточном давлении 25 кПа, а в вакууме – 1 кПа.

Снижение потерь жидкого топлива от испарения достигается сокращением суточных температурных колебаний в газовом пространстве резервуара. Для уменьшения колебаний температуры газового пространства резервуары окрашивают в светлые тона, применяют тепловую изоляцию, затеняют зелеными насаждениями.

По количеству потерь нефтепродуктов операция по заправке стоит на втором месте после хранения. При неправильной организации заправки теряется нефтепродуктов: дизельного топлива – до 2%, бензина – 3,5%, моторного масла – 6%, трансмиссионного масла – 7%, пластичной смазки – 15%.

Значительные потери бензина наблюдаются в результате заправки в бак машины, что объясняется интенсивным перемешиванием топлива при условии отсутствия герметизации внутренней полости бака от атмосферы. Поэтому в настоящее время на АЗС находят применение системы для сбора паров при заправке автомобилей.

Расход топлива и смазочных материалов автомобилем часто неоправданно завышен. При этом причины перерасхода вызывают-

ся как неэкономной работой двигателя, так и техническим состоянием, качеством регулировок в механизмах шасси автомобиля.

Причины перерасхода топлива при работе двигателя внутреннего сгорания подразделяются на две группы: техническое состояние двигателя и тепловой режим двигателя.

Пути повышения экономичности двигателя в условиях его эксплуатации: поддержание хорошего технического состояния; своевременное выявление и устранение неисправностей; качественное проведение технического обслуживания.

В процессе работы машин и механизмов смазочные масла сливают при замене как отработанные. Они являются значительным источником загрязнения окружающей среды. В то же время ресурсы отработанных масел оцениваются в 50% и более от потребления свежих масел.

В настоящее время большое внимание уделяют рациональному использованию отработанных масел. Выход масла из такого сырья составляет 80% и более, в то время как из нефти – в лучшем случае 10...15%.

*Регенерация* представляет собой один из наиболее эффективных и экономичных путей использования отработанных масел.

Для регенерации отработанных масел применяют разнообразные технологические операции, основанные на физических, физико-химических и химических процессах и заключающиеся в обработке масла с целью удаления из него продуктов старения и загрязнений.

В отечественной и зарубежной практике наряду с установками, в которых используются исключительно физические методы, широкое распространение также получили комбинированные регенерационные установки с применением различных физико-химических и химических процессов.

### **1.13 Ремонтно-восстановительные и ремонтно-эксплуатационные материалы**

Известные в настоящее время ремонтно-восстановительные материалы по компонентному составу, физико-химическим про-



цессам их взаимодействия с трущимися поверхностями, свойствам получаемых покрытий (защитных пленок), а также механизму функционирования в процессе дальнейшей эксплуатации трактора или автомобиля можно разделить на три основные группы: реметализанты (металлоплакирующие соединения), полимерсодержащие препараты и геомодификаторы.

К восстановителям, по критерию повышения технико-экономических показателей обработанной техники следует также отнести кондиционеры поверхности, слоистые добавки-модификаторы и нанопрепараты. Чаще выпускают ремонтно-восстановительные материалы комплексного действия.

Все препараты различаются по способам применения (введения в трущиеся соединения). Большинство составов вводят в моторные и трансмиссионные масла, топливо и пластичные смазки. Некоторые из них подают через систему питания (впускной трубопровод) в виде аэрозолей и добавок к топливо-воздушным смесям.

*Реметаллизанты или металлоплакирующие композиции* – это особый класс препаратов, базирующихся на аспектах теории самоорганизации и явлении избирательного переноса при трении (эффекта безизносности).

Механизм действия реметаллизантов заключается в металлоплакировании трущихся поверхностей (образовании тончайший 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.

Порошковые реметаллизанты в качестве основного компонента содержат ультрадисперсные порошки, а ионные – полностью маслорастворимые соли пластичных металлов и жирные кислоты. В качестве плакирующих металлов используется медь, хром, алюминий, олово, цинк, железо, свинец и серебро, а в качестве органических кислот – олеиновая кислота.

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.

*Полимерсодержащие препараты* в основном применяются для повышения надежности и экономичности двигателей и могут быть введены в виде аэрозолей через впускные трубопроводы дизельных и бензиновых двигателей или в качестве добавки к моторному маслу.

Полимерсодержащие препараты включают в свой состав политетрафторэтилен (тефлон), поверхностно-активированный фторопласт-4, перфторпропиленооксид, перфторполиэфир карбоновой кислоты, силикон и некоторые другие полимерные вещества.

*Геомодификаторы (ревитализанты)* – препараты на основе минералов естественного и искусственного происхождения. По химическому и фазовому составу геомодификаторы представляют собой смесь измельченного и модифицированного силиката магния – серпентина, являющегося формой ряда минеральных руд класса оливинов, конечными химическими соединениями которого являются форстерит и фаялит, а также в незначительных количествах кремнезема и доломита.

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 металлокерамического восстановителя после введения в системы двигателя подготавливают поверхности трения химически (катализ) и физически (суперфиниш), очищая их от нагара, оксидов и отложений.

*Кондиционеры металла (поверхности)* – препараты на основе поверхностно и химически активных веществ.

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. 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, что позволяет существенно снизить потери на трение в подвижных соединениях и интенсивность их изнашивания, в том числе при пуске, разгоне, режимах перегрузок и т.д.

*Слоистые добавки* включают в свой состав элементы с низким усилием сдвига между слоями, например дисульфиды молибдена, вольфрама, тантала и ниобия, диселениты молибдена, титана и ниобия, трисульфид молибдена, графит, нитрид бора 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 из микронеровностей и вынос их из зоны трения.

В настоящее время для повышения работоспособности агрегатов различной техники и оборудования используют препараты на основе нанотехнологий, содержащие в своем составе наночастицы – наноалмазы, фуллерены, а также рекондиционеры.

Нанесение *лакокрасочных покрытий* является наиболее универсальным и широко применяемым способом защиты транспортных средств от коррозии. Защитно-декоративные свойства и долговечность лакокрасочного покрытия определяются как свойствами самих лакокрасочных материалов так, и способом подготовки поверхности перед окраской и применяемой технологией окраски.

Применяемые для окраски материалы разделяются на основные и вспомогательные. Вспомогательные материалы предназначены для подготовки поверхности перед окраской, разведения лакокрасочных материалов до рабочей вязкости, ускорения сушки покрытия. К ним относятся растворители и раз-

бавители, обезжиривающие и фосфатирующие составы, катализаторы и др. К основным материалам относятся грунтовки, шпатлевки и эмали, которые и образуют покрытие.

Применяют лакокрасочные материалы следующих видов: лаки, грунтовки, шпатлевки и краски (в том числе эмали).

Лакокрасочные материалы делятся на группы в зависимости от входящих в их состав основных пленкообразователей (8 групп на основе поликонденсационных смол и 12 групп на основе полимеризационных смол) и по преимущественному назначению на 10 групп.

Марка лакокрасочного материала складывается из буквенных обозначений группы и нескольких цифр, из которых первая указывает назначение материала, а остальные составляют порядковый номер регистрации материала. Например: эмаль МЛ-197 – меламиноалкидная эмаль (МЛ), атмосферостойкая (1), регистрационный номер 97.

*Пластическими массами* называют материалы, изготовленные на основе высокомолекулярных органических веществ и способные под влиянием повышенных температур и давления принимать определенную форму, которая сохраняется в условиях эксплуатации изделия. Пластмассы представляют собой сложные многокомпонентные смеси. Основной составной частью пластмасс является полимер, соединяющий все компоненты. Кроме него в состав входят наполнители, пластификаторы, отвердители, катализаторы (ускорители), красители и другие добавки.

Все пластмассы водостойки, обладают малым водопоглощением, высокой величиной удельного сопротивления.

По химическому составу полимеры делят на органические, неорганические и элементоорганические.

С точки зрения природы атомов основной полимерной цепи различают полимеры на гомоцепные и гетероцепные. Полимеры, состоящие из повторяющихся звеньев одного типа, называются гомополимерами.

По способу полимеризации различают полимеризационные и поликонденсационные полимеры.

В зависимости от химической природы пластмассы делят термопластичные и термореактивные.

*Термопластичные пластмассы* (полиамиды, полиэтилен, полистирол и др.) при многократном нагревании и охлаждении сохраняют способность размягчаться, плавиться и вновь затвердевать. В них не происходит химической реакции.

*Термореактивные пластмассы* (пресс-порошки, текстолит, эпоксидные композиции и др.), нагреваясь, необратимо переходят в неплавкое и нерастворимое состояние, связанное с образованием пространственной структуры.

По сравнению с металлами пластмассы обладают высокой стойкостью к действию кислот, щелочей, растворителей. В стремлении использовать положительные свойства пластмасс все шире используются материалы, на поверхности которых наносят слой металла. Металлические покрытия делают пластмассовое изделие более стойкими к тепловым, световым, механическим и химическим воздействиям, придают им привлекательный вид.

При производстве и эксплуатации автомобилей применение *клеящих материалов* позволяет изготавливать сложные по форме изделия, состоящих из материалов, существенно отличающихся по свойствам, избегать применения металлических крепежных изделий, уменьшать их массу и упрощать технологию производства.

Качество клеев определяется в первую очередь их клеящей (адгезионной) способностью. Важными показателями качества являются их универсальность, вязкость и жизнеспособность, стойкость к действию воды, тепла, химических реагентов и других факторов. Некоторые клеящие материалы являются токсичными.

Клеи выпускаются и применяются в виде растворов или эмульсий, а также в форме гранул, таблеток или прутков.

Основой современных клеев являются синтетические клеящие вещества, а также могут входить растворители, наполнители, пластификаторы, отвердители и катализаторы.

*Герметики* представляют собой особую группу клеев. Их действие направлено на обеспечение непроницаемости конструкций для газов и паров, жидкостей и пылей. Анаэробные герметики – многокомпонентные жидкие составы, способные длительное время храниться на воздухе без изменения свойств и быстро отверждаться при температуре 15-35°C без доступа воз-

духа с образование прочного твердого полимера. Они состоят из полимеризационно ненасыщенного соединения, инициатора полимеризации, катализатора, модификатора вязкости, стабилизирующей системы, красителя и др.

## **2 ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ И УКАЗАНИЯ ПО ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ**

Контрольная работа выполняется после изучения дисциплины и состоит из четырех контрольных вопросов и двух задач.

Задание для каждой контрольной работы выбирается по последней и предпоследней цифре шифра.

Содержание ответов должно быть четким и отражать понимание студентом теоретических положений. Работу следует писать разборчиво, чернилами, оставляя поля, перед ответом на каждый вопрос записывать номер и состав вопроса.

Данные по условиям задач выдаются преподавателем дополнительно.

В конце работы должна быть перечислена литература, использованная при подготовке работы, с указанием авторов, названия и года издания, работа должна быть датирована и подписана.

### **2.1 Список вопросов для выполнения контрольной работы**

(перед ответом обязательно привести текст и номер вопроса)

#### *Автомобильные бензины*

1. Что такое бензин? Эксплуатационные требования предъявляемые к автомобильным бензинам.
2. Чем отличаются зимние сорта бензинов от летних?
3. Сущность детонационного горения топлива. Внешние признаки детонации. Факторы влияющие на возникновение детонации.
4. Октановое число бензина. Различия в определении октанового числа моторным и исследовательским методами.
5. Способы повышения детонационной стойкости бензинов. Какие бензины называют этилированными?
6. Что такое калильное зажигание?
7. Что такое дорожное октановое число?

8. Что такое фактические и потенциальные смолы в легких топливах, и как их определяют?
9. Каковы причины нагарообразования в двигателях? Как оценивается стабильность бензинов и причины ее ухудшения?
10. От чего зависит коррозирующие действия топлив?
11. Показатели качества, характеризующие коррозионные свойства бензинов (их определение).
12. Какое влияние на работу двигателя оказывает давление насыщенных паров?
13. Определение механических примесей в бензинах.
14. Методы определения воды в бензинах.
15. Ассортимент автомобильных бензинов и области их использования.
16. От чего зависят потери бензина?
17. Меры борьбы с количественными и качественными потерями бензинов.
18. Меры предосторожности при работе с бензином.

### *Дизельные топлива*

19. Что такое дизельное топливо? Эксплуатационные требования предъявляемые к дизельному топливу.
20. Что такое вязкость? Какое влияние оказывает вязкость на работу двигателя.
21. Низкотемпературные свойства топлива. Методы определения.
22. Факторы, влияющие на период задержки воспламенения топлива при его сгорании.
23. Цетановое число. Методы определения.
24. Какое влияние оказывает химический состав дизельного топлива на жесткость работы двигателя?
25. Приближенное определение цетанового числа вязкости плотности, а также по групповому химическому составу топлива.
26. Фракционный состав дизельного топлива. Его влияние на показатели работы двигателя. Методом определения фракционного состава топлива.
27. Температура вспышки топлива. Метод определения и эксплуатационное значение.



28. Причины нагарообразования в дизельных двигателях и меры борьбы с ним.
29. Что называется температурой воспламенения и самовоспламенения?
30. Какое влияние на работу двигателя оказывает наличие механических примесей в топливе? Метод определения их в производственных условиях.
31. Какое влияние на работу двигателя оказывает наличие воды в топливе? Метод определения ее в производственных условиях.
32. Как оценивают фильтруемость топлива? Метод определения коэффициента фильтруемости.
33. От чего зависит активность дизельного топлива. Метод определения активной серы, наличие органических и водорастворимых кислот.
34. Маркировка топлив для быстроходных двигателей. Область использования.
35. От чего зависят количественные и качественные потери дизельного топлива.
36. Меры борьбы с количественными и качественными потерями дизельного топлива при его транспортировке, заправке и хранении.
37. Меры предосторожности при работе с дизельным топливом.

### *Газообразные топлива*

38. Положительные и отрицательные свойства газообразного топлива.
39. Состав горючей и негорючей частей газообразного топлива.
40. Какие составляющие газообразного топлива ядовиты, а какие легко вырываются?
41. Какие газы называются искусственными? Их получение и использование.
42. Состав, свойства и использование сжиженных газов.
43. Состав, свойства и использование сжатых газов.
44. Каковы положительные и отрицательные свойства сжиженных газов, как топлива для автомобильных двигателей?

### *Нетрадиционные виды топлива для двигателей*

- 45. Состав и свойства синтетических моторных топлив.
- 46. Методы получения, состав и особенности использования биотоплива.
- 47. Свойства спиртовых топлив.
- 48. Методы получения и свойства водородных топлив.

### *Общие сведения о смазочных материалах*

- 49. Какова роль смазочных материалов при работе двигателей автотранспортных средств?
- 50. Виды смазочных материалов.
- 51. Что является «основой» для производства различных видов смазочных материалов?
- 52. В чем сущность селективной и контактной очистки масла?
- 53. Для чего при производстве смазочных масел проводят деасфальтизацию и депарафинизацию?
- 54. Что такое синтетическое масло?
- 55. С какой целью добавляются композиции присадок в масло?  
Виды присадок.

### *Моторные масла*

- 56. Эксплуатационные требования, предъявляемые к моторным маслам и их классификация.
- 57. Какие существуют способы улучшения эксплуатационных свойств масел.
- 58. Назначения присадок. Требования, предъявляемые к присадкам.
- 59. Вязкостные свойства моторных масел. Индекс вязкости и его определение.
- 60. Вязкостные присадки. Их значение и механизм действия.
- 61. Депрессорные присадки. Их назначение и механизм действия.
- 62. Термоокислительная стабильность масел и методы ее определения.
- 63. Антиокислительные присадки, назначение и механизм действия.

64. Моющие свойства моторных масел и методы их определения.
65. Моющие присадки. Их назначение и механизм действия.
66. От каких факторов зависят коррозионные свойства масел. Как оцениваются эти свойства.
67. Антикоррозионные присадки, механизм их действия.
68. От чего зависят противоизносные свойства масел. Как оценивают эти свойства.
69. Противоизносные присадки, механизм их действия.
70. Антипенные присадки. Их значение и механизм действия.
71. Почему в масле недопустимо содержание воды. Определение содержания воды в масле (количественное и качественное).
72. Почему в масле недопустимо содержание механических примесей. Определение их в масле (количественное и качественное).
73. Как определяют группу масла по эксплуатационным свойствам.
74. Как можно установить марку моторного масла.
75. Ассортимент и применение масел для дизельных двигателей.
76. Ассортимент и применение масел для бензиновых двигателей.
77. Каков состав нагаров, накапливающихся в цилиндропоршневой группе.
78. Какие факторы вызывают старение масла в двигателях?
79. Как сократить расход масел в двигателях?
80. Какие изменения могут происходить с моторными маслами при хранении.
81. Пути экономии моторных масел.
82. Взаимозаменяемость моторных масел.

### *Трансмиссионные масла*

83. Где применяют и при каких условиях работают трансмиссионные масла.
84. Эксплуатационные требования к трансмиссионным маслам и их классификация.
85. Какие марки трансмиссионных масел используют в трансмиссиях автомобилей. Их состав и свойства.
86. Какие марки трансмиссионных масел используют в трансмиссиях тракторов. Их состав и свойства.

## *Технологические масла*

87. Эксплуатационные требования к индустриальным маслам и их классификация.
88. Где используют легкие индустриальные масла. Их марки, состав и область применения.
89. Где используют тяжелые индустриальные масла. Их марки, состав и область применения.
90. Назначение, эксплуатационные требования, область использования и марки масел для направляющих скольжения.
91. Назначение, эксплуатационные требования, область использования и марки масел для гидравлических передач.
92. Эксплуатационные требования, марки, состав компрессорных масел для компрессоров низкого и среднего давления.
93. Эксплуатационные требования, марки, состав компрессорных масел для многоступенчатых компрессоров высокого давления.
94. Эксплуатационные требования, марки, состав масел для компрессоров холодильных машин, работающих на аммиаке.
95. Эксплуатационные требования, марки, состав масел для компрессоров холодильных машин, работающих на фреоне.
96. Эксплуатационные требования и назначение турбинных масел.
97. Марки, состав и свойства турбинных масел.
98. Эксплуатационные требования к трансформаторным маслам. Область использования.
99. Марки, состав и свойства трансформаторных масел.
100. Эксплуатационные требования к конденсаторным маслам. Область использования.
101. Марки, состав и свойства конденсаторных масел.
102. Эксплуатационные требования к кабельным маслам. Область использования.
103. Марки, состав и свойства кабельных масел.
104. Какие требования предъявляют к жидким консервационным маслам, их состав и свойства.

## *Пластичные смазки*

105. Что такое пластинчатые смазки? Область применения и требования, предъявляемые к ним.
106. Назначение пластичных смазок. Классификация по ГОСТ 23258-78.
107. Антифрикционные смазки (марки, состав, свойства и область применения).
108. Консервационные защитные смазки (марки, состав, свойства и область применения).
109. Основные показатели качества антифрикционных пластичных смазок.
110. Основные показатели качества консервационных пластичных смазок.
111. Предел прочности пластичных смазок (определение, эксплуатационное значение).
112. Пенетрация пластичных смазок (определение, эксплуатационное значение).
113. Температура каплепадения (определение, эксплуатационное значение).
114. Эффективная вязкость (определение, эксплуатационное значение).
115. Коллоидная и химическая стабильность (определение, эксплуатационное значение).
116. Коррозионные свойства пластичных смазок.
117. Какие смазки называются солидолами. Состав, свойства, их использование.
118. В чем разница между жировыми и синтетическими пластичными смазками.
119. Что такое твердые смазки?
120. Что такое защитные пленочные покрытия?
121. Виды пластичных смазок для тракторов.
122. Виды пластичных смазок для автомобилей.
123. Как снизить потери пластичных смазок?
124. Как нормируют расход пластичных смазок?
125. Каковы вязкостные свойства пластичных смазок?

- 126. Твердые смазочные покрытия (назначение, эксплуатационные свойства).
- 127. Специальные пластичные смазки (назначение, область использования, марки).
- 128. Уплотнительные пластические смазки (классификация, эксплуатационные свойства, область использования).
- 129. Загустители пластичных смазок (назначение, классификация, основные свойства).

### *Специальные технические жидкости*

- 130. Какие требования предъявляются к охлаждающим жидкостям?
- 131. Что называется жесткостью воды, единицы ее измерения? Способы умягчения воды.
- 132. Как удалить из системы охлаждения накипь? Способы и методика удаления.
- 133. Каковы особенности низкотемпературных жидкостей и от чего зависит температура их замерзания?
- 134. Эксплуатационные требования к охлаждающим жидкостям. Марки, область использования низкотемпературных жидкостей.
- 135. Какие требования предъявляют к тормозным жидкостям?
- 136. В чем принципиальное различие между тормозной жидкостью ГТЖ-22М и БСК. Можно ли их смешивать между собой?
- 137. Отличительные особенности жидкости «Роса» от жидкости ГТЖ-22М. основные показатели тормозной жидкости «Роса».
- 138. Область использования и основные свойства жидкости «Томь».
- 139. Область использования и основные свойства жидкости «Нева».
- 140. Какие требования предъявляются к амортизаторным жидкостям. Классификация амортизаторных жидкостей.
- 141. Ассортимент и применение амортизаторных жидкостей. Основные показатели качества этих жидкостей.
- 142. Назовите марки амортизаторных жидкостей и их состав.

143. Какие требования предъявляются к жидкостям для гидравлических систем? Их классификация.
144. Какие жидкости (масла) выпускаются для использования в гидросистемах?
145. Почему в гидросистемах тракторов широко используют моторные масла?
146. Масла для гидромеханических коробок передач (марка, основные свойства и показатели).
147. Гидравлические масла для гидроусилителя руля (марки, основные свойства и показатели).
148. Пусковые жидкости (основные требования, ассортимент, область использования).
149. Назначение, основные свойства и способы применения жидкости “Арктика”.
150. Назначение, основные свойства и способы применения жидкости “Холод-40”.
151. Назначение, основные свойства и способы применения жидкости “НИИАТПЖ-25”.
152. Назначение, основные свойства и способы применения пусковой жидкости “НАМИ”.
153. Меры предосторожности при работе с моющими жидкостями.
154. Какие смазочно-охлаждающие жидкости используются при обработке металлов.
155. Эксплуатационные требования к электролитам. Приготовление электролитов.

### *Рациональное использование нефтепродуктов*

156. Виды потерь нефтепродуктов.
157. Какие факторы влияют на потери нефтепродуктов при транспортировке?
158. Какие факторы влияют на потери нефтепродуктов при хранении?
159. Какие факторы влияют на потери нефтепродуктов при отпуске?
160. Способы снижения потерь жидких углеводородных топлив при хранении.

161. Причины потерь и способы сокращения потерь нефтепродуктов при заправке автотранспортных средств.
162. Какие устройства и приспособления по снижению потерь топлива при заправке автотранспортных средств вы знаете?
163. Перечислите причины перерасхода топлива у дизельных и бензиновых двигателей автотранспортных средств.
164. Как влияет эксплуатационный расход топлива техническое состояние автомобиля?
165. Как влияет эксплуатационный расход топлива тепловой и нагрузочно-скоростной режимы работы автомобильного двигателя?
166. Требования, предъявляемые к отработанным нефтепродуктам, используемым для дальнейшей их очистке и регенерации.
167. Классификация отработанных нефтепродуктов.
168. Перечислите методы восстановления качества нефтепродуктов и кратко раскройте их сущность.
169. Оборудование, применяемое для очистки и регенерации отработанных масел.
170. Оборудование, применяемое для очистки дизельного топлива.

*Ремонтно-восстановительные и ремонтно-эксплуатационные материалы*

171. Классификация ремонтно-восстановительных материалов, их краткая характеристика.
172. Особенности применения ремонтно-восстановительных препаратов.
173. Назначение, область использования, состав и механизм действия реметаллизантов.
174. Назначение, область использования, состав и механизм действия полимерсодержащих препаратов.
175. Назначение, область использования, состав и механизм действия геомодификаторов.
176. Назначение, состав и механизм действия кондиционеров поверхности.
177. Назначение, состав и механизм действия слоистых добавок.
178. Назначение, состав и механизм действия нанопрепаратов.



- 179. Виды лакокрасочных материалов.
- 180. Состав лакокрасочных материалов.
- 181. Ассортимент и применение лакокрасочных материалов.
- 182. Свойства и состав пластмасс.
- 183. Применение пластмасс в автомобильном транспорте.
- 184. Состав и свойства клеящих материалов.
- 185. Состав, свойства и область применения анаэробных герметиков.

## **2.2 Перечень задач для выполнения контрольной работы**

(контрольные цифры задаются преподавателем)

- 186. Даны результаты определения октанового числа по моторному методу, исследования фракционного состава и давления насыщенных паров автомобильного бензина.  
Оценить детонационную стойкость бензина, его пусковые свойства, приемистость двигателя при работе на этом бензине, полноту испарения и склонность к нагарообразованию.  
Будет ли проходить смыв масла со стенок цилиндра при работе двигателя. Возможно, ли будет образование в жаркие дни в системе питания паровых пробок.
- 187. Совхозом получен для эксплуатации паспортизированный бензин определенной марки с определенным фракционным составом.  
Используя расчетные формулы и номограмму определить самую низкую температуру, при которой: а) обеспечен легкий пуск двигателя; б) обеспечен быстрый прогрев и хорошая приемистость двигателя; в) не наблюдается разжижение масла в картере.
- 188. Совхоз получил в августе месяце при заданной температуре окружающего воздуха определенное количество паспортизированного дизельного топлива заданной плотности. Полученное топливо слито в цистерну известного объема. На 1 января израсходовано какое-то количество топлива. При

- этом известна температура окружающего воздуха. Какой объем дизельного топлива находится в цистерне на 1 января.
189. Установите марку дизельного топлива, предназначенного для работы в тракторах и автомобилях при заданной температуре окружающего воздуха.
- Определите вид топлива, если содержание серы в нем известно. Как отразится величина цетанового числа на работе дизельного двигателя и содержание фактических смол на его техническое состояние. Укажите для установленной марки дизельного топлива температуру помутнения, застывания и вспышки. Как влияет величина этих параметров на качество топлива.
190. Установите группу и марку моторного масла, предназначенного для работы двигателя указанной форсированности в определенной период года. Оценить вязкостно-температурные свойства масла по величине индекса вязкости и склонность его к лако- и нагарообразованию по значению термоокислительной стабильности.
191. Какова оптимальная температура масла в картере работающего дизеля. Какие неполадки могут возникнуть, если температура масла: а) выше оптимальной; б) ниже оптимальной.
192. Дана группа моторного масла по эксплуатационным свойствам класс вязкости и значение кинематической вязкости при 100°C. В соответствии с классификацией моторных масел установите марку масла для конкретного типа двигателя и укажите величину индекса вязкости. Содержит ли это масло загущающую (вязкую присадку), укажите, выпускается ли оно в настоящее время и допускается ли к назначению во вновь разрабатываемую или модернизированную технику? Как определяется кинематическая вязкость масла?
193. Имеются два масла с известными показателями: Кинематической вязкостью при 100°C, зольностью и щелочностью. Какое масло пригодно для быстроходных двигателей? Назвать тип двигателей, время года, когда можно использовать масло. Содержится ли присадка в масле?
194. Имеется пластичная смазка с известной маркой и показателями качества, пенетрацией, температурой каплепадения

и массовой долей примесей. Определить рабочий интервал температур данной смазки, возможность и область ее использования в узлах трения при условии изменения показателей качества на 25% в большую сторону и на 25% в меньшую сторону.

195. Дизельное топливо, состоящее из смеси равных количеств углеводородов  $C_{16}H_{34}$  и  $C_{10}H_7CH_3$ , сгорело в двигателе с известным коэффициентом избытка воздуха «12». Определить теплоту сгорания ( $Q_{\text{выс}}$ ,  $Q_{\text{низ}}$ ), действительно израсходованное количество воздуха ( $L_{\text{действ}}$ ) и цетановое число.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ**

## МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

**Комплексная оценка основных свойств бензина**  
(продолжительность выполнения 4 часа)

*Цель работы:* закрепление знаний по качеству основных марок бензинов; знакомство с нормативно-технической документацией, регламентирующей показатели качества бензинов; знакомство с методами контрольного анализа бензина и приобретение навыков по его проведению.

*Содержание работы:* оценка качества образца по паспортным данным; определение наличия механических примесей и воды (качественно); определение содержания водо-растворимых кислот и щелочей; определение фракционного состава разгонкой.

*Приборы, материалы и оборудование:* делительная воронка, штатив, измерительные цилиндры на 50 мл, водяная баня, электрический нагреватель, пробирки белого стекла, мерный цилиндр на 100 мл, секундомер, воронка, аппарат для разгонки нефтепродуктов, асбестовая прокладка, стеклянный цилиндр диаметром 40-45 мм, автомобильные бензины, дистиллированная вода, фенолфталеин, метилоранж.

#### **1 Определение наличия механических примесей и воды (ГОСТ 2084-77)**

Анализируемые бензины наливают в стеклянный цилиндр диаметром 40-55мм, проводят осмотр пробы невооруженным глазом.

Отсутствие взвешенных и осевших на дно твердых частиц указывает на отсутствие механических примесей.

Отсутствие водяного слоя на дне цилиндра и характерной мути указывает на отсутствие воды в бензине.

(оформление отчета см. П. 2)

## **2 Определение содержания водо-растворимых кислот и щелочей (ГОСТ 6307-75)**

Для определения содержания водо-растворимых кислот и щелочей необходимо отмерить 20 мл испытуемого образца бензина и перелить отмеренную порцию в делительную воронку. Затем отмерить 20 мл дистиллированной воды и перелить ее также в делительную воронку. После чего делительную воронку закрывают стеклянной притертой пробкой и перемешивают в течение 20-40 с бензин и воду взбалтыванием. Затем закрепляют воронку в штатив и выжидают, пока не закончится полное расслаивание образовавшейся эмульсии (примерно 10 мин.).

Выделившийся в результате расслаивания нижний слой (водяную вытяжку) разливают, разделив примерно пополам, в две пробирки. Затем в одну из пробирок прибавляют две капли водного раствора метилоранжа, а в другую три капли спиртового раствора фенолфталеина. Содержимое пробирок нужно хорошо взболтать. Полученные цвета индикаторов в пробирках сопоставляют с данными таблицы П. 4.

Если цвета водной вытяжки бензина в пробирках совпадут с цветом индикатора в нейтральной среде, следует считать, что в анализируемом образце бензина отсутствуют водо-растворимые кислоты и щелочи.

По результатам проведенных испытаний составляется отчет (см. П. 2).

## **3 Определение кислотности**

*Кислотность* бензина выражается в миллиграммах гидроксида калия (КОН), необходимо для нейтрализации органических кислот, находящихся в 100 мл топлива. В автомобильных бензинах этот показатель находится в пределах от 0,8 до 3 мг КОН на 100 мл топлива.

При испытании коническую колбу вместимостью 250 мл наливают 50 мл бензина. В другую коническую колбу такой же вместимости наливают 50 мл 85% этилового спирта, закрыва-

ют пробкой с обратных водяным или воздушным холодильником и кипятят в течении 5 мин. В колбу с прокипяченным спиртом добавляют 8-10 капель индикатора нитрозинового желтого. Затем горячий спирт нейтрализуют при непрерывном помешивании 0,05 н спиртовым раствором гидроксида калия до первого перехода желтой окраски в зеленую. Далее в колбу с горячим спиртом приливают испытуемый бензин и кипятят содержимое колбы с обратным холодильником в течение 5 мин при периодическом помешивании (2-3 раза).

Горячую смесь титруют 0,05 н спиртовым раствором гидроксида калия при непрерывном интенсивном перемешивании до перехода (желтой с оттенками) окраски смеси в зеленую (зеленую с оттенками). Окраска должна быть устойчивой в течение 30 с.

Подсчитывают кислотность бензина по формуле:

$$K = \frac{V_2 \cdot T \cdot 100}{50} \quad (1)$$

где  $V_2$  – объем раствора гидроксида калия, затраченного на титрование, мл;

$T$  – титр 0,05 н раствора гидроксида калия, мг/мл;

50 – объем испытуемого бензина в мл.

*Примечание:* Если горячая смесь будет сразу зеленой или зеленой с оттенком окраски, то ее не титруют, так как в этом случае органические кислоты в испытуемом бензине отсутствуют.

#### **4 Определение фракционного состава бензина перегонкой (ГОСТ 2177-82)**

Фракционный состав является главным показателем испаряемости бензина, важнейшей характеристикой его качества.

*Испаряемость* – это свойство топлива переходить из жидкого в газообразное состояние.

*Фракционный состав* характеризуется температурными пределами выкипания отдельных частей топлива (фракций).

*Фракция* – это часть топлива, выкипающая в определенных температурных пределах.

Фракционный состав определяют при помощи специального прибора (см. рисунок 1).

Мерным цилиндром 1 отмеряют 100 мл испытуемого бензина и без потерь переливают в чистую сухую колбу 2, в горловину которой вставляют пробку с термометром 3. Ось термометра должна совпадать с осью горловины колбы, нижний конец капилляра – с самой высокой точкой нижней внутренней стенки пароотводной трубки. Затем отводной конец пароотводной трубки вставляется в верхнюю часть металлической трубки холодильника и уплотняется пробкой 7. Пароотводная трубка должна входить в цилиндр не менее чем на 25-50 мм и не касаться ее стенок. Колбу располагают строго вертикально в песочной бане. Мерный цилиндр 1, не высушивая, устанавливают под нижний конец трубки холодильника. Трубка должна входить в цилиндр не менее чем на 25 мм. При перегонке бензина мерный цилиндр помещают в стеклянный сосуд 11 с водой (баню). На цилиндр устанавливают подковообразный груз для того, чтобы он не всплывал. Уровень воды в бане для цилиндра до отметки 100 мл. Отверстие мерного цилиндра закрывают фильтровальной бумагой.

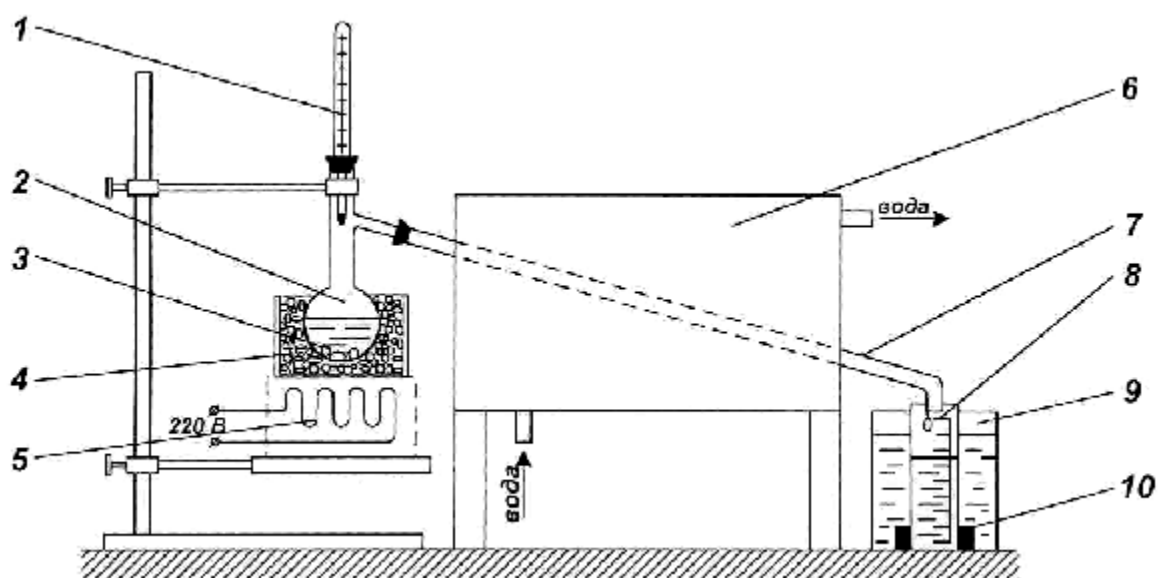


Рисунок 1 – Аппарат для разгонки нефтепродуктов: 1 – термометр; 2 – колба; 3 – фарфор неглазированный; 4 – баня песочная; 5 – элемент нагревательный; 6 – холодильник; 7 – трубка холодильника; 8 – цилиндр мерный; 9 – баня водяная; 10 – груз



Внутренняя полость холодильника заполняется смесью воды с кусочками льда, или подключается проточная вода, температура которой на выходе из холодильника должна быть не выше 30°C.

Колбу нагревают регулируемым электрическим нагревателем, чтобы первая капля с конца холодильника упала не ранее 300 с., но и не позже чем через 600 с. Этот момент называется началом кипения (разгонки) топлива. Отмечают эту температуру и устанавливают мерный цилиндр 1 так, чтобы конденсат стекал по стенке. Регулируют нагрев так, чтобы скорость разгонки составляла 4-5 мл в минуту.

В процессе разгонки отмечают температуры, соответствующие 10, 20, 30 и т.д. мл (%) топлива, накапливающегося в мерном цилиндре, и записывают в таблицу 2 П. 2.

Для определения конца кипения нагревание производят до тех пор, пока ртутный столбик не остановится на некотором значении, после чего начнет падать. При снижении температуры с наивысшего уровня на 5°C нагревательный элемент отключают и дают стечь конденсату из холодильника в течение 300 с.

По полученным данным строят кривую разгонки, откладывая по оси абсцисс температуру, а по оси ординат – количество перегнанного топлива в процентах, и производят расчёт по формулам. Определяют вид бензина (летний или зимний) и оценивают влияние фракционного состава бензина на его эксплуатационные свойства (см. П. 2).

Самая низкая температура наружного воздуха, °C, при которой:

Возможно образование паровых пробок

$$t_{III} = t_{10\%} + 10 \quad (2)$$

Обеспечен легкий пуск двигателя

$$t_B \geq \frac{t_{10\%} - 73,8}{1,25} \quad (3)$$

Обеспечен затрудненный пуск двигателя

$$t_B = 0,5t_{10\%} + 0,33t_{np} - 20,76 \quad (4)$$

Формулы верны при пусковом числе – 35-40 мин<sup>-1</sup>. При пусковом числе 70-75 мин<sup>-1</sup>, полученные температуры пуска понижаются примерно на 7°C.

Обеспечен быстрый прогрев и хорошая приёмистость

$$t_B = \frac{t_{50\%} - 18}{2} \quad (5)$$

Будет незначительное разжижение масла в картере

$$t_{90\%} \leq 180^\circ C \quad (6)$$

## **5 Составление отчета**

Отчет по лабораторной работе составляется по совокупности проведённой оценки анализируемого образца бензина по паспортным данным и результатам физико-химических анализов. В итоговую таблицу при необходимости включаются дополнительные данные по показателям качества опытного образца бензина, получаемые у преподавателя. На основании результатов оценки в отчёте даётся заключение по качеству анализируемого образца бензина и указывается возможная область его применения (см. П. 2).

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

### Комплексная оценка основных свойств моторного масла (продолжительность выполнения 4 часа)

*Цель работы:* Закрепление знаний по качеству основных марок моторных масел; знакомство с нормативно-технической документацией по качеству моторных масел; знакомство с методами входного и контрольного анализов моторных масел и приобретение навыков по их проведению.

*Содержание работы:* определение содержания механических примесей и воды качественными методами; плотности при 20°C; кинематической вязкости при различных температурах с построением вязкостно-температурной кривой; индекса вязкости; температуры вспышки в открытом тигле; принятие решения о возможности и области применения анализируемого образца моторного масла.

*Приборы, материалы и оборудование:* цилиндры диаметром 40-50 мм; чистое стекло; бумажный фильтр; увеличительное стекло; химические стаканы; баня масляная и водяная; вискозиметр; термометры; пробирки из белого стекла; штатив химический; секундомер; аппарат Бренкеля; песок; бензин Б-70; моторное масло.

#### 1 Оценка образца простейшими методами

Для определения воды в масле пробу в количестве 2-3 см<sup>3</sup> помещают в пробирку и осторожно нагревают над пламенем спиртовки. При наличии воды происходит вспенивание образца, слышно характерное потрескивание; на верхней холодной части пробирки скапливаются мельчайшие капельки сконденсированной воды.

Согласно ГОСТу 1547-84, определение воды в моторном масле осуществляется по следующей методике. В чистую и высушенную пробирку наливают испытуемое масло до высоты  $85 \pm 3$  мм, вставляют термометр с таким расчетом, чтобы шарик термометра

был на равных расстояниях от стенок пробирки и на расстоянии  $25 \pm 5$  мм от дна пробирки.

Пробирку с испытуемым маслом помещают в нагретую до температуры  $175 \pm 5^\circ\text{C}$  масляную баню и наблюдают за маслом в пробирке до момента достижения температуры в пробирке  $130^\circ\text{C}$ . При наличии в испытуемом масле воды оно пенится, слышится треск, пробирка вздрагивает, а слой масла на стенках пробирки мутнеет.

Для определения механических примесей предварительно подогревают до  $10-50^\circ\text{C}$  пробу масла тщательно перемешивают и стеклянной палочкой наносят каплю масла на фильтровальную бумагу и на стекло. При рассмотрении капли масла на просвет механические примеси отчётливо видны в виде отдельных вкраплений или темных подтеков.

Определить характер примесей (абразивные они или нет) можно следующим образом. Нанесенную на стекло каплю масла закрывают вторым стеклом и сдвигают одно относительно другого. Если в образце есть абразивные примеси, слышится характерный скрип.

Второй простейший метод определения механических примесей в масле заключается в следующем:

- испытуемое масло взбалтывают и прогревают до  $40-50^\circ\text{C}$ . Затем 25-50 мл масла смешивают с двух, четырехкратным количеством профильтрованного бензина Б-70. 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;

- испытуемое масло в количестве 50-100 мл разбавляют в химическом стакане двух, трехкратным количеством бензина Б-70. Смесь перемешивают и дают отстояться в течение 5-10 мин. Затем смеси придают вращательное движение. При наличии механических примесей они соберутся в центре на дне стакана. 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. Результаты испытаний заносят в отчет (см. П. 2).

## 2 Определение плотности моторного масла (ГОСТ 3900-85)

*Плотность* – измеряется массой тела, заключённой в единице объёма и имеет размерность кг/м<sup>3</sup>.

В производственных условиях определяют относительную плотность.

*Относительная плотность* ( $r_4^{20}$ ) – это плотность нефтепродукта при 20°C, отнесенная к плотности воды в том же объеме при 4°C.

Плотность воды при 4°C равна 1000 кг/м<sup>3</sup>, следовательно численные значения плотности и относительной плотности при равных температурах будут равны.

Для определения плотности нефтепродукта, последнее осторожно по стенке наливают в цилиндр 4 (см. рисунок 2), дают ему отстояться для выделения пузырьков воздуха и для того, чтобы оно приняло температуру окружающего воздуха. Чистый и сухой ареометр 1 медленно и осторожно опускают в жидкость, держа его за верхний конец. Ареометр не должен касаться стенок цилиндра.

После того, как нефтенсиметр установится и прекратятся его колебания, снимают показания со шкалы 2 по верхнему краю мениска. При отсчете глаз должен находиться на уровне мениска (см. рисунок 2, линия ab).

Одновременно с отчётом показания по шкале ареометра устанавливают температуру нефтепродукта на шкале 3 внутреннего термометра или дополнительному термометру, вводя его в нефтепродукт рядом с ареометром.

Если плотность нефтепродукта определяется не при 20°C, а при какой-либо другой температуре  $t$ , то вводят поправку плотности по формуле:

$$\rho_4^{20} = \rho_t + \gamma \cdot (t - 20) \quad (7)$$

где  $\rho_t$  – плотность продукта, определённая при температуре  $t^\circ\text{C}$ ;

$\gamma$  – температурная поправка плотности на 1°, которую берут из таблицы П.?

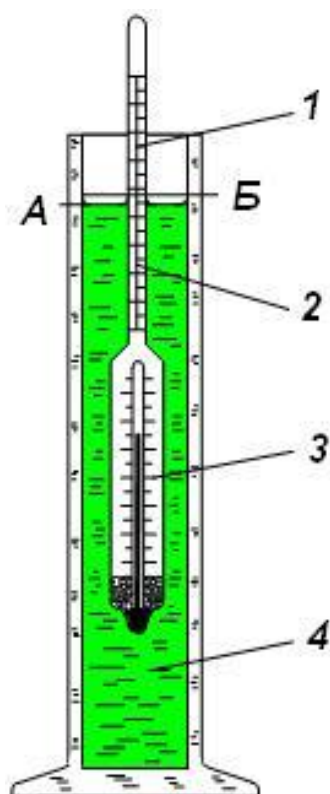


Рисунок 2 – Прибор для определения плотности нефтепродуктов:  
1 – ареометр; 2 – шкала плотности; 3 – шкала термометра; 4 – нефтепродукт

Для определения плотности моторного масла его разбавляют точно равным объемом тракторного или осветительного керосина, плотность которого также необходимо определить. Затем смесь тщательно перемешивается и определяется плотность обычным способом.

Из полученного удвоенного значения плотности вычитается плотность растворителя, входящего в смесь. Разница от вычитания является искомой плотностью исследуемого масла, то есть:

$$\rho_4^{20} \text{ масла} = 2 \cdot \rho_4^{20} \text{ смеси} - \rho_4^{20} \text{ растворителя} \quad (8)$$

При приведении замеренной плотности к нормальной температуре ( $t=20^\circ\text{C}$ ) необходимо пользоваться таблицей П.7 средних температурных поправок. По результатам проведенных испытаний составляется отчет. (см. П. 7)

### **3 Определение температуры вспышки и воспламенения моторного масла в открытом тигле (ГОСТ 4333-80)**

*Температурой вспышки* – называется температура, при которой пары нефтепродукта, нагреваемого в определенных условиях, образуют с окружающей средой смесь, вспыхивающую при поднесении к ней пламени.

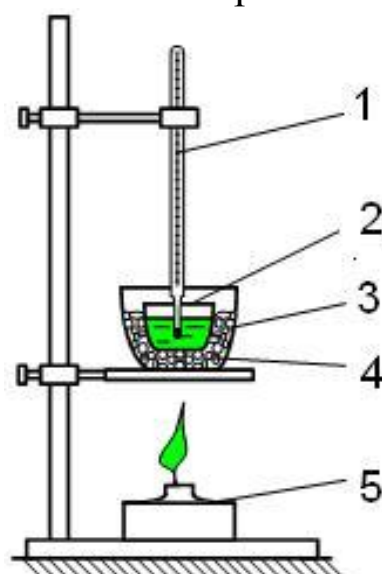
*Температурой воспламенения* – называется температура, при которой нагреваемый при определённых условиях нефтепродукт загорается при поднесении к нему пламени и горит не менее 5 секунд.

Определение температуры вспышки в открытом тигле (по Бренкену) производится следующим образом.

Внутренний тигель (см. рисунок 3) промывают бензином, высушивают и устанавливают в песочную баню так, чтобы прокаленный песок под дном тигля составлял прослойку 5-8 мм и покрывал тигель с боков на 12 мм ниже его верхнего края.

В тигель наливают предварительно обезвоженный образец испытуемого масла. Для масла со вспышкой меньше 210°C уровень жидкости должен быть на 12 мм ниже верхнего края тигля, а для масел с температурой вспышки выше 210°C указанный уровень испытуемого образца должен быть ниже верхнего края тигля на 18 мм. Правильный налив моторного масла проверяют шаблоном. При заливании не допускается разбрызгивание масла и смачивание стенок внутреннего тигля выше уровня жидкости. Тигли устанавливают на нагревательный элемент, который ставят в такое место лаборатории, где отсутствует заметное движение воздуха и где свет настолько затемнен, что вспышка хорошо видна. Во внутренний тигель с моторным маслом устанавливают термометр в строго вертикальном положении так, чтобы ртутный шарик находился в центре тигля приблизительно на одинаковом расстоянии от дна тигля и от уровня масла, и закрепляют термометр в таком положении в лапках штатива. За 10°C до ожидаемой температуры вспышки проводят медленно по краю тигля на расстоянии 10-14 мм от поверхности испытуемого масла и параллельно этой поверхности пламенем зажигательного приспособле-

ния. Время продвижения пламени от одной стороны тигля до другой 2-3 с. Такое испытание повторяют через 2°С подъема температуры. За температуру вспышки принимают температуру, показываемую термометром при появлении первого синего пламени над частью или над всей поверхностью испытуемого масла. В случае появления неясной вспышки она должна быть подтверждена последующей вспышкой через 2°С.



*Рисунок 3 – Прибор для определения температуры вспышки в открытом тигле: 1 – термометр; 2 – тигль внутренний; 3 – тигль внешний; 4 – баня песочная; 5 – спиртовка*

Результаты испытания моторного масла на вспышку заносят в отчет (см. прил. 2).

#### **4 Определение вязкостно-температурных свойств моторного масла (ГОСТ 33-82)**

Свойство жидкости оказывать сопротивление течению (перемещению одного слоя относительно другого) под действием внешней силы называется *вязкостью* (внутренним трением). Препятствие перемещению слоев жидкости создают силы молекулярного сцепления.



Кинематической вязкостью ( $V_t$ ) называют отношение динамической вязкости ( $\eta_t$ ) жидкости к ее плотности ( $\rho_t$ ) при температуре ( $t$ ) определения.

Определение кинематической вязкости образца нефтепродукта при 20°C осуществляется с помощью капиллярных вискозиметров типа ВПЖ-2 или Пинкевича (см. рисунок 4). Единица измерения кинематической вязкости в системе СИ – мм<sup>2</sup>/с.

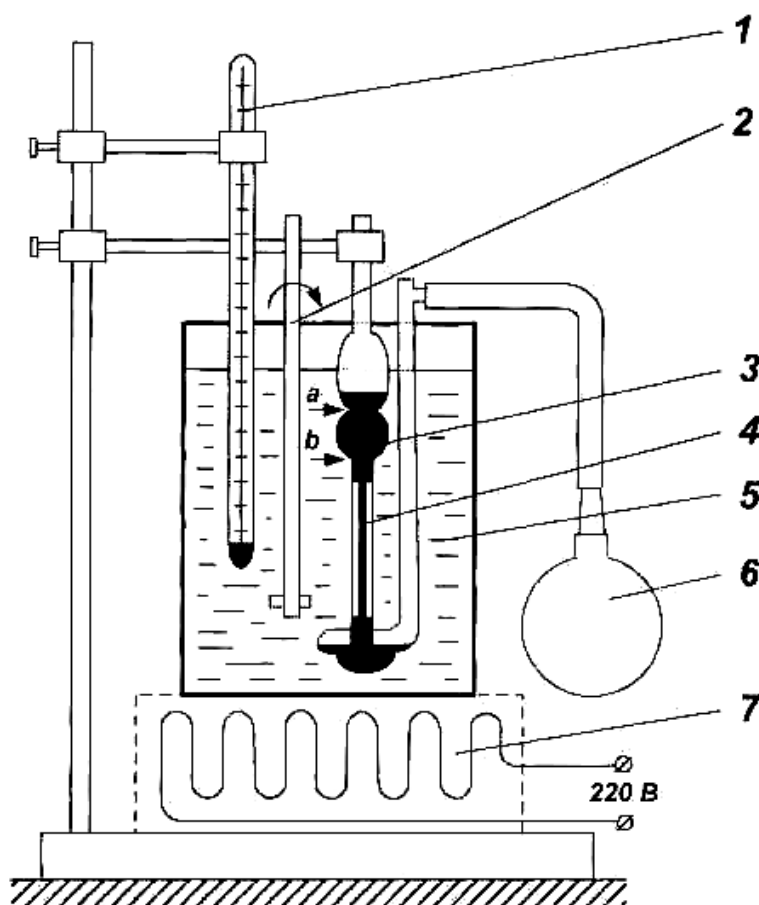


Рисунок 4 – Прибор для определения кинематической вязкости нефтепродукта: 1 – термометр; 2 – мешалка; 3 – вискозиметр; 4 – капилляр вискозиметра; 5 – баня водяная; 6 – груша резиновая; 7 – элемент нагревательный

На каждый экземпляр вискозиметра должен быть паспорт в котором указывается постоянная вискозиметра «С» в мм<sup>2</sup>/с<sup>2</sup>. Вискозиметры имеют различные размеры по диаметру капилляра. В зависимости от условий определения подбирается вискозиметр определенного размера по ГОСТ 33-82.

Для определения кинематической вязкости сначала необходимо заполнить вискозиметр нефтепродуктом, для чего:

- надеть резиновую трубку на полый отросток колена 1;
- перевернуть вискозиметр открытыми концами колен вниз;
- зажать большим пальцем руки широкое колено с торца и подсоединить резиновую грушу к свободному концу резиновой трубки;
- опустить заборную трубку «а» вискозиметра в сосуд с нефтепродуктом – создавая разрежение резиновой грушей, осторожно заполнять среднее и верхнее «b» расширение жидкостью до метки «M<sub>2</sub>»;
- перевернуть вискозиметр открытым концом колена и заборной трубки вверх;
- закрепить вискозиметр в штатив строго вертикально.

Затем необходимо погрузить в термостат 3 так, как показано на рис. 7 и выдержать вискозиметр в бане не менее 15 минут при 20°C, не вынимая вискозиметр из бани, медленно набрать в верхнее расширение «b», несколько выше метки «M<sub>2</sub>», топливо из расширения 5. При заполнении вискозиметра в нём не должно образовываться разрывов и пузырьков воздуха.

Подняв жидкость выше метки «M<sub>1</sub>», отключают резиновую грушу и внимательно наблюдают за перетеканием жидкости через капилляр 6 в расширение 5. В момент достижения жидкостью метки «M<sub>1</sub>» необходимо пустить секундомер, а в момент прохождения уровня метки «M<sub>2</sub>» остановить его.

При проведении опытов фиксируют температуру термометром 2. На той же порции нефтепродукта проводят пять замеров и заносят данные в таблицу ?.

Далее проводят расчет кинематической вязкости (мм<sup>2</sup>/с) по формуле:

$$\nu_{20} = C \cdot \tau_{cp} \quad (9)$$

где  $\tau_{cp}$  – среднее арифметическое значение пяти замеров времени истечения, при условии разницы между ними не более 1% абсолютного значения.

С целью построения вязкостно-температурной кривой, кинематическую вязкость испытуемого масла определяют при температурах 40°C, 50°C, 60°C, 70°C, 80°C, 90°C и 100°C.

Полученные результаты заносят в отчет (см. прил. ?) с последующим построением вязкостно-температурной кривой.

Интенсивность изменения вязкости масла при изменении температуры у различных моторных масел различна. Вязкостно-температурные свойства масел оценивают индексом вязкости.

*Индекс вязкости (ИВ)* представляет собой относительную величину, которая показывает степень изменения вязкости масла в зависимости от температуры по сравнению с эталонными маслами. В качестве эталонных выбраны две серии масел различной вязкости: масла первой серии обладают пологой вязкостно-температурной кривой, их ИВ принят за 100 ед; масла второй серии характеризуются весьма крутой вязкостно-температурной кривой, ИВ которых принят за 0 ед.

Моторные масла с более высоким ИВ обладают лучшими эксплуатационными свойствами. Для повышения ИВ в моторные масла добавляют вязкостные присадки, и тогда такие масла называют загущенными.

Для подсчета индекса вязкости определяют кинематическую вязкость испытуемого масла при температурах 40°C и 100°C.

$$ИВ = \frac{v - v_1}{v - v_2} \quad (10)$$

где  $v$  – кинематическая вязкость масла при 40°C с индексом вязкости, равным 0 и имеющим 100°C такую же кинематическую вязкость, как испытуемое масло, мм<sup>2</sup>/с;

$v_1$  – кинематическая вязкость испытуемого масла при 40°C, мм<sup>2</sup>/с;

$v_2$  – кинематическая вязкость масла при 40°C с индексом вязкости, равным 100 и имеющим при 100°C такую же кинематическую вязкость, как испытуемое масло, мм<sup>2</sup>/с.

По этой формуле определяют ИВ, если кинематическая вязкость масла при 100°C находится в пределах 2-70 мм<sup>2</sup>/с.

Значения  $v$  и  $v_2$  берут из таблицы П.8.

Вычисленное значение ИВ округляют до целого числа (см. прил. 8).

### ***5 Составление отчета***

Результаты физико-химических анализов, паспортных данных показателей качества моторного масла и нормы ГОСТ записывается в отчет. В заключении отчета по моторному маслу определяется область и возможность его применения (марка и тип двигателя, сущность и т.п.) (см. прил. 5).

## ФОРМЫ ДЛЯ ОФОРМЛЕНИЯ ОТЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

#### Комплексная оценка основных свойств бензина

#### *1 Определение наличия механических примесей и воды*

Цвет\_\_\_\_\_

Прозрачность\_\_\_\_\_

Испаряемость\_\_\_\_\_

Наличие воды\_\_\_\_\_

Наличие механических примесей\_\_\_\_\_

#### *2 Определение наличия водо-растворимых кислот и щелочей*

Таблица 1 – Окраска водной вытяжки

При действии метилоранжа	При действии фенолфталеина

Заключение\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

#### *3 Определение кислотности*

$K = \frac{\text{_____}}{\text{_____}} = \text{_____}$  (мл КОН на 100 мл)

Заключение\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

#### 4 Определение фракционного состава бензина перегонкой

Таблица 2 – Результаты разгонки бензина

% отгона	НР	10	20	30	35	40	50	60	70	80	90	КР%
t, °C												
T, сек												

Остаток в колбе после разгонки \_\_\_\_\_ мл

Цвет, запах и консистенция остатка \_\_\_\_\_

Потери на испарение при разгонке \_\_\_\_\_ %

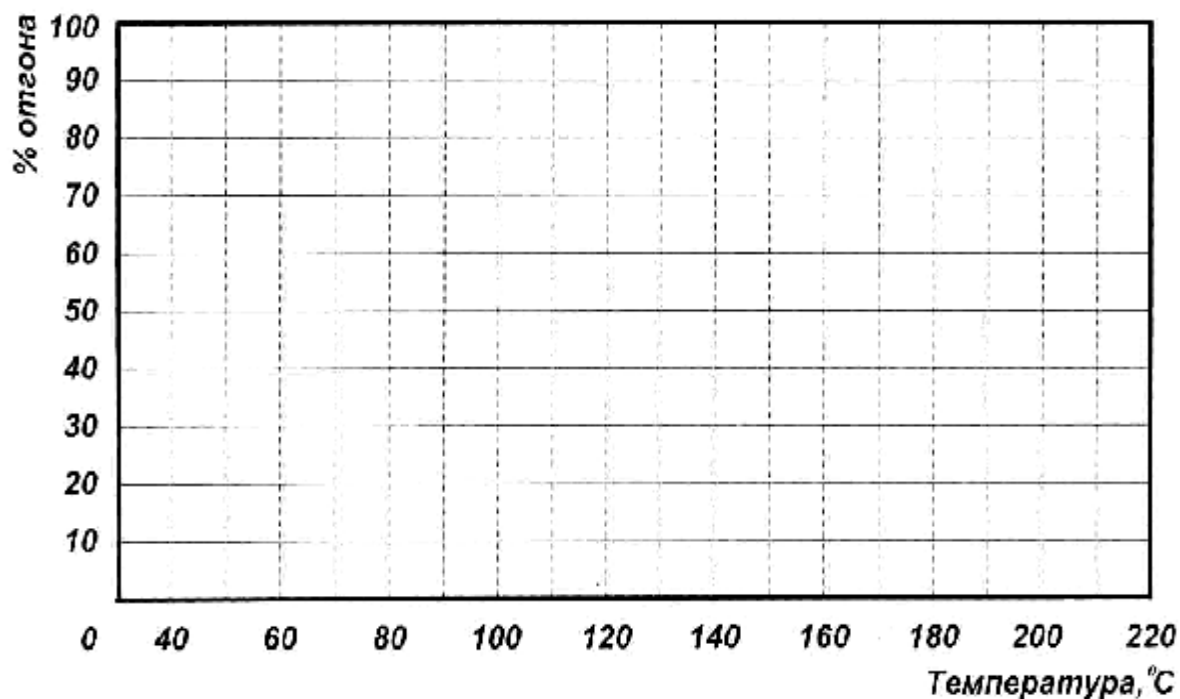


Рисунок 5 – Кривая разгонки бензина

Возможно образование паровых пробок

$$t_{III} = t_{10\%} + 10 = \text{_____} \text{ } ^\circ\text{C}$$

Обеспечен легкий пуск двигателя

$$t_B \geq \frac{t_{10\%} - 73,8}{1,25} = \text{_____} \text{ } ^\circ\text{C}$$

Обеспечен затрудненный пуск двигателя

$$t_B = 0,5t_{10\%} + 0,33t_{\text{нр}} - 20,76 = \text{_____} \text{ } ^\circ\text{C}$$

Обеспечен быстрый прогрев и хорошая приёмистость

$$t_B = \frac{t_{50\%} - 18}{2} = \text{_____} \text{ } ^\circ\text{C}$$

Будет незначительное разжижение масла в картере

$$t_{90\%} \leq 180^\circ\text{C}, \text{ результат } t_{90\%} = \text{_____} \text{ } ^\circ\text{C}$$

Заключение \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## Отчёт

о лабораторной работе по оценке качества бензина

\_\_\_\_\_ (указать марку)

№	Наименование показателей качества оцениваемого образца	Численная величина		
		по ГОСТ	по паспорту качества	полученная на основании анализов
1	Октановое число			
2	Содержание свинца, г/кг			
3	Давление насыщенных паров, кПа			
4	Кислотность, мг КОН/100 мл			
5	Содержание фактических смол, мг/100 см <sup>3</sup>			
6	Наличие механических примесей, воды			
7	Наличие водо-растворимых кислот, щелочей			
8	Фракционный состав: температура 10% отгона, °C температура 50% отгона, °C температура конца кипения, °C			
9	Остаток в колбе, %			
10	Остаток и потери, %			
Заключение о пригодности образца к применению				

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

### Комплексная оценка основных свойств моторного масла

#### 1 Оценка образца простейшими методами

Цвет в проходящем свете \_\_\_\_\_

Цвет в отражённом свете \_\_\_\_\_

Прозрачность \_\_\_\_\_

Наличие воды (проба на потрескивание) \_\_\_\_\_

Наличие механических примесей (испытание на стекло, проба на фильтрованную бумагу) \_\_\_\_\_

#### 2 Определение плотности моторного масла

Таблица 3 – Результаты измерений и пересчёта

Показание ареометра, кг/м <sup>3</sup> (г/см <sup>3</sup> )		Температура при измерении, °C		Температурная поправка, кг/м <sup>3</sup> ·°C		Плотность масла, кг/м <sup>3</sup> (г/см <sup>3</sup> )
раствори- тель	смесь	раствори- тель	смесь	раствори- тель	смесь	

Формулы для пересчета:

$$\rho_4^{20} \text{растворителя} = \text{_____} + \text{_____} \left( \text{_____} - 20 \right) = \text{_____} \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_4^{20} \text{смеси} = \text{_____} + \text{_____} \left( \text{_____} - 20 \right) = \text{_____} \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_4^{20} \text{масла} = 2 \cdot \text{_____} \text{ смеси} - \text{_____} \text{ растворителя} = \text{_____} \text{ кг/м}^3$$

Заключение \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



### **3 Определение температуры вспышки и воспламенения моторного масла в открытом тигле**

Таблица 4 – Результаты испытания моторного масла

Показатель	Температура вспышки по ГОСТ, °С	Скорость подогрева масла, град. в мин.	Температура начала испытания, °С	Результат определения, °С		Отклонение фактического значения от ГОСТ, °С
				1	2	
Испытания на t вспышки						

Заключение \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### **4 Определение вязкостно-температурных свойств моторного масла**

Характеристика вискозиметра (см. паспорт)

Тип вискозиметра \_\_\_\_\_

Номер вискозиметра \_\_\_\_\_

Диаметр капилляра \_\_\_\_\_

Постоянная вискозиметра \_\_\_\_\_

Таблица 5 – Результаты измерений и пересчета

Температура определения вязкости, °С	40	50	60	70	80	90	100			
							1	2	3	среднее
Время испыт. $\tau$ , сек										
Кинематическая вязкость $\nu$ , мм <sup>2</sup> /с										

Формулы для подсчета вязкости:



## Отчет

о лабораторной работе по оценке качества моторного масла

---

(указать марку)

№	Наименование показателя качества	Нормы по ГОСТ	Нормы по паспорту качества	Данные физико-химического анализа
1	Кинематическая вязкость при 100°C, мм <sup>2</sup> /с			
2	Индекс вязкости			
3	Щелочное число, мг КОН на 1 г масла			
4	Зольность сульфатная, %			
5	Термоокислительная стабильность при 250°C, мин			
6	Температура вспышки в открытом тигле, °C			
7	Массовая доля (%) механических примесей, воды			
8	Моторные испытания			
9	Плотность при 20°C, кг/м <sup>3</sup>			
Заключение о марке и пригодности образца моторного масла к использованию				

## ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ БЕНЗИНОВ ГОСТ 2084-77

ПОКАЗАТЕЛИ	МАРКА	
	АИ-92 (ТУ 38.001165-87)	АИ-95 (ГОСТ 2084-77)
Октановое число, не менее:		
- моторный метод	83	85
- исследовательский метод	92	95
Фракционный состав, °С:		
- t начала кипения, не ниже	35	35
- t 10%, не выше	75	75/55
- t 50%, не выше	115	120/105
- t 90%, не выше	180	180/160
- t конца кипения, не выше	205	205/195
Давление насыщенных паров, кПа, не более	80/80	66,5/66,5-91,3
Содержание фактических смол, мг/100 см <sup>3</sup> бензина, не более	5,0/5,0	3,0/5,0
Содержание свинца, г/л, не более	0,013	
Кислотность, мг КОН/100 см <sup>3</sup> бензина, не более	1	
Индукционный период, мин, не более	360	
Цвет	бесцветный	бесцветный
Содержание серы, % масс., не более	0,05	0,1
Содержание водорастворимых кислот и щелочей	отсутствуют	
Содержание воды и механических примесей	отсутствуют	
Коррозия на медной пластинке	выдерживает	
Плотность при 20°С, кг/м <sup>3</sup> , не более	770	Не норм.

Примечание: \* Числитель для летнего, знаменатель – для зимнего вида бензина

## ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ ГОСТ 305-82

ПОКАЗАТЕЛИ	МАРКА		
	Л	З	А
Цетановое число, не менее:	45	45	45
Фракционный состав, °С:			
$t_{50\%}$ , не выше	280	280	255
$t_{96\%}$ (конец перегонки), не выше	360	340	330
Кинематическая вязкость, при 20°С, мм <sup>2</sup> /с	3,0-6,0	1,8-5,0	1,5-4,0
Температура помутнения, °С, не выше, для климатической зоны:			
умеренной	-5	-25	-
холодной	-	-35	-
Температура застывания, °С, не выше, для климатической зоны:			
умеренной	-10	-35	-
холодной	-	-46	-55
Массовая доля серы, %, не более:			
в топливе вида I	0,2	0,2	0,2
в топливе вида II	0,5	0,5	0,4
Массовая доля меркаптановой серы, %, не более	0,01	0,01	0,01
Температура вспышки (в закрытом тигле), °С, не ниже для дизелей общего назначения	40	35	30
Содержание фактических смол, мг/100 см <sup>3</sup> , не более	40	30	30
Кислотность, мг КОН/100 см <sup>3</sup> , не более	5	5	5
Испытание на медной пластинке	Выдерживает		
Содержание:	Отсутствие		
- воды			
- механических примесей			
Йодное число, г I <sub>2</sub> /100г, не более	6	6	6
Зольность, %, не более	0,01	0,01	0,01
Коксуемость 10% остатка, %, не более	0,3	0,3	0,3
Коэффициент фильтруемости, не более	3	3	3
Плотность при 20°С, кг/м <sup>3</sup> , не более	860	840	830

Примечание: \* Содержание сероводорода, водорастворимых кислот и щелочей – отсутствие

## ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА МОТОРНЫХ МАСЕЛ

ПОКАЗАТЕЛИ	МАРКА		
	М-8В	М-8Г <sub>2к</sub>	М-10Г <sub>2к</sub>
Вязкость кинематическая, мм <sup>2</sup> /с: при 100°С при 0°С, не более	9,5-10,5 1200	7,5-8,5 1200	10,5-11,5 -
Индекс вязкости, не менее	93	95	95
Щелочное число, мг КОН на 1 г масла, не менее	4,2	6,0	6,0
Температура вспышки в открытом тигле, °С, не ниже	207	210	220
Температура застывания, °С, не выше	-25	-30	-18
Зольность сульфатная, %, не более	0,95	1,15	1,15
Массовая доля механических примесей, %, не более	0,015	0,015	0,015

## Приложение 6

### ОКРАСКА ИНДИКАТОРА В РАЗНЫХ СРЕДАХ

Среда	Окраска индикатора	
	Метилоранж	Фенолфталеин
Щелочная	Жёлтая	Малиновая
Нейтральная	Оранжевая	Бесцветная
Кислая	Красная	—

## Приложение 7

### ТАБЛИЦА СРЕДНИХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОПРАВOK ДЛЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Плотность	Температурная поправка на 1°C	Плотность	Температурная поправка на 1°C
0,7000-0,7099	0,000897	0,8500-0,8599	0,000699
0,7100-0,7199	0,000884	0,8600-0,8699	0,000686
0,7200-0,7299	0,000870	0,8700-0,8799	0,000673
0,7300-0,7399	0,000857	0,8800-0,8899	0,000660
0,7400-0,7499	0,000844	0,8900-0,8999	0,000647
0,7500-0,7599	0,000831	0,9000-0,9099	0,000633
0,7600-0,7699	0,000818	0,9100-0,9199	0,000620
0,7700-0,7799	0,000805	0,9200-0,9299	0,000607
0,7800-0,7899	0,000792	0,9300-0,9399	0,000594
0,7900-0,7999	0,000778	0,9400-0,9499	0,000581
0,8000-0,8099	0,000765	0,9500-0,9599	0,000567
0,8100-0,8199	0,000752	0,9600-0,9699	0,000554
0,8200-0,8299	0,000738	0,9700-0,9799	0,000541
0,8300-0,8399	0,000725	0,9800-0,9899	0,000528
0,8400-0,8499	0,000712	0,9900-0,9999	0,000515

## Приложение 8

### ЗНАЧЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ВЯЗКОСТИ МАСЕЛ ПРИ 100°С, мм

при 100°С	при 40°С с ИВ=0, ν	при 40°С с ИВ=100, ν <sub>2</sub>	при 100°С	при 40°С с ИВ=0, ν	при 40°С с ИВ=100, ν <sub>2</sub>
6,0	57,97	38,19	11,1	176,6	96,45
6,1	59,74	39,17	11,2	179,4	97,71
6,2	61,52	40,15	11,3	182,1	98,97
6,3	63,32	41,13	11,4	184,9	100,2
6,4	65,18	42,14	11,5	187,6	101,5
6,5	67,12	43,18	11,6	190,4	102,8
6,6	69,16	44,24	11,7	193,3	104,1
6,7	71,29	45,33	11,8	196,2	105,4
6,8	73,48	46,44	11,9	199,0	106,7
6,9	75,72	47,51	12,0	201,9	108,0
7,0	78,00	48,57	12,1	204,8	109,4
7,1	80,25	49,61	12,2	207,8	110,7
7,2	82,39	50,69	12,3	210,7	112,0
7,3	84,53	51,78	12,4	213,6	113,3
7,4	86,66	52,88	12,5	216,6	114,7
7,5	88,85	53,98	12,6	219,6	116,0
7,6	91,04	55,09	12,7	222,6	117,4
7,7	93,20	56,20	12,8	225,7	118,7
7,8	95,43	57,31	12,9	228,8	120,1
7,9	97,72	58,45	13,0	231,9	121,5
8,0	100,0	59,60	13,1	235,0	122,9
8,1	102,3	60,74	13,2	238,1	124,2
8,2	104,6	61,89	13,3	241,2	125,6
8,3	106,9	63,05	13,4	244,3	127,0
8,4	109,2	64,18	13,5	247,4	128,4
8,5	111,5	65,32	13,6	250,6	129,8
8,6	113,9	66,48	13,7	253,8	131,2
8,7	116,2	67,64	13,8	257,0	132,6
8,8	118,5	68,79	13,9	260,1	134,0
8,9	120,9	69,94	14,0	263,3	135,4
9,0	123,3	71,10	14,1	266,6	136,8
9,1	125,7	72,27	14,2	269,8	138,2
9,2	128,0	73,42	14,3	273,0	139,6
9,3	130,4	74,57	14,4	276,3	141,0
9,4	132,8	75,73	14,5	279,6	142,4
9,5	135,3	76,91	14,6	283,0	143,9
9,6	137,7	78,08	14,7	286,4	145,3
9,7	140,1	79,27	14,8	289,7	146,8
9,8	142,7	80,46	14,9	293,0	148,2
9,9	145,2	81,67	15,0	296,5	149,7
10,0	147,7	82,87	15,1	300,0	151,2
10,1	150,3	84,08	15,2	303,4	152,6
10,2	152,9	85,30	15,3	306,9	154,1
10,3	155,4	86,51	15,4	310,3	155,6
10,4	158,0	87,72	15,5	313,9	157,0
10,5	160,6	88,95	15,6	317,5	158,6
10,6	163,2	90,19	15,7	321,1	160,1
10,7	165,8	91,40	15,8	324,6	161,6
10,8	168,5	92,65	15,9	328,3	163,1
10,9	171,2	93,92	16,0	331,9	164,6
11,0	173,9	95,19			



## Приложение 9

### ПЕНЕТРАЦИЯ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК

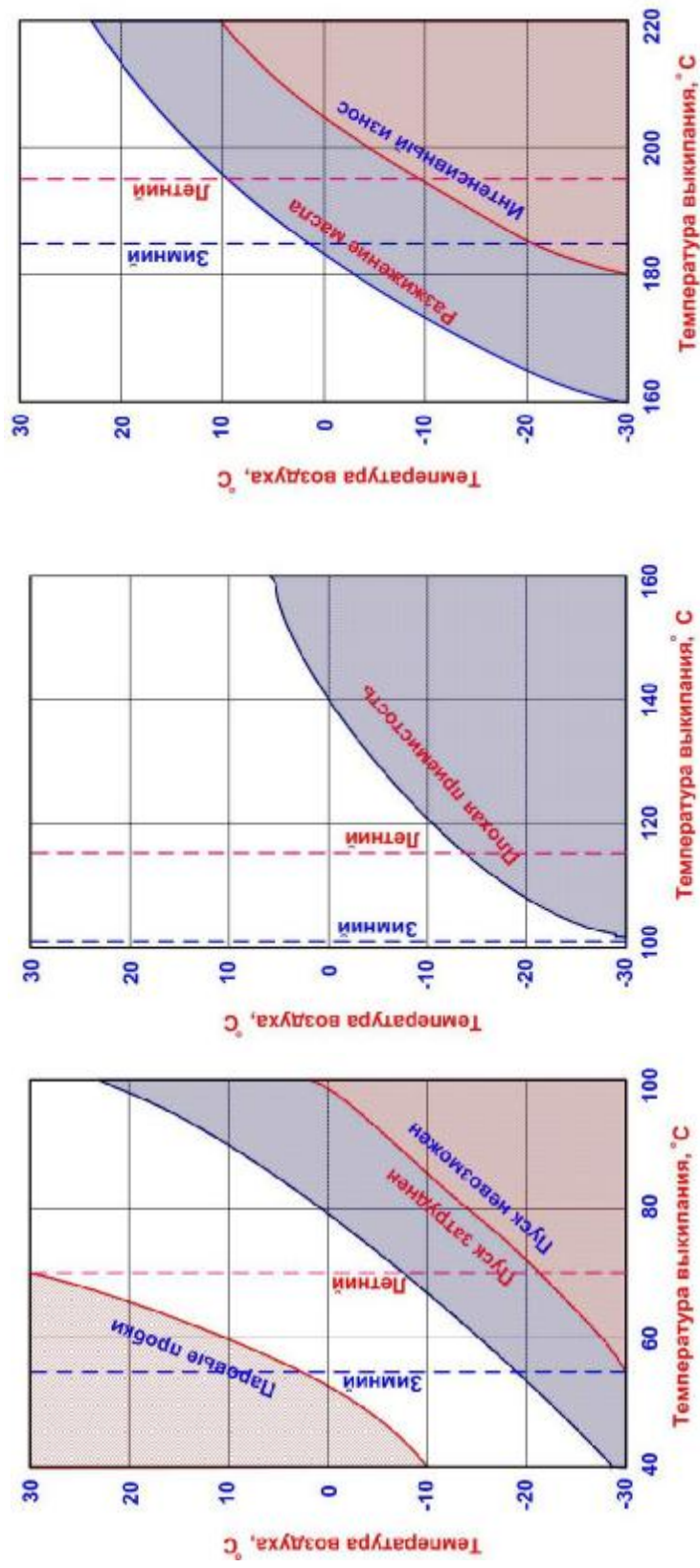
Смазка	Пенетрация при 25°C	Коллоидная стабильность, %
Солидол С	270...330	1...5
Пресс-солидол С	330...360	2...10
Графитная смазка	250...270	0,5...4
Литол-24	220...250	8...12
ФИОЛ-1	310...340	15...20
УНИОЛ-1	280...320	2...7
ЦИАТИМ-221	280...320	4...7
ЦИАТИМ-201	290...320	16...30
Лита	290...320	15...20
Смазка №158	305	8...15
КСБ	245...275	4...8

## Приложение 10

### ТЕМПЕРАТУРА КАПЛЕПАДЕНИЯ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК

Смазка	Температура каплепадения, °С	Температурный диапазон применения, °С
Солидол С	85...105	от -20 до 65
Пресс-солидол С	85...95	от -30 до 50
Графитная смазка	77...90	от -20 до 65
Литол-24	185...205	от -40 до 130
ФИОЛ-1	185...200	от -40 до 120
УНИОЛ-1	230...260	от -30 до 150
ЦИАТИМ-221	200...220	от -60 до 150
ЦИАТИМ-201	175...190	от -60 до 90
Смазка №158	140...160	от -40 до 120
КСБ	150...190	от -30 до 110

# ВЛИЯНИЕ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА БЕНЗИНА



10% -ОТГОН

50% -ОТГОН

КОНЕЦ КИПЕНИЯ

## ЛИТЕРАТУРА

### *Основная литература*

1. Артемов, И.И. Эксплуатационные материалы: учебник / И.И. Артемов, Ю.В. Гуськов, А.П. Уханов. – Пенза: Информационно-издательский центр ПГУ, 2006. – 414 с.
2. Гуськов, Ю.В. Топливо для двигателей внутреннего сгорания: методические указания к выполнению лабораторных работ / Ю.В. Гуськов. – Пенза, 1996. – 38 с.
3. Итинская, Н.И. Топливо, масла и технические жидкости: справочник / Н.И. Итинская, Н.А. Кузнецов. – М.: Агропромиздат, 1989. – 454 с.
4. Стребков, С.В. Применение топлива, смазочных материалов и технических жидкостей в агропромышленном комплексе: учебное пособие / С.В. Стребков, В.В. Стрельцов. – Белгород: Белгородская ГСХА, 1999. – 404 с.

### *Дополнительная литература*

1. Ананьев, С.И. Эксплуатационные материалы для автомобилей и тракторов: учебное пособие / С.И. Ананьев, В.Г. Безносков, В.В. Беднарский. – Ростов н/Д: Феникс, 2006. – 384 с.
2. Кузнецов, А.В. Лабораторный практикум по топливу и смазочным материалам / А.В. Кузнецов, Н.Д. Кульчев. – М.: Агропромиздат, 1987. – 287 с.
3. Синельников, А.Ф. Автомобильные масла, топлива и технические жидкости. Краткий справочник / А.Ф. Синельников, В.И. Балабанов. – М.: ООО «Книжное издательство «За рулем»», 2007. – 160 с.
4. Фокин, В.В. Материаловедение на автомобильном транспорте / В.В. Фокин, С.Б. Марков. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 288 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ОТДЕЛЬНЫХ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
1.1 Краткие сведения о переработке нефти и нефтепродуктов.....	4
1.2 Автомобильные бензины.....	5
1.3 Дизельные топлива.....	9
1.4 Эксплуатационные свойства и использование газообразных топлив.....	12
1.5 Нетрадиционные виды топлива для двигателей внутреннего сгорания.....	14
1.6 Общие сведения о смазочных материалах.....	15
1.7 Моторные масла.....	18
1.8 Трансмиссионные масла.....	23
1.9 Технологические масла.....	26
1.10 Пластичные смазки.....	29
1.11 Специальные технические жидкости (охлаждающие, тормозные, амортизаторные и пусковые жидкости, гидравлические масла, электролиты).....	31
1.12 Рациональное использование нефтепродуктов.....	37
1.13 Ремонтно-восстановительные и ремонтно-эксплуатационные материалы.....	39
2 ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ И УКАЗАНИЯ ПО ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ.....	46
2.1 Список вопросов для выполнения контрольной работы.....	46
2.2 Перечень задач для выполнения контрольной работы.....	56
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	59
1 Методика проведения лабораторных работ.....	60
2 Формы для оформления отчета по лабораторным работам...	76
3 Показатели качества автомобильных бензинов ГОСТ 2084-77.....	83
4 Показатели качества дизельных топлив ГОСТ 305-82.....	84
5 Показатели качества моторных масел.....	85
6 Окраска индикатора в разных средах.....	86
7 Таблица средних температурных поправок для нефтепро- дуктов.....	86

8	Значение кинематической вязкости масел при 100 <sup>0</sup> С.....	87
9	Пенетрация пластичных смазок.....	88
10	Температура каплепадения пластичных смазок.....	88
11	Влияние фракционного состава на эксплуатационные свойства бензина.....	89
	ЛИТЕРАТУРА.....	90

Юрий Викторович Гуськов

Александр Петрович Уханов

Олег Александрович Царев

## **ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

Методические указания по изучению дисциплины и задания для контрольной работы студентам заочного отделения высших учебных заведений, обучающихся по специальностям 110800.62 – Агроинженерия, 190600.62 – Эксплуатация транспортно-технических машин и комплексов в высших учебных заведениях

Компьютерная верстка

Л.В. Уханова

---

Сдано в производство  
Бумага Гознак Print  
Тираж 100 экз.

Формат 60×84 1/16  
Усл. печ. л. 6,06  
Заказ №

---

РИО ПГСХА  
440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30