



Методика выполнения лабораторных работ по дисциплине «ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ»

Учебно-методическое пособие

НОВОСИБИРСК 2022

**НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Инженерный институт

Методика выполнения
лабораторных работ по дисциплине
«ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ»
Учебно-методическое пособие

Новосибирск 2022

УДК 62-611+621.89
ББК 35.10-9, 72-082, я7
Т 581

Кафедра сельскохозяйственных машин

Составители: *Г.М. Крохта*, д-р техн. наук, проф.; *В.А. Крум*, канд. техн. наук; *А.Б. Иванников*, канд. техн. наук; *Е.Н. Хомченко*, канд. техн. наук

Рецензент канд. техн. наук., проф. *В.В. Коноводов*

Методика выполнения лабораторных работ по дисциплине «Эксплуатационные материалы»: учебно-методическое пособие / Новосибирский государственный аграрный университет, Инженерный институт; составители: Г.М. Крохта, В.А. Крум, А.Б. Иванников, Е.Н. Хомченко. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос» 2022.– 109 с.

В учебно-методическом пособии представлены теоретическое обоснование и методические указания к лабораторным работам, выдержки из нормативных документов, регламентирующие требования к показателям качества автомобильных бензинов, дизельных топлив, моторных и трансмиссионных масел, пластичных смазок и специальных жидкостей.

Разработано в соответствии с рабочей программой для учебного плана поколения 3++ дисциплины «Эксплуатационные материалы» и предназначено для формирования у студентов Инженерного института НГАУ знаний, практических навыков и умений определять показатели качества нефтепродуктов, оценивать уровень эксплуатационных свойств и возможные последствия их применения в технике.

Утверждено и рекомендовано к изданию методическим советом Инженерного института (протокол № 3 от 26 октября 2021г.).

© Новосибирский ГАУ, 2021

ВВЕДЕНИЕ

Перед началом занятий преподаватель инструктирует студентов по технике безопасности на рабочем месте при выполнении лабораторных работ. После ознакомления с инструкцией каждый студент расписывается в журнале по технике безопасности. Студент, не прошедший инструктаж по технике безопасности, к лабораторным занятиям не допускается.

Программой предусмотрено выполнение 5 лабораторных работ. Каждая лабораторная работа выполняется группой из 3-5 студентов в течение 4 учебных часов. Каждому студенту необходимо внимательно прочитать и усвоить применяемые профессиональные термины и методические указания к лабораторной работе. Получив разрешение преподавателя на проведение испытаний, приступают к выполнению лабораторной работы. Пробы нефтепродуктов для испытаний находятся на отдельном столе.

Каждый студент должен иметь рабочую тетрадь для лабораторно-практических занятий по дисциплине «Эксплуатационные материалы». Результаты испытаний нефтепродукта студент сравнивает с требованием ГОСТа на данную марку нефтепродукта и ниже таблицы пишет заключение о соответствии (несоответствии) нефтепродукта по величине анализируемого показателя качества требованию ГОСТа, об удовлетворительном (неудовлетворительном) уровне эксплуатационного свойства нефтепродукта, которое оценивается анализируемым показателем качества, о последствиях применения испытываемого нефтепродукта в технике.

После выполнения всех испытаний студент в рабочей тетради излагает в письменной форме общие выводы о соответствии нефтепродукта по проверенным показателям качества требованиям ГОСТа, об уровне оценки его эксплуатационных свойств и прогнозируемых последствиях его применения в технике.

После заполнения всех таблиц рабочей тетради каждый студент готовится к защите лабораторной работы путем устных ответов на контрольные вопросы к работе и письменного ответа на вопросы теста. Студент должен правильно ответить на 80% заданных вопросов. По результатам качества выполнения лабораторной работы, знания терминов, правильности устных и письменных ответов преподаватель делает отметку в своем журнале: «зачет», «незачет». Повторная защита лабораторной работы осуществляется после дополнительной подготовки студента.

В учебно-методическом пособии приведены задания к лабораторным работам, краткая методика их выполнения; нормативные материалы (ГОСТы) на нефтепродукты; термины и определения, используемые при применении нефтепродуктов в технике.

1. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ БЕНЗИНОВ

Отечественные автомобильные бензины выпускают по трем ГОСТам, в каждом из которых используется своя маркировка.

Марка бензина, выпускаемого по ГОСТ 2084-77 Бензины автомобильные. Технические условия, содержат буквы и цифры, несущие определенную информацию. Например, марка бензина АИ-95 обозначает, что бензин **А** - автомобильный, так как еще есть бензины **Б** - авиационные. Цифра 95 обозначает, что величина октанового числа бензина должна быть не менее 95. Буква **И** обозначает, что октановое число бензина определено исследовательским методом. По данному ГОСТу имеется бензин марок А-72 и А-76, снятых с производства. Отсутствие в марке бензина А-76 буквы **И** указывает, что октановое число бензина определено моторным методом. Буква **М** в марке бензина не указывается. Октановое число бензина марки А-76 по исследовательскому методу должно быть не менее 80, поэтому этот бензин мог продаваться под маркой АИ-80. В настоящее время по данному ГОСТу выпускаются бензины марок АИ - 91, АИ - 93 и АИ - 95.

В маркировке неэтилированных бензинов, выпускаемых по ГОСТ Р 51105-97 Топлива для двигателей внутреннего сгорания. Бензин неэтилированный. Технические условия, используют слова «нормаль», «регуляр» и цифры, указывающие величину октанового числа по исследовательскому методу. Например, бензины марки Нормаль-80 и Регуляр-92.

В маркировке неэтилированных бензинов европейского качества, выпускаемых по ГОСТ Р 51866-2002 Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия, дополнительно используются слова «премиум», «супер» и «евро», указывающие, что качество этих бензинов соответствует европейским стандартам. Например, автомобильный бензин марок Премиум Евро-95 и Супер Евро-98. Величина октанового числа данных марок определена исследовательским методом.

Химмотология – прикладная техническая наука об эксплуатационных свойствах, показателях качества и рациональном применении топлив, масел, пластичных смазок и специальных жидкостей в технике.

Эксплуатационное свойство – объективная особенность топлива, которая может проявляться в процессе производства, транспортирования, хранения, испытания и применения его в технике.

Эксплуатационные свойства оцениваются показателями качества.

Показатель качества продукции – количественная характеристика одного или нескольких свойств продукции, входящих в ее качество, рассматриваемая применительно к определенным условиям ее создания и эксплуатации или потребления.

Эксплуатационные свойства и показатели качества образуют систему показателей качества (табл.1.1).

Таблица 1.1

Система показателей качества автомобильных бензинов

Эксплуатационные свойства	Показатели качества
Прокачиваемость	Массовая доля механических примесей, массовая доля воды и механических примесей, цвет
Охлаждающее	Теплоемкость, теплопроводность, теплота испарения
Испаряемость	Температура начала перегонки, температура перегонки 10% об., температура перегонки 50% об., температура перегонки 90% об., температура конца кипения, давление насыщенных паров, склонность к образованию паровых пробок
Воспламеняемость	Температура вспышки в закрытом тигле, температура самовоспламенения, температурные пределы воспламенения, концентрационные пределы воспламенения, группа пожароопасности
Горючесть	Октановое число - моторный метод, октановое число – исследовательский метод, дорожное октановое число, коэффициент распределения детонационной стойкости, плотность, массовая доля ароматических углеводородов
Склонность к отложениям	Йодное число, концентрация фактических смол, время смывания эталонных отложений, изопропиловый эквивалент
Совместимость	Массовая доля серы, массовая доля меркаптановой серы, испытание на медной пластинке, содержание водорастворимых кислот и щелочей
Защитное свойство	Защитное свойство топлив с присадками, коррозионные потери металлов в условиях конденсации воды
Противоизносное	Кислотность
Токсичность	ПДК в воздухе рабочей зоны, класс токсичности, ПДК в атмосфере населенных пунктов, концентрация свинца, интенсивность окраски, токсичность продуктов сгорания
Сохраняемость	Период индукции, гарантийный срок хранения, сумма продуктов окисления

Величина показателей качества конкретной марки автомобильного бензина утверждена нормативным документом - ГОСТом или ТУ.

Если значение показателей качества автомобильного бензина, характеризующее анализируемое эксплуатационное свойство, соответствует требованиям

ГОСТа, то уровень анализируемого эксплуатационного свойства считается удовлетворительным. Если значение даже одного из показателей качества не соответствует этим требованиям, то уровень эксплуатационного свойства автомобильного бензина считается неудовлетворительным, так как его применение приведет к каким-либо негативным последствиям, например, к ухудшению его прокачиваемости через фильтры, неполному испарению и перерасходу топлива, нарушению процесса сгорания, ухудшению пуска двигателя, образованию отложений в цилиндре и т.д.

Цель лабораторной работы №1 – получить практические навыки определения показателей качества автомобильных бензинов, научиться оценивать уровень эксплуатационных свойств и прогнозировать возможные последствия для двигателя при использовании бензинов низкого качества.

Задачи работы:

- усвоить профессиональные термины и методики определения показателей качества автомобильных бензинов;
- приобрести практические навыки по определению показателей качества автомобильных бензинов;
- приобрести практические навыки работы с нормативными документами;
- приобрести практические навыки составления заключений о соответствии качества бензина требованию ГОСТа по отдельным показателям качества;
- приобрести практические навыки составления заключения о качестве испытуемого автомобильного бензина и последствиях для двигателя при его применении.

Оборудование. Прибор АК-3Б для определения октанового числа бензина, прибор для определения фракционного состава бензина, прибор ПОС-77 для определения фактических смол, весы, электроплитка, термометр, лакмусовая бумага, делительная воронка, лабораторная посуда, образец бензина.

Задание и последовательность его выполнения

1. Экспериментально определить показатели качества эксплуатационного свойства «горючесть» бензина – октановое число, коэффициент распределения детонационной стойкости и плотность. По полученным экспериментальным данным определить марку автомобильного бензина и ГОСТ, показателям качества которого он соответствует. Определить величину показателей качества по требованиям ГОСТа и записать их в соответствующую таблицу рабочей тетради. Сравнить величины показателей качества - октановое число и плотность бензина – с требованиями ГОСТа и дать заключение о соответствии (несоответствии)

бензина требованиям ГОСТа. По экспериментальным данным величины октанового числа и плотности оценить уровень эксплуатационного свойства бензина «горючесть» и дать прогноз последствий его применения в двигателе.

2. Экспериментально определить показатели качества эксплуатационного свойства «испаряемость» бензина – температуру начала кипения бензина, температуру перегонки 10%, температуру перегонки 50%, температуру перегонки 90% и температуру конца кипения и сравнить со значениями соответствующего ГОСТа для установленной марки бензина. Построить графики фракционного состава бензина по полученным данным и по данным ГОСТа. Сравнить эти показатели и дать заключение о соответствии (несоответствии) бензина требованиям ГОСТа. Оценить уровень испаряемости бензина и дать заключение о последствиях его использования в бензиновых двигателях.

3. Экспериментально определить показатели качества эксплуатационного свойства «склонность к отложениям» бензина – концентрацию фактических смол экспериментально и по ГОСТу. Дать заключение о соответствии (несоответствии) бензина требованию ГОСТа по этому показателю. Оценить уровень склонности бензина к отложениям и дать прогноз последствий его применения в двигателе.

4. Экспериментально определить показатели качества эксплуатационного свойства «совместимость» бензина - содержание в бензине водорастворимых кислот и щелочей экспериментально и по ГОСТу. Дать заключение о соответствии (несоответствии) бензина требованию ГОСТа. Оценить по этим показателям уровень совместимости с материалами и дать прогноз последствий его применения в двигателях.

5. Экспериментально определить показатели качества эксплуатационного свойства «прокачиваемость» бензина – содержание механических примесей, воды и цвет бензина экспериментально и по требованиям ГОСТа. Дать заключение о соответствии (несоответствии) бензина требованиям ГОСТа. Оценить по этим показателям качества уровень эксплуатационного свойства бензина «прокачиваемость» и дать прогноз последствий его применения в двигателе.

Результаты опытов записать в соответствующие таблицы рабочей тетради, затем сделать общее заключение по лабораторной работе №1, где указать, по каким показателям качества испытуемый бензин не соответствует требованиям ГОСТа, каковы ожидаемые последствия его применения в двигателе.

1.1. ГОРЮЧЕСТЬ АВТОМОБИЛЬНЫХ БЕНЗИНОВ

Горючесть - эксплуатационное свойство, характеризующее особенности и результаты процессов горения топлив в камерах сгорания поршневых двигателей, котлоагрегатах и испытательных установках.

Горючесть автомобильных бензинов оценивают шестью показателями качества: октановое число - моторный метод, октановое число - исследовательский метод, коэффициент распределения детонационной стойкости, плотность при 20°C, дорожное октановое число, количество ароматических углеводородов (см. табл. 1)

1.1.1. Октановое число бензина

Октановое число - показатель, характеризующий детонационную стойкость бензина в единицах эталонной шкалы.

Детонационная стойкость - физико-химическое свойство, определяющее способность бензина сгорать без взрыва в двигателях с искровым зажиганием.

Величину октанового числа указывают в марке автомобильного бензина. Величина октанового числа бензина влияет на процесс его сгорания в двигателях. Если у бензина величина октанового числа соответствует требованию ГО-СТа, то процесс сгорания горючей смеси протекает со скоростью 20...50 м/с. Если у бензина величина октанового числа меньше требования стандарта, то процесс сгорания горючей смеси достигает 1200...3500 м/с. Увеличение скорости сгорания в 25...150 раз обеспечивает завершение процесса горения горючей смеси до прихода поршня в верхнюю мертвую точку (ВМТ). В результате мощность двигателя и частота вращения коленчатого вала снижаются, цилиндропоршневая группа двигателя перегревается, увеличиваются удельный расход топлива и скорость изнашивания деталей.

Октановое число бензина определяют различными методами. В данной лабораторной работе его определяют с помощью прибора АК-ЗБ по косвенному показателю - диэлектрической проницаемости бензина.

Порядок выполнения работы. Установить прибор на стол. Снять защитный колпак с первичного преобразователя (металлический цилиндр). На первичном преобразователе (металлическом цилиндре) открутить защитную металлическую крышку и осмотреть два его электрода – два соосно расположенных металлических цилиндра. Осторожно открутить наружный электрод и протереть оба электрода чистой сухой тряпкой. Собрать прибор в обратной последовательности и подсоединить провод от преобразователя к прибору через разъем «датчик». Включить прибор, нажав кнопку «ВКЛ». Установить кнопку «АЦП/ОЧ» в положение «АЦП». Тарировать прибор по диэлектрической проницаемости воздуха, находящегося между электродами первичного преобразователя. Известно,

что диэлектрическая проницаемость воздуха равна 1,000. Потенциометром «Уст. 1» установить показания индикатора на 1,000.

Заполнить пространство между электродами первичного преобразователя бензином до верхнего края наружного электрода. Снять отсчет значения относительной диэлектрической проницаемости бензина по индикатору. Переместить две правые клавиши в положение для определения октанового числа бензинов с низким октановым числом – 76, 80. Если на индикаторе не высветится величина октанового числа, то октановое число бензина выше предельного значения, установленного двумя правыми клавишами. Установить две правые клавиши в диапазон средних значений октановых чисел и считать с экрана величину октанового числа бензина. Если на экране цифры отсутствуют, то две правые клавиши установить в положение максимальных величин октановых чисел. Снять показания октанового числа по исследовательскому методу и записать величину показателя качества при испытании в табл. 1.1 рабочей тетради.

Сравнить величину октанового числа бензина, определенного экспериментально, с октановым числом бензина, установленным требованиями ГОСТа (прил. 1–3). За марку испытуемого бензина принимается та марка бензина, у которой октановое число соответствует требованиям ГОСТа. Записать величину октанового числа бензина, установленную требованием ГОСТа, определить марку бензина. Полученные данные записать в табл. 1.1 рабочей тетради.

1.1.2. Коэффициент распределения детонационной стойкости

Коэффициент распределения детонационной стойкости характеризует равномерность распределения детонационной стойкости бензинов по его фракциям.

Коэффициент распределения детонационной стойкости находят делением величины октанового числа, определенной по исследовательскому методу для фракций бензина, выкипающих до 100°C, на величину октанового числа, определенную по этому же методу для фракций, выкипающих выше 100°C. Коэффициент распределения детонационной стойкости бензина должен быть не ниже 0,8 для марки АИ-80 и не ниже 0,75 для марки АИ-93. Несоответствие величины коэффициента распределения детонационной стойкости требованию стандарта приводит к детонационному сгоранию горючей смеси в период резкого увеличения частоты вращения коленчатого вала двигателя, например, при трогании автомобиля с места.

Сущность методики испытаний состоит в разделении фракций бензина на две части, на легкие фракции, выкипающие до 100°C, и тяжелые фракции, выкипающие при температуре выше 100°C.

Схема аппарата для разгонки бензина приведена на рис. 1.1.

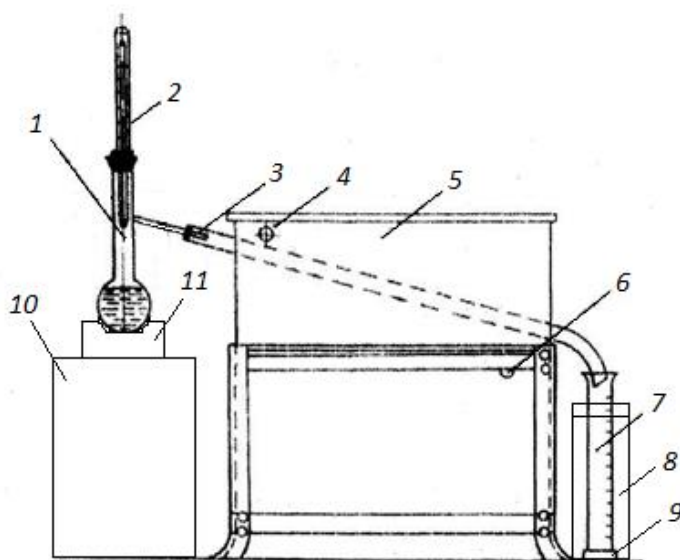


Рис. 1.1. Аппарат для разгонки нефтепродуктов:

1 - колба; 2 - термометр; 3 - трубка холодильника; 4 и 6 - патрубки для ввода и вывода воды; 5 - баня холодильника; 7 - мерный цилиндр; 8 - емкость с водой; 9 - груз; 10 - подставка; 11 - электроплитка

Порядок выполнения работы. Пробу автомобильного бензина (более 100 мл) осторожно налить в стеклянную (металлическую) колбу, закрыть пробкой и установить в баню со льдом для охлаждения до температуры 13... 18°C.

В баню 5 аппарата залить воду из водопровода так, чтобы трубка 3 холодильника была покрыта жидкостью. После охлаждения бензина в колбе до 13...18°C мерным цилиндром 7 отмерить 100 мл его объема. Взять колбу 1 и держать под углом 45 градусов пароотводной трубкой вверх. Бензин из мерного цилиндра слить в колбу 1, следя за тем, чтобы бензин не попал в пароотводную трубку колбы. В горловину колбы вставить пробку с термометром 2. Ось термометра должна совпадать с осью горловины колбы.

Нижний конец капилляра термометра, содержащий ртуть, совместить с самой высокой точкой нижней внутренней стенки пароотводной трубки, для того, чтобы пары бензина омывали его. Электроплитку 11 установить на подставку 10. Колбу 1 с бензином установить в корпус электроплитки. Колба 1 должна находиться в ней в вертикальном положении. Трубку 3 холодильника соединить при помощи пробки с пароотводной трубкой колбы. Пароотводная трубка колбы должна входить в трубку холодильника на 25...50 мм и не касаться ее стенок.

На мерный цилиндр 7, не высушивая его, надеть подковообразный груз 9 и поместить в стеклянный сосуд 8 с водой для более быстрого охлаждения перегнанного бензина, а его горловину установить под нижний конец трубки 3 хо-

лодильника. Газовый стык трубки 3 холодильника и горловины мерного цилиндра 7 уплотнить ватным жгутом. Уровень воды в стеклянном сосуде должен поддерживаться на уровне отметки 100 мл мерного цилиндра 7. Для поддержания температуры воды в бане холодильника $0...1^{\circ}\text{C}$ в нее добавить лед.

После выполнения всех подготовительных операций с разрешения преподавателя включить плитку в сеть. Переключатель плитки установить в положение максимальной мощности, равной 300 Вт. После падения первой капли бензина мощность плитки уменьшить до 100 Вт. Установить мерный цилиндр так, чтобы капли стекали по его стенкам.

Мощность плитки поддерживают такой, чтобы скорость перегонки была $4...5$ мл/мин. Интенсивность нагрева регулируют положением регулятора мощности электроплитки. Во время эксперимента необходимо постоянно контролировать показания термометра. После перегонки легких фракций скорость падения капель снизится. Переключатель мощности электроплитки установить в положение 200 Вт. После перегонки средних фракций скорость падения капель бензина вновь снизится. После этого переключатель мощности электроплитки установить в положение 300 Вт. Перегонка бензина продолжается до тех пор, пока показание термометра не достигнет 95°C . При достижении температуры 95°C регулятор мощности электроплитки установить в положение 0 – «Выключено». После выключения электроплитки температура паров бензина будет повышаться до 100°C за счёт высокой температуры электроплитки. В конце эксперимента показания термометра должны достичь 100°C . Выждать $4...5$ мин, необходимых для стекания последних фракций из трубки холодильника в мерный цилиндр 7.

После охлаждения прибор разобрать. Часть фракций бензина, выкипевших при температуре до 100°C из мерного цилиндра слить в цилиндрическую емкость преобразователя прибора АК-3Б для определения октанового числа бензина. Определить октановое число фракций, выкипающих до 100°C , и записать полученное значение в табл. 1.1 рабочей тетради. Бензин вылить обратно в мерный цилиндр 7.

Бензин, оставшийся в колбе, содержит фракции, выкипающие при температуре выше 100°C . Часть этих фракций бензина из колбы слить в цилиндрическую емкость преобразователя прибора АК-3Б, определить октановое число фракций, выкипающих при температуре свыше 100°C , полученное значение записать в табл. 1.1 рабочей тетради.

Разделив октановое число фракций, выкипающих при температуре до 100°C , на октановое число фракций, выкипающих при температуре выше 100°C , получим коэффициент распределения детонационной стойкости фракций бензина.

Коэффициент распределения детонационной стойкости бензина записать в табл. 1.1 рабочей тетради. Оставшиеся фракции бензина слить в ёмкость для отработки. Прибор АК-3Б выключить, разобрать преобразователь, протереть его сухой чистой тряпкой и собрать. Прибор в сборе сдать преподавателю.

В строке табл. 1.1 «Вывод о качестве» дать заключение о соответствии бензина по величине коэффициента распределения детонационной стойкости требованию стандарта, об уровне его эксплуатационного свойства «горючесть» и последствиях применения в двигателе.

1.1.3. Плотность бензина

Плотность топлива - показатель, указывающий массу топлива в единице объёма.

Плотность автомобильных бензинов зависит от состава нефти, технологии его получения, марки и т.д. Для большинства марок плотность бензина не должна быть выше значения, установленного ГОСТом. Например, плотность при температуре 15°C для бензина марки Нормаль-80 должна быть в интервале 700...750 кг/м³, для марки Регуляр-92 – в интервале 725...780 кг/м³, а для бензинов Премиум Евро-95 и Супер Евро-98 – в пределах 720...775 кг/м³.

Плотность зимних видов бензина по ГОСТ 2084 – 77 одной и той же марки меньше, чем у летних видов, вследствие облегчения фракционного состава. Несоответствие плотности бензинов требованию стандарта изменяет его уровень в поплавковой камере карбюратора, что нарушает дозирование и негативно влияет на расход топлива и мощность двигателя.

Повышение плотности бензина приводит к увеличению силы Архимеда, выталкивающей поплавков, что обеспечивает перекрытие иглой поплавка входного отверстия при меньшем уровне топлива, в результате снижается расход топлива, горючая смесь становится беднее. Двигатель на бедной смеси хуже запускается, неустойчиво работает на холостом ходу и не развивает номинальной мощности.

Уменьшение плотности бензина приводит к увеличению его уровня в поплавковой камере карбюратора и, как следствие, к повышению расхода топлива. Двигатель плохо запускается, неустойчиво работает из-за чрезмерного обогащения горючей смеси. Наблюдаются пропуски вспышек, увеличение выброса несгоревших углеводородов в атмосферу, разжижение масла на стенках цилиндра и смыв с них масла, разжижение масла в поддоне, повышенный износ поверхностей трения цилиндропоршневой группы и других деталей двигателя, что снижает их ресурс.

Плотность нефтепродуктов определяют с помощью ареометра (нефтеденсиметра), гидростатических весов Вестфала. Наибольшее применение нашли ареометры. Ареометр представляет собой пустотелый стеклянный поплавок с

балластом, размещенным снизу, термометром, размещенным в его средней части, и тонкой трубкой со шкалой пределов плотности, размещенной сверху.

Сущность метода определения плотности бензина заключается в погружении ареометра в испытуемый продукт, снятии показания плотности по шкале ареометра при температуре определения и пересчете результата измерения на плотность при температуре, установленной ГОСТом (15 или 20°C). Прибор для определения плотности состоит из прозрачного стеклянного цилиндра и ареометра (рис. 1.2).

Порядок выполнения работы. Пробу испытуемого бензина налить в цилиндр. Подобрать ареометр со шкалой измерения в пределах ожидаемого диапазона. Чистый и сухой ареометр аккуратно взять за верхнюю часть и, удерживая его в вертикальном положении, медленно и осторожно опустить в цилиндр с бензином, не допуская смачивания его верхней части, расположенной выше уровня погружения ареометра. В связи с высокой вероятностью поломки ареометра запрещается резко опускать его в цилиндр с бензином. Осторожно убрать руку и ждать окончания колебания ареометра. После 1...3 мин нахождения ареометра в бензине приступить к считыванию показания плотности со шкалы по верхнему краю мениска. Глаз наблюдателя должен находиться на уровне мениска, а ареометр не должен касаться стенки цилиндра. Показания температуры бензина считывают по термометру, находящемуся в корпусе ареометра.

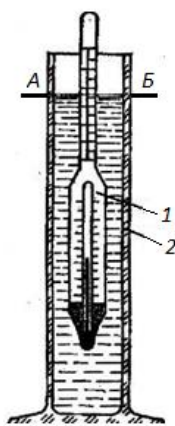


Рис. 1.2. Прибор для определения плотности:
1 - ареометр; 2- стеклянный цилиндр;
А - Б – мениск жидкости в цилиндре

Если измерение плотности проводили при температуре, не соответствующей ГОСТу, то результат измерения необходимо привести к заданной температуре с использованием ГОСТ 3900 - 85 Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности (прил. 4). Полученное значение записать в табл. 1.1 рабочей тетради.

Пример. Плотность нефтепродукта при температуре $27,5^{\circ}\text{C}$ равна $0,6448 \text{ г/см}^3$. Для пересчета плотности нефтепродукта, измеренной при $27,5^{\circ}\text{C}$, на плотность при 20°C необходимо:

- округлить измеренную плотность до второй значащей цифры, например, до $0,640$ или $0,650 \text{ г/см}^3$;

- по таблице прил. 4 в горизонтальной графе «Плотность по шкале ареометра, г/см^3 » найти округлённую величину плотности, например, $0,640$;

- в вертикальной графе «Температура испытания, $^{\circ}\text{C}$ » найти значение температуры испытания $27,5^{\circ}\text{C}$;

- на пересечении выбранных граф плотности и температуры в таблице будет записано значение плотности бензина при 20°C , равное $0,647 \text{ г/см}^3$.

Так как при округлении измеренной плотности ее значение мы уменьшили с $0,6448$ до $0,640$, т.е. на $0,0048$, или $0,005$, то необходимо прибавить это значение к найденному по таблице значению плотности при 20°C , т.е. $0,647 + 0,005 = 0,652 \text{ г/см}^3$. Плотность бензина при 20°C равна $0,652 \text{ г/см}^3$.

Если измеренную плотность округлили в большую сторону, до $0,650 \text{ г/см}^3$, то фактическое увеличение значения плотности составляет $0,650 - 0,6448 = 0,0052$, или $0,005 \text{ г/см}^3$. Поэтому из полученного значения плотности при 20°C , найденного по таблице ($0,657 \text{ г/см}^3$), необходимо вычесть $0,005 \text{ г/см}^3$, т.е. $0,657 - 0,005 = 0,652 \text{ г/см}^3$. Плотность бензина при 20°C равна $0,652 \text{ г/см}^3$.

Если плотность бензина при температуре 20°C выше, чем указано в стандарте, то это косвенно может указывать на возможность его смешивания при транспортировке или хранении с более тяжелым нефтепродуктом, например, с дизельным топливом.

Используя прил. 4, рассчитать интервал значений плотности для определенной марки бензина при температуре минус 25°C (пуск двигателя зимой) и 50°C (температуре бензина в бензонасосе двигателя). Результаты испытаний записать в табл. 1.1 рабочей тетради и построить на координатной сетке рис. 1.1 два графика изменения плотности бензина от температуры.

1.2. ИСПАРЯЕМОСТЬ БЕНЗИНА

Испаряемость - эксплуатационное свойство, характеризующее особенности и результаты процессов перехода топлива из жидкого состояния в газообразное.

Автомобильные бензины являются смесью различных углеводородов, отличающихся друг от друга температурой кипения, что и определяет их испаряемость. Испаряемость автомобильных бензинов оценивают девятью показателями качества: температура начала кипения ($t_{н.к}$), температура перегонки 10% объема ($t_{10\%}$), температура перегонки 50% объема ($t_{50\%}$), температура перегонки 90% объема ($t_{90\%}$), температура конца кипения ($t_{кк}$), остаток в колбе (О), остаток

и потери (О+П), давление насыщенных паров (ДНП), склонность к образованию паровых пробок.

Для нормальной работы двигателя и сохранения его ресурса необходимо, чтобы фракции входили в состав бензина в таком процентном отношении, чтобы обеспечивались надежный пуск двигателя, его прогрев, приемистость, динамика автомобиля, минимальный износ цилиндропоршневой группы и минимальный расход топлива при номинальной мощности двигателя. Для выполнения таких противоречивых требований нормативные документы (ГОСТ 2084-77) на автомобильные бензины предусматривают выпуск двух видов бензина: летнего и зимнего. Бензины зимнего вида имеют более низкую (на 10...20°C) температуру перегонки отдельных фракций, чем летние. Зная фракционный состав бензина, можно определить его вид. Температурную характеристику фракционного состава изображают в виде графика (рис. 1.3).

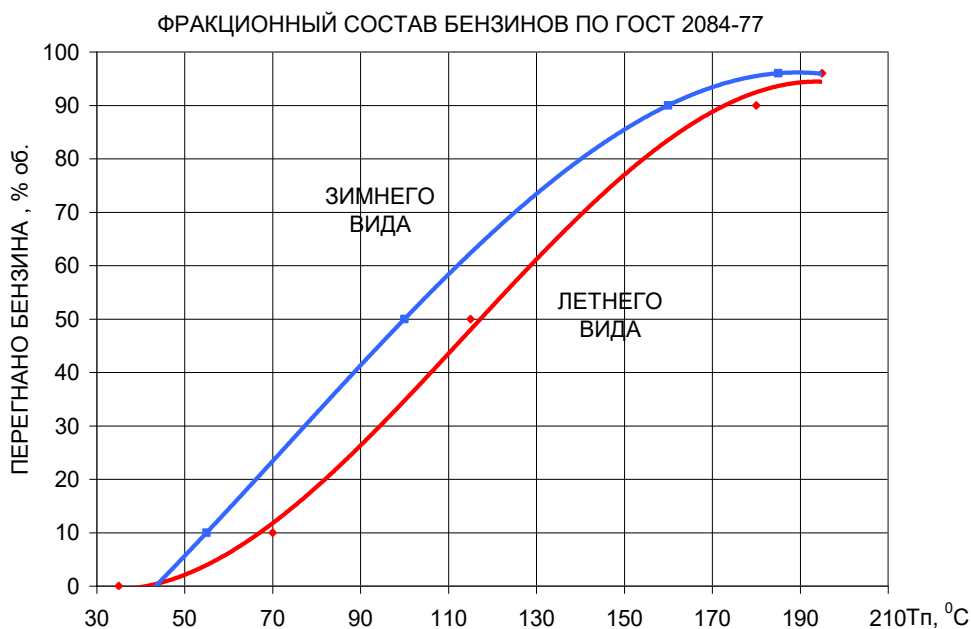


Рис. 1.3. Температурная характеристика фракционного состава автомобильных бензинов

Температура начала кипения ($t_{нп}$) и температура перегонки 10% объема ($t_{10\%}$) влияют на пусковые свойства двигателя. Если величина этих показателей качества не соответствует требованиям стандарта, то мощность двигателя при пуске становится меньше момента сопротивления проворачиванию коленчатого вала от сил трения вследствие образования меньшего количества горючей смеси. Обеднение смеси всегда затрудняет ее воспламенение в цилиндрах двигателя. Пуск двигателя становится затрудненным либо невозможным без специальных средств облегчения пуска. Минимальную температуру воздуха, при которой возможен пуск холодного двигателя, рассчитывают по зависимости

$$t_{\min} = 0,5 \cdot t_{10\%} - 50,5, \quad (1.1)$$

где t_{\min} - минимальная температура воздуха, при которой возможен пуск холодного двигателя.

Температура перегонки 50% объема бензина ($t_{50\%}$) влияет на продолжительность прогрева двигателя после пуска, расход топлива на эту операцию, приемистость двигателя и динамику автомобиля.

Приёмистость двигателя - способность двигателя под нагрузкой увеличивать частоту вращения коленчатого вала при резком открытии дроссельной заслонки.

Если температура перегонки 50% объема бензина ($t_{50\%}$) не соответствует требованию ГОСТа, то количество горючей смеси в цилиндрах двигателя уменьшается, что снижает мощность двигателя и ухудшает его приемистость и, как следствие, динамические свойства автомобиля. Относительное изменение динамики автомобиля, выраженное в процентах к номинальному уровню 100%, рассчитывают по формуле

$$\Delta D = 100 - 2,5 \cdot (t_{50\%} - 90)^{0,75}, \quad (1.2)$$

где ΔD - изменение динамики автомобиля, %.

Температура перегонки 90% объема бензина ($t_{90\%}$) и температура конца кипения ($t_{\text{кк}}$) влияют на полноту испарения бензина. Если бензин по этим показателям качества не соответствует требованиям ГОСТа, то его тяжелые фракции не успевают испариться во впускном коллекторе и даже в цилиндре двигателя. Мелкие неиспарившиеся капли бензина, состоящие из тяжелых фракций, под действием центробежных сил вращающегося воздушного заряда отбрасываются на стенки цилиндра при такте сжатия. Моторное масло, находящееся на стенках цилиндра в виде тонкой пленки, разжижается каплями неиспарившихся фракций бензина. В результате снижается вязкость масла и несущая способность масляной пленки. Это приводит к увеличению сил трения, снижению механического КПД двигателя и развиваемой эффективной мощности, увеличению скорости изнашивания поверхностей трения его деталей и удельного расхода топлива. При такте расширения маслосъемные кольца счищают с зеркала цилиндра масло, разжиженное бензином, и сбрасывают его в поддон двигателя. В результате через некоторое время работы начинает разжижаться весь объем моторного масла, что еще больше увеличивает трение в других механизмах двигателя, уменьшает механический КПД двигателя, снижает его мощность, увеличивает удельный расход топлива и снижает ресурс двигателя. Относительное изменение износа цилиндропоршневой группы рассчитывают по зависимости

$$\Delta И = 100 + 0,03 \cdot (t_{90\%} - 160)^2, \quad (1.3)$$

где $\Delta И$ - относительное изменение износа цилиндропоршневой группы, %.

Остаток в колбе (О), остаток и потери (О+П) после испытания показывают качество проведения эксперимента. Величина остатка и потерь (О+П) при испа-

рении, не превышающая требований стандарта, указывает на достоверность полученных результатов испытания. Если значения этих показателей не соответствуют требованиям ГОСТа, то либо эксперимент проведен с нарушением методики, либо бензин содержит много тяжелых фракций, например, в результате смешивания с фракциями дизельного топлива.

Сущность определения температурной характеристики фракционного состава бензина состоит в перегонке 100 мл испытуемого бензина на специальном аппарате при условиях, предусмотренных ГОСТом, и регистрации температуры перегонки этих фракций. Схема аппарата для разгонки бензина приведена на рис. 1.1.

Порядок выполнения работы. Пробу бензина осторожно налить в колбу, закрыть пробкой и установить в баню со льдом для охлаждения до температуры 13... 18°C. В баню 5 аппарата залить воду так, чтобы трубка 3 холодильника была покрыта жидкостью. После охлаждения бензина в колбе до 13...18°C мерным цилиндром 7 отмерить 100 мл его объема. Колбу 1 держать под углом 45 градусов пароотводной трубкой кверху. Бензин из мерного цилиндра слить в колбу 1, следя за тем, чтобы бензин не попал в пароотводную трубку колбы. В горловину колбы вставить пробку с термометром 2. Ось термометра должна совпадать с осью горловины колбы. Нижний конец капилляра термометра, содержащий ртуть, совместить с самой высокой точкой нижней внутренней стенки пароотводной трубки, для того, чтобы пары бензина омывали его. Электроплитку 11 установить на подставку 10. Колбу 1 с бензином установить в корпус электроплитки. Колба 1 должна находиться в ней в вертикальном положении. Трубку 3 холодильника соединить при помощи пробки с пароотводной трубкой колбы. Пароотводная трубка колбы должна входить в трубку холодильника на 25...50 мм и не касаться ее стенок. Трубка 3 должна входить в цилиндр не менее чем на 25 мм, но не ниже отметки 100 мл. На мерный цилиндр 7, не высушивая его, надеть подковообразный груз 9 и поместить в стеклянный сосуд 8 с водой для более быстрого охлаждения перегнанного бензина, а его горловину установить под нижний конец трубки 3 холодильника.

Газовый стык трубки 3 холодильника и горловины мерного цилиндра 7 уплотнить ватным жгутом. Уровень воды в стеклянном сосуде должен поддерживаться на уровне отметки 100 мл мерного цилиндра 7. Для поддержания температуры воды в бане 0...1°C добавить в нее лед.

После выполнения всех подготовительных операций с разрешения преподавателя включить плитку в сеть. Переключатель плитки установить в положение максимальной мощности, равной 300 Вт. Во время падения первой капли на термометре 2 считывают температуру начала кипения бензина и заносят ее в табл. 1.2 рабочей тетради. После падения первой капли бензина переключатель мощности электроплитки установить в положение 100 Вт. Установить мерный

цилиндр так, чтобы капли стекали по его стенкам. При перегонке фиксируют в табл. 1.2 рабочей тетради температуру перегонки каждые 10 мл бензина. Интенсивность нагревания поддерживают такой, чтобы скорость перегонки до получения 95 мл отгона была 4...5 мл/мин. Интенсивность нагрева регулируют положением регулятора мощности электроплитки. После перегонки легких фракций скорость падения капель снизится. Переключатель мощности электроплитки установить в положение средней мощности – 200 Вт. После перегонки средних фракций частота падения капель бензина вновь снизится. После этого переключатель мощности электроплитки установить в положение максимальной мощности – 300 Вт. Испытание продолжается до перегонки 95 мл. Время от образования 95 мл отгона до конца кипения должно составлять 3...5 мин.

Конец кипения бензина отмечают в тот момент, когда ртутный столбик термометра остановится на некоторой отметке, а затем начнет опускаться. При установлении температуры конца кипения электроплитку выключают - переключатель мощности ставят в положение «Выкл.». Последний объем бензина в цилиндре фиксируют по истечении 5 мин после прекращения нагревания, когда весь бензин стечет из трубки холодильника. Колбу с остатком бензина снимают с прибора и охлаждают на эксикаторе. После охлаждения колбы из нее сливают остаток бензина в цилиндр емкостью 10 мл и записывают его объем. Разность между 100 мл и объемом перегнанного дистиллята и дает остаток и потери при перегонке (О+П). Результаты перегонки бензина занести в табл. 1.2 рабочей тетради и построить на координатной сетке рис. 1.2 графики температурной характеристики бензина, полученные экспериментально, и по ГОСТу.

Сравнить экспериментальные данные, полученные при перегонке бензина, с требованиями ГОСТа для данной марки. По полученным данным и требованиям ГОСТа определить вид бензина.

В строке табл. 1.2 «Вывод о качестве» дать заключение о соответствии его показателей качества требованию стандарта, об уровне его эксплуатационного свойства «испаряемость» и последствиях применения в двигателе. Рассчитать температуру холодного пуска двигателя, изменение динамики автомобиля и изменение износа цилиндропоршневой группы.

1.3. СКЛОННОСТЬ БЕНЗИНА К ОБРАЗОВАНИЮ ОТЛОЖЕНИЙ

Склонность к образованию отложений - эксплуатационное свойство, характеризующее особенности и результаты процессов образования отложений компонентов и продуктов превращения топлив в камерах сгорания, топливных, впускных и выпускных системах.

Основной причиной склонности бензина к образованию отложений является наличие в нем непредельных углеводородов. Низкотемпературные отложе-

ния представляют собой липкие мазеобразные продукты коричневого цвета. Откладываясь в бензопроводах, жиклерах, фильтрах и распылителе, они уменьшают пропускную способность системы питания. Высокотемпературные отложения представляют собой твердые вещества черного цвета. Относительное процентное увеличение отложений смол во впускном коллекторе в зависимости от концентрации фактических смол рассчитывают по формуле

$$\Delta O = 55 + 22,5 C_{\text{см}}, \quad (1.4)$$

где ΔO - относительное изменение смол во впускном коллекторе ДВС, %;

$C_{\text{см}}$ - концентрация фактических смол в бензине, мг/100 мл.

Твердые отложения уменьшают пропускную способность впускного коллектора, оседают на стержнях, тарелках клапанов и их гнездах, что снижает их проходное сечение, количество воздуха, поступившего в цилиндры, и мощность двигателя, увеличивает удельный расход топлива и токсичность продуктов сгорания. Отложения на электродах свечей зажигания приводят к снижению мощности искры, пропуску вспышек вследствие замыкания электродов свечи, что снижает мощность двигателя и увеличивает удельный расход топлива. Отложения смол и нагара в цилиндре уменьшают объем камеры сгорания, приводят к детонационному сгоранию топлива, снижению мощности двигателя, его наработки на отказ и сокращению пробега автомобиля до появления неисправности (табл. 1.2).

Таблица 1.2

Влияние концентрации фактических смол в бензине на работоспособность автомобильных двигателей

Показатель	Концентрация смол, мг/100 мл					
	до 10	11-15	16-20	21-25	25-50	50-120
Пробег автомобиля до появления неисправности в ДВС, тыс. км	Более 25	25	16	8	Не более 5	Не более 2

Склонность бензина к образованию отложений определяется по показателям качества: йодному числу и концентрации фактических смол в топливе.

Йодное число - это количество йода в граммах, поглощенного 100 г испытуемого бензина.

С помощью йодного числа определяют концентрацию непредельных углеводородов - основных поставщиков смолистых отложений при хранении бензина.

Концентрация фактических смол показывает концентрацию смол в бензине (мг/100 мл) в момент исследования.

Сущность метода определения фактических смол в топливе состоит в определении количества смол, оставшихся после испарения заданного объема

бензина из предварительно взвешенного стаканчика. Испытание автомобильного бензина на определение в нем концентрации фактических смол проводят на приборе ПОС-77 (рис. 1.4).

Порядок выполнения работы. Подсоединяют прибор к сети напряжением 220 В и включают тумблер 5. При испытании бензина кнопочным переключателем 4 температуры (задатчик) устанавливают температурный режим 160°C. Пока прибор выходит на заданный температурный режим, приступают к подготовке эксперимента.

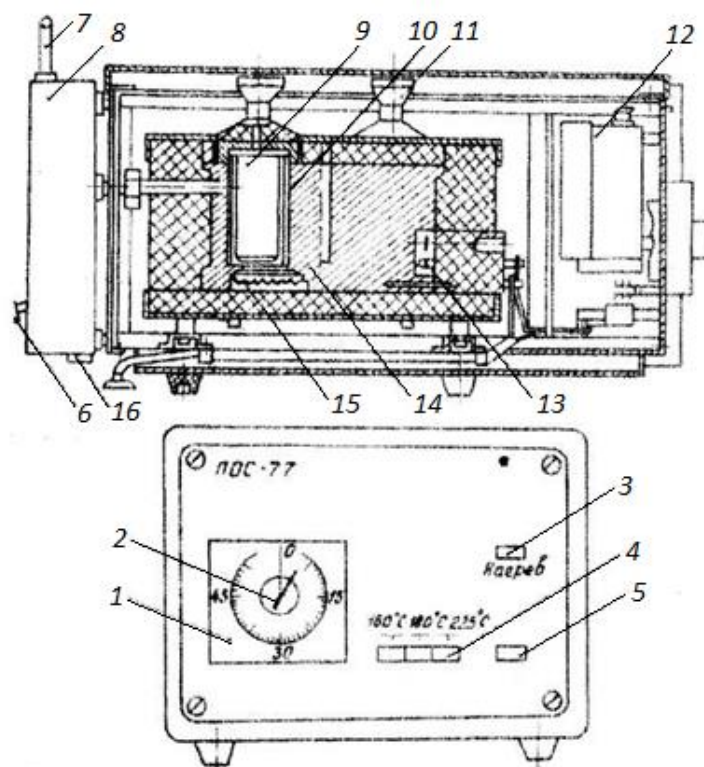


Рис. 1.4. Прибор ПОС-77:

1 - сигнальные часы; 2 - ручка пуска часов; 3 - индикатор; 4 - переключатель температур (задатчик); 5 - выключатель сети питания; 6 - трубка; 7 - трубка холодильника; 8 - холодильник; 9 - стакан для топлива; 10 - карман; 11 - крышка кармана; 12 - электронный терморегулятор; 13 - датчик температуры; 14 - термостат; 15 - нагреватель; 16 - пробка

Испытуемый бензин отстаивают и фильтруют через бумажный фильтр. Стаканчики промывают, устанавливают в карманы прибора, нагретого до температуры испытания, закрывают их крышками и выдерживают 20 мин. Затем снимают крышки, через 2 мин щипцами вынимают стаканы из карманов, охлаждают их в эксикаторе. В табл. 1.3 рабочей тетради записывают номер каждого из двух стаканов, предназначенных под топливо. Взвешивают каждый стакан на весах с точностью ± 1 мг. Результаты взвешивания заносят в соответствующие ячейки табл. 1.3.

В каждый из взвешенных стаканчиков под бензин отмерить и налить по 25 мл бензина. Количество бензина, налитого в каждый стакан, записать в табл. 1.3. Стаканчики под воду не взвешивать, мерным цилиндром отмерить и залить в каждый по 25 мл дистиллированной воды. Стаканы с бензином щипцами осторожно установить в дальние карманы и закрыть крышками так, чтобы каждая трубка у кармана вошла в отверстие каждой крышки, а пришлифованные плоскости крышек и карманов герметично соприкасались одна с другой. Немедленно после этого в ближние карманы установить стаканы с водой и тоже плотно закрыть крышками 11. Поворотом ручки 2 таймера вправо установить время испытания (60 мин).

По истечении 60 мин (прозвонит сигнальный звонок) открывают все крышки карманов. Через 2 мин после снятия крышек извлекают щипцами стаканы из-под бензина, устанавливают их в эксикатор и охлаждают в течение 3...5 мин. Стаканы из-под бензина взвешивают на весах с точностью ± 1 мг. Результаты заносят в табл. 1.3 рабочей тетради.

Концентрацию фактических смол рассчитывают по формуле

$$C_{\text{см}} = 100 \cdot (m_2 - m_1) / V, \quad (1.5)$$

где m_2 – масса стакана со смолами, мг;

m_1 – масса сухого чистого стакана, мг;

V – объем бензина, налитого в стаканчик для испытаний, мл.

Расхождения между результатами двух определений не должны превышать 2 мг при концентрации фактических смол до 15 мг/100 мл и 3 мг при концентрации смол от 15 до 40 мг/100 мл. За результат испытаний принимают среднее арифметическое двух определений. Результаты испытаний занести в табл. 1.3 рабочей тетради.

Для испытываемой марки бензина определить концентрацию фактических смол по ГОСТу и занести данные в таб. 1.3 рабочей тетради.

В строке табл. 1.3 «Вывод о качестве» дать заключение о соответствии бензина требованию ГОСТа по концентрации фактических смол, об уровне его эксплуатационного свойства «склонности к образованию отложений», о последствиях его применения в двигателе.

1.4. СОВМЕСТИМОСТЬ БЕНЗИНА С МАТЕРИАЛАМИ

Совместимость – эксплуатационное свойство, характеризующее особенности и результаты процессов коррозии материалов, разрушения и набухания, изменения технических характеристик резин, герметиков и других уплотнительных материалов, которые могут протекать при их контакте с топливом.

Совместимость бензина с материалами характеризуется показателями качества: испытанием на медной пластинке, массовой долей серы, массовой долей

меркаптанов (тиоспирты, тиолы), содержанием водорастворимых кислот и щелочей (ВКЩ).

При наличии в бензине органических кислот, серы, водорастворимых кислот и щелочей начинают протекать химические процессы их взаимодействия с материалами системы питания. Сера в процессе сгорания окисляется до SO_2 или SO_3 . При высоких температурах сернистые соединения способствуют газовой коррозии деталей двигателя. При пониженном тепловом режиме двигателя пары окислов серы, взаимодействуя с парами воды, образуют серную кислоту, что интенсифицирует коррозионное разрушение деталей двигателя. Водорастворимые кислоты взаимодействуют со всеми металлами, а щелочи с алюминием, поэтому их присутствие в бензине не допускается.

Совместимость бензина с материалами определяют по наличию в нем ВКЩ.

Сущность методики испытания состоит в извлечении ВКЩ из бензина водой или водным раствором спирта и определении их наличия с помощью индикатора - универсальной лакмусовой бумаги.

Порядок выполнения работы. В колбу емкостью 200 мл налить 50...70 мл испытуемого бензина и 50...70 мл дистиллированной воды, подогретой до 50...60°C. Содержимое колбы перемешать в течение 3...5 мин взбалтыванием до получения эмульсии белого цвета. Минеральные кислоты и щелочи, присутствующие в бензине, растворятся в воде. Содержимое колбы перелить в делительную воронку и дать отстояться.

Налить в чистый сухой цилиндр 20...30 мл отстоявшейся водной вытяжки и опустить в нее универсальную индикаторную бумагу. Вытащить бумагу из водной вытяжки и приложить ее к шкале на корпусе упаковки для индикаторной бумаги. Если в воде содержатся ВКЩ, то индикаторная бумага изменит свой цвет. По цвету индикатора и цвету шкалы определить величину pH, наличие ВКЩ и записать данные в табл. 1.4 рабочей тетради.

При $\text{pH} = 7,0$ среда нейтральная, что указывает на отсутствие в бензине наличия ВКЩ. При pH менее 7,0 среда кислая, что указывает на наличие в бензине водорастворимых кислот. При pH более 7,0 среда щелочная, что указывает на наличие в бензине водорастворимых щелочей.

Сравнить экспериментальное значение показателя качества с требованием ГОСТа и оценить по этим показателям уровень совместимости с материалами.

В строке «Выводы о качестве» табл. 1.4 рабочей тетради дать заключение о соответствии бензина требованию стандарта по наличию ВКЩ, об уровне его эксплуатационного свойства «совместимость с материалами» деталей системы питания и о последствиях его применения в двигателе.

1.5. ПРОКАЧИВАЕМОСТЬ БЕНЗИНА

Прокачиваемость - эксплуатационное свойство, характеризующее особенности и результаты процессов, которые могут протекать при перекачке по трубопроводам и топливным системам и при фильтровании топлив.

Прокачиваемость автомобильных бензинов характеризуется следующими показателями качества: содержанием воды, массовой долей механических примесей, цветом.

Вода в ёмкость, где хранится топливо, попадает из атмосферы. Ночью температура воздуха и бензина в ёмкости понижается, их плотность повышается, а объем уменьшается. В результате в ёмкость из атмосферы поступает воздух, содержащий пары воды и взвешенные в нем механические примеси. При понижении температуры содержащаяся в воздухе вода переходит из парообразного состояния в жидкость или иней. Наличие воды в бензине в виде эмульсии, жидкого осадка или инея не допускается. При наличии воды интенсивно протекает электрохимическая коррозия системы питания, развиваются микроорганизмы, блокируются фильтры и т.д.

Зимой, после выезда из тёплого гаража или после заправки относительно тёплым бензином из подземного хранилища, аналогичное явление происходит в бензобаках автомобилей. Наличие в бензине воды и механических примесей образует шлам, забивающий систему питания и блокирующий подачу бензина.

Неэтилированный бензин должен быть прозрачным и бесцветным. Жёлтый или слегка желтоватый цвет является признаком наличия в бензине продуктов окисления непредельных углеводородов - смол, способствующих склонности бензина к образованию отложений. Наличие мутности указывает на наличие в бензине механических примесей и (или) воды.

Этилированные бензины в настоящее время не применяются.

Сущность метода определения прокачиваемости бензина заключается в визуальном определении цвета топлива, наличия воды и механических примесей в пробах топлива (органолептический метод).

Порядок выполнения работы. На столе рабочего места находится стеклянный прозрачный цилиндр емкостью 500 мл, заполненный испытуемым бензином. К обратной стороне цилиндра приложить белый лист бумаги. Сравнить цвет бензина с цветом бумаги, визуально определить цвет и записать его в табл. 1.5 рабочей тетради.

Под основание цилиндра положить белый лист бумаги. Осмотреть дно цилиндра. Если визуально можно обнаружить посторонние механические примеси или небольшие капельки воды, то делается запись «присутствуют» в табл. 1.5

рабочей тетради о присутствии воды и (или) механических примесей. Если механических примесей и (или) воды визуально обнаружить не удаётся, то делается запись «отсутствуют».

Заполнить соответствующие ячейки табл. 1.5 по аналогичным данным ГОСТа. Сравнить экспериментальные данные с требованиями ГОСТа для данной марки бензина. В строке «Вывод о качестве» табл. 1.5 дать заключение о соответствии бензина требованиям ГОСТа, об уровне его эксплуатационного свойства «прокачиваемость» и последствиях его применения в двигателе.

Ниже следует дать итоговое заключение о качестве бензина. Перечислить те эксплуатационные свойства бензина, уровень оценки которых оказался неудовлетворительным. Дать прогноз последствий применения бензина в двигателе в качестве топлива.

Подготовить ответы по контрольным вопросам. Защитить работу у преподавателя. Ответить на заданные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Напишите и объясните маркировку автомобильных бензинов.
2. Определения терминов «эксплуатационное свойство», «горючесть», «испаряемость», «совместимость», «прокачиваемость», «склонность к образованию отложений».
3. Какими показателями качества характеризуются эксплуатационные свойства автомобильных бензинов: «горючесть», «испаряемость», «совместимость», «прокачиваемость», «склонность к образованию отложений»?
4. Определения терминов: «октановое число», «детонационная стойкость», «плотность».
5. Объяснить процесс детонационного сгорания бензина.
6. Полная характеристика испытуемого бензина: соответствия его показателей качества требованию ГОСТа, уровня его эксплуатационных свойств и последствий применения в бензиновом двигателе.
7. Влияние несоответствия бензина требованию ГОСТа по величине октанового числа на работу двигателя.
8. Влияние несоответствия бензина требованию ГОСТа по температуре начала перегонки на работу двигателя.
9. Влияние несоответствия бензина требованию ГОСТа по температуре перегонки 10% объема на работу двигателя.
10. Влияние несоответствия бензина требованию ГОСТа по температуре перегонки 50% объема на работу двигателя.
11. Влияние несоответствия бензина требованию ГОСТа по температуре перегонки 90% объема на работу двигателя.

12. Влияние несоответствия бензина требованию ГОСТа по температуре конца кипения на работу двигателя.

13. Влияние несоответствия бензина требованию ГОСТа по давлению насыщенных паров на работу двигателя.

14. Влияние несоответствия бензина требованию ГОСТа по плотности на работу двигателя.

15. Влияние несоответствия бензина требованию ГОСТа по содержанию водорастворимых кислот и щелочей на работу двигателя.

16. Влияние несоответствия бензина требованию ГОСТа по концентрации фактических смол на работу двигателя.

17. Влияние несоответствия бензина требованию ГОСТа по массовой доле серы на работу двигателя.

18. Влияние несоответствия бензина требованию ГОСТа по концентрации свинца на работу двигателя.

19. Влияние несоответствия бензина требованию ГОСТа по индукционному периоду.

20. Влияние несоответствия бензина требованию ГОСТа по содержанию воды и механических примесей на работу двигателя.

2. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ

Дизельное топливо для автотракторных и комбайновых дизельных двигателей выпускается под различными марками по двум ГОСТам.

Дизельное топливо, выпускаемое по ГОСТ 305-2013 Топливо дизельное. Технические условия, в зависимости от условий применения подразделяют на четыре марки:

Л – летнее, рекомендуемое для эксплуатации при температуре окружающего воздуха минус 5°C и выше;

Е – межсезонное, рекомендуемое для эксплуатации при температуре окружающего воздуха минус 15°C и выше;

З – зимнее, рекомендуемое для эксплуатации при температуре окружающего воздуха до минус 25°C (предельная температура фильтруемости - не выше минус 25°C) и до минус 35°C (предельная температура фильтруемости - не выше минус 35°C);

А – арктическое, рекомендуемое для эксплуатации при температуре окружающего воздуха минус 45°C и выше.

В условном обозначении топлива указывают:

- для марки **Л** - температуру вспышки и экологический класс топлива.

Пример условного обозначения дизельного топлива марки Л, с температурой вспышки 40°C, экологического класса К2, по ГОСТ 305-2013:

ДТ-Л-40-К2 по ГОСТ 305-2013;

- для марки **Е** - предельную температуру фильтруемости и экологический класс топлива.

Пример условного обозначения дизельного топлива марки Е, с температурой фильтруемости минус 15°C, экологического класса К2, по ГОСТ 305-2013:

ДТ-Е-минус 15-К2 по ГОСТ 305-2013;

- для марки **З** - предельную температуру фильтруемости и экологический класс топлива.

Пример условного обозначения дизельного топлива марки З, с температурой фильтруемости минус 25°C, экологического класса К2, по ГОСТ 305-2013:

ДТ-З-минус 25-К2 по ГОСТ 305-2013;

- для марки **А** - экологический класс топлива.

Пример условного обозначения дизельного топлива марки А, экологического класса К2, по ГОСТ 305-2013:

ДТ-А-К2 по ГОСТ 305-2013.

Маркировка дизельных топлив, соответствующих по качеству европейскому нормативному документу утверждены ГОСТ Р 52368 - 2005 Топливо дизельное ЕВРО. Технические условия. ГОСТ предусматривает выпуск дизельных топлив 6 марок для умеренного климата и 5 марок для арктического климата.

Для умеренного климата выпускают 6 марок дизельного топлива, отличающихся друг от друга сортом, обозначенных латинскими буквами (А, В, С, D, Е, F). Для каждого сорта ГОСТ предусматривает ограничение предельной температуры фильтруемости. Предельная температура фильтруемости сортов изменяется от 5°C до минус 20°C с интервалом 5°C. Предельная температура фильтруемости должна быть соответственно не выше: 5, 0, минус 5, минус 10, минус 15 и минус 20°C, например, марка «Топливо дизельное ЕВРО сорта Е» информирует потребителя о том, что оно соответствует европейскому стандарту и его предельная температура фильтруемости не выше минус 15°C.

Для холодного и арктического климата в марке дизельного топлива вместо сорта цифрой указывают класс топлива (0, 1, 2, 3, 4). Марки дизельного топлива для холодного и арктического климата каждого класса отличаются друг от друга предельной температурой фильтруемости. Величина предельной температуры фильтруемости дизельных топлив для арктического климата установлена ГОСТом от минус 20°C для класса 0 до минус 44°C для класса 4 с интервалом 6°C. Для соответствующего класса предельная температура фильтруемости должна быть не выше: минус 20, минус 26, минус 32, минус 38 и минус 44°C, например, марка «Топливо дизельное ЕВРО класса 3» информирует потребителя о том, что оно соответствует европейскому стандарту, предельная температура фильтруемости не выше минус 38°C.

Дизельные топлива для холодного и арктического климата имеют дополнительный показатель качества - температуру помутнения. Температура помутнения дизельного топлива выше значения предельной температуры фильтруемости соответствующего класса топлива на 10°C. Соответственно для классов она должна быть не выше минус 10, минус 16, минус 22, минус 28 и минус 34°C.

При несоответствии дизельного топлива требованию ГОСТа по величине показателей качества его применение приводит к негативным последствиям: ухудшению прокачиваемости топлива через фильтры, ухудшению испарения, образованию отложений в цилиндре и на форсунке, увеличению жесткости процесса сгорания, перерасходу топлива, более быстрому выходу двигателя из строя и т.д.

Величина показателей качества конкретной марки дизельного топлива утверждена соответствующим нормативным документом - ГОСТом. Если значения показателей качества дизельного топлива соответствуют требованиям ГО-

СТа, то описываемое ими эксплуатационное свойство считается удовлетворительным. Если значение хотя бы одного из показателей качества не соответствует требованиям ГОСТа, то эксплуатационные свойства топлива считаются неудовлетворительными, так как применение такого топлива может привести к каким-либо негативным последствиям, например, к ухудшению его прокачиваемости через фильтры, неполному испарению, нарушению процесса сгорания, образованию отложений и т.д. Эксплуатационные свойства и показатели качества образуют систему показателей качества дизельных топлив (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Система показателей качества дизельных топлив

Эксплуатационные свойства	Показатели качества
Прокачиваемость	Содержание воды, общее загрязнение, цвет, температура помутнения, температура застывания, коэффициент фильтруемости, предельная температура фильтруемости
Охлаждающее	Теплоемкость, теплопроводность, теплота испарения
Испаряемость	Температура перегонки 50% об., температура перегонки 96% об.
Воспламеняемость	Температура вспышки, температура самовоспламенения, температурные пределы воспламенения, концентрационные пределы воспламенения, группа пожароопасности
Горючесть	Цетановое число, плотность, индикаторные характеристики
Склонность к отложениям	Йодное число, концентрация фактических смол, зольность, коксуемость 10% остатка
Совместимость с материалами	Массовая доля серы, массовая доля меркаптановой серы, испытание на медной пластинке, содержание водорастворимых кислот и щелочей, содержание сероводорода
Защитное	Защитное свойство топлив с присадками, коррозионные потери металлов в условиях конденсации воды
Противоизносные свойства	Кислотность, кинематическая вязкость при 20 ⁰ С
Токсичность	ПДК в воздухе рабочей зоны, класс токсичности,
Сохраняемость	Гарантийный срок хранения, концентрация осадка и фактических смол после окисления

Цель лабораторной работы №2 – приобрести практические навыки определения показателей качества дизельных топлив, оценки уровня их эксплуатационных свойств и прогноза последствий применения в двигателе.

Задачи работы:

- усвоить профессиональные термины и методики определения показателей качества дизельных топлив;
- приобрести практические навыки определения показателей качества дизельных топлив;
- приобрести практические навыки работы с нормативными документами;
- приобрести практические навыки составления заключений о соответствии качества дизельного топлива требованию ГОСТа по отдельным показателям качества;
- приобрести практические навыки составления выводов об уровне эксплуатационных свойств дизельного топлива и последствиях его применения в двигателе.

Оборудование. Прибор ЛТЗ для определения температуры помутнения и температуры застывания дизельных топлив, прибор АК-3Б для определения цетанового числа, ареометр, цилиндр 0,5 л, вискозиметр ВПЖ-4, секундомер, делительная воронка со штативом, универсальная индикаторная бумага.

Задание и последовательность его выполнения

1. Экспериментально определить показатели качества эксплуатационного свойства «прокачиваемость» дизельного топлива - температуру помутнения и температуру застывания дизельного топлива. Сравнить полученные показатели качества с требованием ГОСТа на дизельные топлива. Сравнивая экспериментально полученные значения показателей качества с требованиями ГОСТа, определить марку дизельного топлива и ГОСТ, по которому оно выпускается. Оценить соответствие дизельного топлива по этим показателям качества требованию ГОСТа, уровень его эксплуатационного свойства «прокачиваемость» и дать заключение о последствиях его применения в двигателе.

2. Экспериментально определить показатели качества эксплуатационного свойства «горючесть» дизельного топлива - плотность и цетановое число. Оценить соответствие дизельного топлива требованию ГОСТа, уровень его эксплуатационного свойства «горючесть» и последствия применения топлива в дизельном двигателе.

3. Экспериментально определить показатели качества эксплуатационного свойства «противоизносные свойства» дизельного топлива - кинематическую вязкость экспериментально и по требованию ГОСТа. Оценить соответствие дизельного топлива требованию ГОСТа, уровень его эксплуатационного свойства «противоизносные свойства» и последствия применения в дизельном двигателе.

4. Экспериментально определить показатели качества эксплуатационного свойства «совместимость с материалами» дизельного топлива - содержание водорастворимых кислот и щелочей (ВКЩ). Сравнить полученные показатели ка-

чества с требованием ГОСТа. Оценить соответствие дизельного топлива требованию ГОСТа по содержанию в нем ВКЩ, уровень его эксплуатационного свойства «совместимость с материалами» и последствия применения в дизельном двигателе.

Результаты испытаний занести в соответствующие таблицы рабочей тетради, затем сделать общее заключение по лабораторной работе №2, где указать, по каким показателям качества испытываемое дизельное топливо не соответствует требованиям ГОСТа, каковы ожидаемые последствия его применения в двигателе.

2.1. ПРОКАЧИВАЕМОСТЬ ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ

Прокачиваемость – эксплуатационное свойство, характеризующее особенности и результаты процессов, которые могут происходить с топливом при его перекачке по трубопроводам, топливным системам и фильтрации.

Прокачиваемость дизельных топлив характеризуют 6 показателей качества: содержание воды, общее загрязнение, цвет, температура помутнения, температура застывания, коэффициент фильтруемости, предельная температура фильтруемости (см. табл. 2.1).

Содержание воды - показатель, указывающий наличие воды в топливе (мг/кг).

Вода в топливо попадает из атмосферы. Днём температура воздуха в объёме ёмкости над топливом выше, чем ночью. Поэтому ночью, при снижении температуры, вода в объёме ёмкости над топливом переходит из парообразного состояния в жидкость или иней. Наличие в топливе воды в виде эмульсии, жидкого осадка или инея не допускается, так как начинает интенсивно протекать электрохимическая коррозия системы питания, развиваются микроорганизмы, блокируются фильтры тонкой очистки топлива, увеличивается вероятность заклинивания плунжерных пар или игл распылителей. Зимой после выезда из теплого гаража или после заправки относительно теплым топливом из подземного хранилища в топливном баке образуется иней, который осыпается на дно и забивает систему питания. Если в топливе присутствует вода в жидком виде, то она накапливается в нижней части топливного бака и топливопроводах, где образует эмульсию, а застывая, образует ледяные пробки, что блокирует его подачу.

Общее загрязнение - показатель, указывающий наличие механических примесей в топливе (мг/кг).

Избыточное загрязнение в топливной системе может привести к преждевременному засорению фильтров и (или) отказу оборудования, что может повлечь дополнительные затраты на техническое обслуживание и ремонт и, как следствие, снижение производительности труда.

Механические примеси поступают в топливо из воздуха при изменении его температуры или понижении уровня топлива при работе двигателя. Твердость механических примесей выше твердости металлов, из которых изготовлены детали двигателя. Наличие в топливе механических примесей увеличивает силу трения между поверхностями трения сопряжений, например, плунжер - втулка плунжера, игла распылителя - корпус распылителя, поршень подкачивающего насоса – цилиндр корпуса. Увеличение сил трения способствует увеличению скорости изнашивания этих деталей.

Механические примеси, вылетающие с топливом из отверстий распылителя форсунки, увеличивают скорость гидроабразивного изнашивания отверстий, изменяют их геометрию, что ухудшает качество диспергирования топлива, смесеобразования и снижает мощность двигателя.

При наличии воды вместе с механическими примесями образуется шлам, забивающий систему питания. Поэтому необходимо периодически сливать отстой из системы питания.

Цвет топлива. Дизельное топливо должно быть бесцветным. Желтый или слегка желтоватый цвет является признаком наличия в дизельном топливе продуктов окисления непредельных углеводородов – смол, способствующих образованию отложений. Смолы откладываются на фильтре тонкой очистки, что ухудшает прокачиваемость топлива через систему питания, снижает мощность двигателя и увеличивает удельный расход топлива.

Температура помутнения – температура, при которой жидкий прозрачный нефтепродукт начинает мутнеть в условиях испытания.

В дизельном топливе содержатся молекулы парафиновых углеводородов, которые при понижении температуры переходят из жидкого состояния в твердое, что делает топливо мутным. Если температура помутнения топлива не соответствует требованию ГОСТа, то при его применении кристаллики парафинов забьют отверстия фильтра тонкой очистки топлива, что ухудшит его прокачиваемость, уменьшит мощность двигателя.

Температура застывания – температура, при которой нефтепродукт теряет подвижность в условиях испытания.

При понижении температуры топлива ниже температуры помутнения на 5...10°C отдельные кристаллики парафиновых углеводородов образуют пространственный каркас, поэтому топливо теряет подвижность, его подача прекращается, а двигатель останавливается.

Коэффициент фильтруемости – безразмерная величина, характеризующая отношение времени фильтрации в секундах последних 2 мл топлива из объема 45 мл ко времени фильтрации первых 2 мл.

Коэффициент фильтруемости характеризует общее загрязнение топлива и его прокачиваемость. Его величина не должна быть более 3 ед.

Предельная температура фильтруемости – конечная температура, при которой топливо после охлаждения в определенных условиях перестает проходить через фильтр или продолжительность фильтруемости 20 мл топлива превышает 60 с.

2.1.1. Методика определения температуры помутнения и за- стывания

Сущность метода определения температуры помутнения заключается в охлаждении пробы топлива в пробирке с двойными стенками и термометром, помещенной в охлаждающую смесь, и определении температуры, при которой топливо в пробирке мутнеет и наблюдается появление первых кристаллов.

Порядок выполнения работы. Взять пробу дизельного топлива, обезвожить. Хранить подготовленное таким образом топливо можно в тщательно закупоренной бутылке при температуре 18...20°C.

В левой пробирке с двойными стенками, установленной в левое окно прибора ЛТЗ, должно находиться эталонное топливо (рис. 2.1).

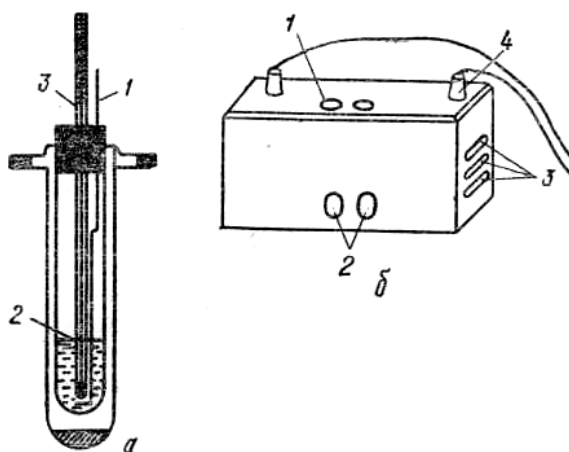


Рис. 2.1. Прибор ЛТЗ для определения температуры помутнения:
а - пробирка: 1 - мешалка; 2 - метка; 3 - термометр; б - общий вид прибора:
1 - отверстия для пробирок; 2 - смотровые окна; 3 - щели для вентиляции;
4 - лампы

Во внутреннюю полость второй пробирки налить до метки испытуемое обезвоженное топливо и установить в нее пробку с термометром. Термометр установить так, чтобы его ртутный резервуар находился в пробирке на расстоянии 15 мм от дна на равном расстоянии от стенок.

В сосуд для охлаждающей смеси (термос) насыпать снег (мелко измельченный лёд) и поваренную соль в соотношении по массе 3 : 1. Полученную смесь медленно перемешивать вручную деревянной лопаточкой. При появлении жидкой фазы термос закрыть крышкой.

За 5°C до ожидаемой температуры помутнения пробирку с испытуемым топливом вынуть из термоса, быстро вытереть насухо и вставить в правое окно

прибора ЛТЗ (или просматривать топливо в проходящем свете). Включить тумблером лампы и через смотровые отверстия прибора в проходящем свете наблюдать состояние испытуемого топлива и сравнивать его с прозрачным эталоном. Продолжительность операции от начала извлечения пробирки из термоса до ее погружения обратно должна быть не более 12 с. После каждого наблюдения лампы прибора нужно выключать.

Если оптическая плотность топлива по сравнению с эталоном не изменилась, то пробирку с испытуемым топливом вновь опустить в охлаждающую смесь термоса и продолжить охлаждение. Дальнейшее наблюдение проводить через 1°C. Опыт проводить до помутнения топлива. Температура, при которой в испытуемом топливе наблюдается изменение оптической плотности, принимается за температуру помутнения. Результат испытаний записать в табл. 2.1 рабочей тетради.

После установления температуры помутнения испытуемого образца топлива пробирку опустить в охлаждающую смесь термоса и продолжить охлаждать. За 5°C до ожидаемой температуры застывания пробирку вынуть, установить под углом 45 градусов к горизонту и наблюдать за топливом. Если мениск топлива изменит свое положение в течение 5 с, считается, что температура топлива не достигла температуры застывания. Пробирку с топливом снова опустить в охлаждающую смесь термоса и охлаждать до более низкой температуры. Далее опыт повторить через 1°C до тех пор, пока при наклоне пробирки под углом 45 градусов к горизонту мениск топлива относительно стенки пробирки не изменит своего положения в течение 5 с. За температуру застывания топлива принимают температуру, при которой топливо в пробирке остается неподвижным в течение 5 с. Полученные экспериментальные данные занести в табл. 2.1 рабочей тетради.

2.1.2. Методика определения цвета топлива, содержания в нем воды и механических примесей

Общее загрязнение дизельного топлива не должно превышать 24 мг/кг. Проверка производится по ГОСТ EN 12662-2016 Нефтепродукты жидкие. Метод определения механических примесей в средних дистиллятах, дизельном топливе и метиловых эфирах жирных кислот.

Содержание воды в дизельном топливе не должно превышать 200 мг/кг. Проверка производится по ГОСТ Р 54281-2010 Нефтепродукты, смазочные масла и присадки. Метод определения воды кулонометрическим титрованием по Карлу Фишеру.

Дизельное топливо по ГОСТ 305-2013 Топливо дизельное. Технические условия может содержать красители кроме зеленого или голубого цвета.

В полевых условиях практически невозможно определить наличие в топливе воды и механических примесей по методикам, изложенным в соответствующих ГОСТах, однако контроль за качеством топлива можно осуществить органолептическим методом. Этот метод позволит предотвратить попадание в топливную систему двигателя воды и крупных частиц механических примесей.

Порядок выполнения работы. Наполнить стеклянный прозрачный цилиндр ёмкостью 500 мл испытуемым топливом. К обратной стороне стенки цилиндра прикрепить белый лист бумаги. Сравнить цвет топлива с цветом бумаги, визуально определить цвет дизельного топлива и записать его в табл. 2.1 рабочей тетради.

Под основание цилиндра положить белый лист бумаги. Осмотреть дно цилиндра. Если визуально можно обнаружить посторонние механические примеси или небольшие капельки воды, то делается запись «присутствуют» в табл. 2.1 рабочей тетради о присутствии воды и (или) механических примесей. Если механических примесей и (или) воды визуально обнаружить не удаётся, то делается запись «отсутствуют».

По температуре помутнения и температуре застывания определить марку дизельного топлива и записать в табл. 2.1 рабочей тетради. Из ГОСТа (прил. 5) в табл. 2.1 занести те показатели качества, по которым осуществляется оценка испытуемого топлива. Сравнить показатели качества, полученные экспериментально и по ГОСТу.

В строке «Вывод о качестве» табл. 2.1 дать заключение о соответствии дизельного топлива по данным показателям качества требованию ГОСТа, оценить уровень прокачиваемости топлива и последствия его применения в двигателе.

На координатной сетке рис. 2.1 рабочей тетради начертить графики изменения прокачиваемости дизельного топлива при изменении его температуры от 75 до минус 15°C. Устно дать пояснения к графикам.

2.2. ГОРЮЧЕСТЬ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

Горючесть - эксплуатационное свойство, характеризующее особенности и результаты процесса горения топлива в камере сгорания поршневых двигателей, котлоагрегатах и испытательных установках.

Горючесть дизельного топлива характеризуют тремя показателями качества: цетановое число, плотность при 15 или 20°C, индикаторные характеристики. Эти показатели качества непосредственно влияют на мощность двигателя и его ресурс, удельный расход топлива, токсичность продуктов сгорания.

2.2.1. Плотность дизельного топлива

Плотность топлива – показатель, указывающий массу топлива в единице объёма.

Плотность топлива зависит от состава нефти, технологии его получения, марки и т.д. Плотность дизельного топлива не должна быть выше значения, установленного стандартом. Например, при температуре 15°C плотность летнего и межсезонного топлива должна быть не более 863,4, зимнего – не более 843,4, арктического – не более 833,5 кг/м³. Плотность дизельных топлив ЕВРО для умеренного климата при той же температуре должна находиться в пределах 820...845 кг/м³, для арктического климата – в интервале 800...845 кг/м³.

Плотность нефтепродуктов определяют с помощью ареометров (нефтеденсиметров). Ареометр представляет собой пустотелый стеклянный поплавок с балластом, размещенным снизу, термометром, размещенным в его средней части, и тонкой трубкой со шкалой плотности, размещенной сверху (см. рис. 1.2).

Сущность метода заключается в погружении ареометра в испытуемое топливо, снятии показания по шкале ареометра при температуре определения и пересчёте результата на плотность при заданной температуре.

Порядок выполнения работы. Взять цилиндр ёмкостью 500 мл и установить на ровной горизонтальной поверхности. Пробу испытуемого топлива налить в цилиндр. Чистый и сухой ареометр аккуратно взять за верхнюю часть и, удерживая его в вертикальном положении, медленно и осторожно опустить в цилиндр с топливом, не допуская смачивания его верхней части, расположенной выше уровня погружения ареометра. В связи с высокой вероятностью поломки ареометра запрещается резко опускать его в цилиндр с топливом. Осторожно убрать руку и ждать окончания колебания ареометра в объёме топлива. После 3...5 мин нахождения ареометра в топливе приступить к считыванию показания плотности со шкалы по верхнему краю мениска А - Б. Глаз наблюдателя должен находиться на уровне мениска А - Б, а ареометр не должен касаться цилиндра. Показания температуры топлива считывают по термометру ареометра.

Плотность дизельного топлива в ГОСТе указывается при температуре 15°C. Если измерение плотности проведено при другой температуре, то результат измерения необходимо привести к нужной температуре. Расчёт выполняется в соответствии с ГОСТ 8.599-2010 Плотность светлых нефтепродуктов. Таблицы пересчёта плотности к 15 °C и 20 °C и к условиям измерения объёма.

Пример. При измерении ареометром плотности дизельного топлива при температуре 27,5°C получили значение 0,854 г/см³ (854 кг/м³), требуется определить плотность дизельного топлива при 15°C и его марку.

Для пересчёта необходимо:

1. В табл. А.3 прил. 6 найти в графе $t, ^\circ\text{C}$ значение 27,4°C, являющееся ближайшим меньшим значением от 27,5 °C, а в подзаголовке таблицы - значения плотности 850,0 и 860,0 кг/м³, являющиеся ближайшим меньшим значением и ближайшим большим значением от 854 кг/м³ соответственно.

2. На пересечении строки, соответствующей температуре 27,4°C, и столбца, соответствующего плотности 850,0 кг/м³, найти значение приведённой плотности - 858,8 кг/м³. На пересечении строки, соответствующей температуре 27,4°C, и столбца, соответствующего плотности 860,0 кг/м³, найти значение приведённой плотности - 868,7 кг/м³.

3. Рассчитать по формуле (2.1) значение приведённой плотности, соответствующей температуре 27,4 °C и плотности 854 кг/м:

$$p_{\text{пр}} = p_{\text{прм}} + \frac{(p_t - p_{\text{тм}}) \cdot (p_{\text{прб}} - p_{\text{прм}})}{10}, \quad (2.1)$$

где p_t - значение измеренной плотности при температуре t ;

$p_{\text{прм}}$ - значение приведённой плотности, соответствующее ближайшему меньшему значению плотности от p_t , указанному в подзаголовке табл. А.3;

$p_{\text{прб}}$ - значение приведённой плотности, соответствующее ближайшему большему значению плотности от p_t , указанному в подзаголовке табл. А.3;

$p_{\text{тм}}$ - ближайшее меньшее значение плотности от p_t , указанное в подзаголовке табл. А.3.

$$p_{\text{прб}} = 858,8 + \frac{(854 - 850) \cdot (868,7 - 858,8)}{10} = 858,8 + \frac{4 \cdot 9,9}{10} = 862,76 \text{ кг/м}^3.$$

4. В табл. А.3 прил. 6 найти в графе t , °C значение 27,6°C, являющееся ближайшим большим значением от 27,5 °C, а в подзаголовке таблицы - значения плотности 850,0 и 860,0 кг/м³, являющиеся ближайшим меньшим значением и ближайшим большим значением от 854 кг/м³ соответственно.

5. На пересечении строки, соответствующей температуре 27,6°C, и столбца, соответствующего плотности 850,0 кг/м³, найти значение приведённой плотности - 858,9 кг/м³. На пересечении строки, соответствующей температуре 27,6°C, и столбца, соответствующего плотности 860,0 кг/м³, найти значение приведённой плотности - 868,9 кг/м³.

6. Рассчитать по формуле (2.1) значение приведённой плотности, соответствующей температуре 27,6 °C и плотности 854 кг/м³:

$$p_{\text{прб}} = 858,9 + \frac{(854 - 850) \cdot (868,9 - 858,8)}{10} = 858,9 + \frac{4 \cdot 10}{10} = 862,9 \text{ кг/м}^3.$$

7. Рассчитать по формуле (2.2) значение приведённой плотности, соответствующей температуре 27,5 °C и плотности 854 кг/м³:

$$p_{\text{пр}} = \frac{p_{\text{птМ}} + p_{\text{птБ}}}{2}, \quad (2.2)$$

где $p_{\text{птМ}}$ - значение приведённой плотности, соответствующее ближайшему меньшему значению температуры от t , указанному в графе t , °C табл. А.3;

$\rho_{\text{пртБ}}$ - значение приведённой плотности, соответствующее ближайшему большему значению температуры от t , указанному в графе $t, ^\circ\text{C}$ табл. А.3.

$$\rho_{\text{пр}} = \frac{862,76 + 862,9}{2} = 862,8 \text{ кг/м}^3.$$

Таким образом, плотность дизельного топлива при 15°C равна $862,8 \text{ кг/м}^3$ ($0,8628 \text{ г/см}^3$). Далее полученное значение сверяют с ГОСТ 305-2013 Топливо дизельное. Технические условия и ГОСТ Р 52368 - 2005 Топливо дизельное ЕВРО. Технические условия. По итогу сверки делают вывод о том, что пересчёт плотности выполнен для летнего либо межсезонного дизельного топлива, т.к. значение плотности для этих топлив при температуре 15°C должно быть не более $863,4 \text{ кг/м}^3$, а для дизельного топлива ЕВРО максимальная плотность не более 845 кг/м^3 .

Если плотность топлива при температуре 15°C выше, чем указано в стандарте, то это косвенно может указывать на возможность его смешивания при транспортировке или хранении с более тяжёлым нефтепродуктом, например, с маслом, а если меньше требований ГОСТа, то на возможное смешивание с бензином.

Значение плотности топлива, полученное в эксперименте и по ГОСТу для установленной марки записать в табл. 2.2 рабочей тетради.

2.2.2. Цетановое число

Цетановое число – показатель, устанавливающий скорость нарастания давления при сгорании топлива в поршневых двигателях с самовоспламенением топлива - воздушной смеси, выраженной в единицах эталонной шкалы. Косвенно скорость нарастания давления характеризует способность топлива к самовоспламенению.

В качестве эталонной шкалы взято процентное содержание цетана в смеси с другим эталонным топливом - альфаметилнафталином. Скорость нарастания давления при сгорании цетана условно принята за 100 ед., а альфаметилнафталином за 0. Цетановое число испытуемого топлива проверяют на специальной однокцилиндровой установке. Вначале с помощью специальных приборов определяют скорость нарастания давления. Затем подбирают смесь, состоящую из двух эталонных топлив (цетана с альфаметилнафталином в таком соотношении, чтобы скорость нарастания давления у нее была такая же, как у испытуемого топлива. Тогда испытуемому топливу присваивают величину цетанового числа, численно равную процентному содержанию цетана в смеси с альфаметилнафталином.

Если топливо по величине цетанового числа не соответствует требованию ГОСТа, то начало процесса сгорания - воспламенения топлива смещается ближе

к верхней мёртвой точке (ВМТ). В результате процесс сгорания топлива протекает за меньший угол поворота коленчатого вала, что увеличивает скорость нарастания давления (жёсткость процесса сгорания) $dP/d\phi$.

Увеличение жёсткости процесса сгорания приводит к снижению толщины масляной плёнки, увеличению сил трения, снижению механического КПД, ресурса деталей, мощности двигателя и увеличению удельного расхода топлива.

Сущность метода определения цетанового числа дизельного топлива заключается в определении его по косвенному показателю – диэлектрической проницаемости – с помощью прибора АК-3Б.

Порядок выполнения работы. Установить прибор на стол. Снять колпак с первичного преобразователя и подсоединить к прибору через разъем «датчик». Отвернуть наружный цилиндр датчика преобразователя, чистой и сухой салфеткой протереть наружный и внутренний цилиндры и собрать в обратной последовательности. Включить прибор, переместив левую клавишу в положение «Вкл». Установить вторую клавишу в положение «К» (счёт ведётся слева направо). Потенциометром «Уст. 1» установить показания индикатора на 1,000. Заполнить пространство между электродами первичного преобразователя (датчика) испытуемым топливом до верхнего края наружного электрода. Снять отсчёт значения относительной диэлектрической проницаемости топлива по цифровому индикатору. Две правые клавиши установить в положение, соответствующее определению цетанового числа дизельного топлива. На индикаторе прибора появится значение цетанового числа дизельного топлива. Значение показателя «цетановое число» дизельного топлива записать в соответствующую графу табл. 2.2 рабочей тетради. Сравнить величину цетанового числа, определенного опытным путем, с величиной, установленной ГОСТом для определенной экспериментальным путем марки дизельного топлива.

В строке «Вывод о качестве» табл. 2.2 дать заключение о соответствии (несоответствии) дизельного топлива по величине плотности и цетанового числа требованию ГОСТа. Оценить уровень эксплуатационного свойства «горючесть» дизельного топлива и последствия его применения в двигателе.

2.3. ПРОТИВОИЗНОСНОЕ СВОЙСТВО

Противоизносное свойство – эксплуатационное свойство, характеризующее особенности и результаты процессов изнашивания трущихся поверхностей, которые могут протекать в присутствии топлива при его применении в технике.

Противоизносное свойство дизельного топлива в ГОСТе оценивают по величине его кинематической вязкости.

Выбор данного показателя качества для оценки противоизносного свойства дизельного топлива обусловлен тем, что в системе питания дизельного двигателя имеются подвижные пары трения, такие как плунжер – втулка плунжера,

игла распылителя – корпус распылителя, поршень – цилиндр подкачивающего насоса. При работе двигателя подвижные детали этих пар трения перемещаются относительно неподвижных деталей.

Для обеспечения надёжной работы этих деталей их необходимо смазывать путём создания между ними адсорбированной плёнки из смазочного материала. Так как зазоры между парами трения составляют 1...2 мкм, то в качестве смазочного материала требуется жидкость с небольшой кинематической вязкостью. Установлено, что заявленным требованиям полностью отвечает само дизельное топливо.

Так как эксплуатировать двигатели приходится в различных климатических условиях, то применяют различные марки топлив - соответственно летнее, межсезонное, зимнее или арктическое топливо по ГОСТ 305-2013 и различные марки дизельных топлив по ГОСТ Р 52368-2005 для умеренного и арктического климата. Вязкость топлив в соответствии с требованием ГОСТ 305-2013 определяют при температуре плюс 20°C, а плотность – при температуре плюс 15°C. По ГОСТ Р 52368-2005 вязкость определяется при температуре плюс 40°C, а плотность – при температуре 15°C.

Если у дизельного топлива кинематическая вязкость будет меньше, чем требуется по ГОСТу, то между поверхностями трения образуется слишком тонкая жидкая плёнка топлива, толщина которой меньше шероховатости поверхностей трения. В этом случае может наблюдаться повышенный износ поверхностей трения деталей. Кроме того, низкая вязкость дизельного топлива способствует росту его утечек через зазоры между деталями, что способствует снижению цикловой подачи топлива и, как следствие, мощности двигателя.

Если у дизельного топлива кинематическая вязкость превышает требования ГОСТа, то это приводит к уменьшению количества поступающего в зазор между поверхностями трения деталей смазывающего материала и к износу деталей. Поэтому кинематическая вязкость дизельного топлива ограничена определёнными пределами. Например, для дизельных топлив, выпускаемых по ГОСТ 305-2013, их кинематическая вязкость при температуре 20°C не должна превышать 3 ...6 сСт для летних и межсезонных, 1,8 ...5,0 сСт для зимних и 1,5 ...4,0 сСт для арктических топлив. Для дизельных топлив по ГОСТ Р 52368-2005, предназначенных для работы в зоне умеренного и арктического климата, кинематическая вязкость при 40°C должна находиться в интервале от 1,5 до 2,0 сСт, а для топлив, предназначенных для работы в зоне холодного и арктического климата, - от 1,3 до 4,0 сСт.

Определение кинематической вязкости дизельного топлива производится при помощи вискозиметра.

Порядок выполнения работы. В водяную баню установить стеклянный цилиндр ёмкостью 1 л и заполнить водой (рис. 2.2).

Подобрать вискозиметр с пределами измерения, соответствующими ожидаемой вязкости дизельного топлива (с диаметром капилляра в диапазоне, примерно 0,62 ... 1,0 мм). Обезвоженным топливом заполнить вискозиметр 3 и установить его в водяную баню вертикально так, чтобы верхнее расширение было погружено в воду. Установить температуру воды в стеклянном цилиндре, соответствующую требованиям для испытуемой марки дизельного топлива равную 20°C для топлив, выпускаемых по ГОСТ 305-2013, или 40°C для топлив по ГОСТ Р 52368-2005 с точностью $\pm 0,1^\circ\text{C}$. На отводную трубку 8 вискозиметра надеть резиновую трубку и соединить ее с резиновой грушей. Рядом с прибором на столе разместить секундомер.

Вискозиметр выдержать в воде при заданной температуре не менее 15 мин. Затем закрыть пальцем левой руки верхнее отверстие отводной трубки 8 вискозиметра, пальцами правой руки сжимать грушу и нагнетать воздух под давлением в объем вискозиметра. Топливо воздухом вытесняется через капилляр из нижнего объема вискозиметра в верхний. Заполнить топливом верхний объем примерно на 2/3 его высоты. В правую руку взять секундомер и приготовиться к старту.

ВНИМАНИЕ! Запрещается держать палец между коленами вискозиметра вследствие высокой вероятности его поломки!

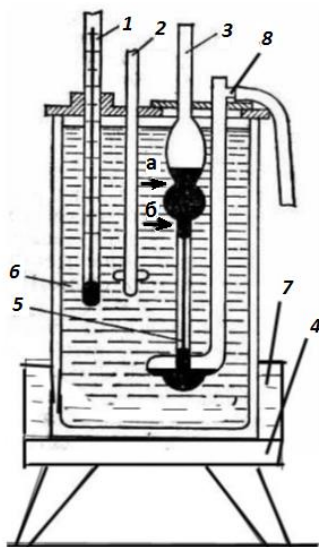


Рис. 2.2. Прибор для определения кинематической вязкости нефтепродукта: 1 - термометр; 2 - мешалка; 3 - вискозиметр; 4 - электроплитка; 5 - капилляр; 6 - термостат; 7 - водяная баня; 8 - отводная трубка

Убрать палец левой руки с верхнего отверстия отводной трубки 8 вискозиметра.

Топливо из верхнего объема начинает перетекать через капилляр в нижний. Уровень топлива в верхнем объеме начинает понижаться. Как только мениск топлива коснется отметки «а», включить секундомер, а когда мениск достигнет отметки «б», секундомер выключить. Время, в течение которого уровень

топлива в вискозиметре понижается от отметки «а» до отметки «б», записать в таблицу 2.3 рабочей тетради.

Опыты проводят три раза и берут их среднее арифметическое значение с точностью до 0,1 с. Время истечения должно быть не менее 200 с. Если время истечения меньше 200 с, то для определения кинематической вязкости топлива берут вискозиметр с меньшим диаметром капилляра. Кинематическую вязкость дизельного топлива рассчитывают по формуле

$$\nu = k \cdot \tau, \quad (2.3)$$

где k – постоянная вискозиметра (берется из паспорта на прибор), $\text{мм}^2/\text{с}^2$;

τ - время истечения заданного объема топлива от отметки «а» до отметки «б», с.

Умножив среднее значение времени истечения топлива на постоянную вискозиметра, получим кинематическую вязкость дизельного топлива. В табл. 2.3 записать значение кинематической вязкости топлива по ГОСТу и экспериментальные данные. Далее необходимо сравнить экспериментальное значение кинематической вязкости с требованием ГОСТа для данной марки топлива.

В строке «Вывод о качестве» табл. 2.3 дать заключение о соответствии (несоответствии) дизельного топлива требованию ГОСТа по кинематической вязкости. Оценить уровень противоизносного свойства топлива и дать прогноз последствий его применения в двигателе.

2.4. СОВМЕСТИМОСТЬ С МАТЕРИАЛАМИ

Совместимость с материалами - эксплуатационное свойство, характеризующее особенности и результаты процессов коррозии материалов, разрушения и набухания, изменения технических характеристик резин, герметиков и других уплотнительных материалов, которые могут протекать при их контакте с топливом.

Совместимость дизельного топлива с материалами характеризуют следующими показателями качества: испытанием на медной пластинке, массовой долей серы, массовой долей меркаптановой серы, содержанием водорастворимых кислот и щелочей (ВКЩ).

При наличии в топливе органических кислот, серы, водорастворимых кислот и щелочей начинают протекать химические процессы их взаимодействия с материалом деталей системы питания. При наличии в топливе серы в продуктах сгорания будут образовываться окислы серы. Известно, что в результате сгорания 1 л топлива образуется 1,5 л воды. При высоких температурах окислы серы вызывает газовую коррозию деталей цилиндропоршневой группы двигателя. При низкой температуре деталей двигателя пары окислов серы смешиваются с парами воды и образуют серную или сернистую кислоту. Кислота разрушает детали цилиндропоршневой группы двигателя и способствует старению моторного масла.

Водорастворимые кислоты взаимодействуют со всеми металлами, а водорастворимые щелочи - с алюминием – основным сплавом, из которого изготавливают поршни двигателей, подшипники скольжения коленчатого вала, поэтому их присутствие в топливе запрещено даже в небольшом количестве. Дизельное топливо, содержащее ВКЩ, применять запрещено.

Сущность метода определения совместимости топлива с материалами состоит в извлечении ВКЩ из топлива водой или водным раствором этилового спирта и определения их наличия с помощью индикатора.

Порядок выполнения работы. В делительную воронку, укрепленную на штативе, налить 50...70 мл испытуемого топлива и 50...70 мл дистиллированной воды, подогретой до 50...60°C. В течение 5 мин содержимое перемешивать до получения эмульсии белого цвета. За время перемешивания эмульсии водорастворимые кислоты и щелочи, присутствующие в топливе, растворятся в воде. Эмульсию аккуратно слить в делительную воронку для ее расслоения. Дать время для отстаивания воды в нижнем слое. Взять чистый сухой цилиндр емкостью 50...70 мл, подставить под нижнее сливное отверстие делительной воронки. Открыть кран делительной воронки и в цилиндр слить 10...25 мл отстоявшейся водной вытяжки. В водную вытяжку на несколько секунд опустить универсальную индикаторную бумагу. Если в воде содержатся ВКЩ, то индикаторная бумага изменит свой цвет. Вытащить бумагу из водной вытяжки и приложить ее к цветовой шкале на корпусе упаковки для индикаторной бумаги. Совместить индикаторную бумагу с тем образцом цвета шкалы, который соответствует цвету индикаторной бумаги. Напротив соответствующего цвета на упаковке указано значение среды pH. Определить величину pH и тип среды (кислая, щелочная или нейтральная). При pH = 7,0 среда нейтральная, что указывает на отсутствие в дизельном топливе наличия ВКЩ. При pH менее 7,0 среда кислая, что указывает на наличие в топливе водорастворимых кислот. При pH более 7,0 среда щелочная, что указывает на наличие в топливе водорастворимых щелочей. Полученные данные занести в табл. 2.4 рабочей тетради.

В строке «Вывод о качестве» табл. 2.4 дать заключение о соответствии (несоответствии) топлива требованию стандарта по наличию ВКЩ, об уровне его эксплуатационного свойства «совместимость с материалами» деталей системы питания и о последствиях его применения в двигателе.

В заключение необходимо сформулировать общий вывод о качестве дизельного топлива. Если показатели качества топлива отличаются от требований ГОСТа, то дать оценку этим отклонениям и спрогнозировать негативные последствия, которые следует ожидать при применении данного топлива в двигателе.

Подготовить ответы по контрольным вопросам. Защитить работу у преподавателя. Ответить на заданные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Как маркируется летнее, зимнее и арктическое дизельное топливо?
2. Чем отличается дизельное топливо I вида от дизельного топлива II вида?
3. Определения терминов «эксплуатационное свойство», «прокачиваемость», «горючесть», «противоизносное свойство» и «совместимость».
4. Какими показателями качества характеризуют: «прокачиваемость», «горючесть», «противоизносное свойство» и «совместимость» топлива?
5. По какому показателю качества можно установить марку дизельного топлива?
6. Дать заключение о качестве испытанного топлива, его соответствии требованию стандарта, уровне его эксплуатационных свойств и последствиях применения в двигателе.
7. Влияние несоответствия дизельного топлива требованию ГОСТа по величине цетанового числа на работу двигателя.
8. Влияние несоответствия дизельного топлива требованию ГОСТа по температуре перегонки 50% объема на работу двигателя.
9. Влияние несоответствия дизельного топлива требованию ГОСТа по температуре застывания на работу двигателя.
10. Влияние несоответствия дизельного топлива требованию ГОСТа по предельной температуре фильтруемости на работу двигателя.
11. Влияние несоответствия дизельного топлива требованию ГОСТа по температуре перегонки 96% объема на работу двигателя.
12. Влияние несоответствия дизельного топлива требованию ГОСТа по температуре помутнения на работу двигателя.
13. Влияние несоответствия дизельного топлива требованию ГОСТа по коэффициенту фильтруемости на работу двигателя.
14. Влияние несоответствия дизельного топлива требованию ГОСТа по плотности на работу двигателя.
15. Влияние несоответствия дизельного топлива требованию ГОСТа по содержанию водорастворимых кислот и щелочей на работу двигателя.
16. Влияние несоответствия дизельного топлива требованию ГОСТа по концентрации фактических смол на работу двигателя.
17. Влияние несоответствия дизельного топлива требованию ГОСТа по массовой доле серы на работу двигателя.
18. Влияние несоответствия дизельного топлива требованию ГОСТ по величине кинематической вязкости на работу двигателя.
19. Влияние несоответствия дизельного топлива требованию ГОСТа по температуре самовоспламенения.
20. Влияние несоответствия дизельного топлива требованию ГОСТа по содержанию воды и механических примесей на работу двигателя.

3. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА МОТОРНЫХ МАСЕЛ

Маркировка моторных масел установлена ГОСТ 17479 – 85 Масла моторные. Классификация и обозначение. Обозначение масла состоит из группы знаков, первая из которых обозначается буквой М – моторное и не зависит от состава и свойств масла; вторая – цифрами, характеризующими класс кинематической вязкости; третья – прописными буквами и обозначает принадлежность к группе масел по эксплуатационным свойствам (уровню качества). В зависимости от кинематической вязкости масла делят на летние, зимние и всесезонные.

Например, марка зимнего масла **М – 6з – Г₁** означает, что масло **М** – моторное, отнесено к **6**-му классу вязкости, «з» - зимнее. По эксплуатационным свойствам (группа **Г**) масла предназначено для высокофорсированных двигателей, индекс **1** - для бензиновых двигателей. У зимних масел класс вязкости может иметь значения **6з, 8з**. Зимнее масло предназначено для использования в зоне холодного и арктического климата.

Например, марка летнего масла **М – 10 – В₂** означает, что масло **М**- моторное, отнесено к **10**-му классу вязкости, летнее. По эксплуатационным свойствам отнесено к группе **В** – масла для среднефорсированных двигателей, индекс **2** – для дизельных двигателей.

Для всесезонных масел классы вязкости записываются дробью: числитель указывает на принадлежность к одному из зимних классов, а знаменатель на принадлежность к одному из летних классов. Например, марка **М – 6з/12 – Г₁** означает, что масло **М** - моторное, отнесено к **6**-му классу вязкости зимних масел и **12**-му классу вязкости летних масел. По эксплуатационным свойствам масло отнесено к группе **Г** – масла для высокофорсированных двигателей. Для зимних и всесезонных масел класс вязкости обозначается условной цифрой **3з, 4з, 5з** или **6з**. Цифра **3** условно обозначает вязкость, находящуюся в пределах 1200-1400 мм²/с, цифра **4** – 2400-2600 мм²/с, цифра **5** – 5600-600 мм²/с, а цифра **6** - вязкость 1000-10600 мм²/с. Буква «з» означает, что масло загущено полимерными присадками. Индекс **1** – масло предназначено для бензиновых ДВС.

Рациональное применение моторных масел возможно лишь при условии соответствия величины их показателей качества требованию стандарта. Поэтому величины показателей качества моторных масел утверждены ГОСТ 8581-78 Масла моторные для автотракторных дизелей. Технические условия и ГОСТ 10541-78 Масла моторные универсальные и для автомобильных карбюраторных двигателей. Технические условия.

Таблица 3.1

Система показателей качества моторных масел

Эксплуатационные свойства	Показатели качества
Прокачиваемость	Массовая доля механических примесей, массовая доля воды, степень чистоты, вспениваемость, плотность, температура застывания
Антифрикционное	Кинематическая вязкость, индекс вязкости, динамическая вязкость при отрицательных температурах
Противоизносное	Показатель износа, критическая нагрузка заедания, нагрузка сваривания, индекс задира, массовая доля активных элементов противоизносных и противозадирных присадок, износ на установке, противопиттинговая способность на установке СКТ – НАМИ
Склонность к отложениям	Индукционный период осадкообразования, количество отложений на установке НАМИ-1, коксуемость, моющий потенциал, щелочное число, зольность, моющая способность на установке ПЗВ, количество высокотемпературных отложений на приборе «наклонная плита»
Испаряемость	Потери от испарения
Воспламеняемость	Температура вспышки в открытом тигле, температура самовоспламенения
Совместимость	Совместимость с маслами, число деэмульсации, изменение массы, объема и предела прочности резины
Консервационное	Защитная способность масла в условиях периодической конденсации влаги, в среде электролита, в среде НВг, в дистиллированной воде; коррозионная активность масла в приборе ДК-НАМИ, коррозионная активность масла в двигателе ЯАЗ-204, кислотное число, коррозионные потери металлов
Токсичность	Предельно допустимая концентрация паров масла в воздухе, класс токсичности
Сохраняемость	Стабильность состава, средний срок сохраняемости, стабильность вязкости, цвет

При несоответствии величины любого показателя качества моторного масла требованию ГОСТа его эксплуатационные свойства становятся неудовлетворительными. Применение масла становится нерациональным вследствие увеличения трения в масляной пленке, снижения эффективной мощности двигателя, увеличения удельного расхода топлива и т.д.

Цель лабораторной работы №3 – получить практические навыки по определению показателей качества моторных масел, оценке уровня их эксплуатационных свойств и последствий применения в двигателе.

Задачи работы:

- усвоить профессиональные знания, термины и методики определения показателей качества моторных масел;

- приобрести знания, практические навыки и умения по определению показателей качества моторных масел;
- приобрести практические навыки и умения работы с ГОСТом;
- приобрести практические навыки и умения по составлению заключений о соответствии качества моторных масел требованию ГОСТа по отдельным показателям качества;
- приобрести практические навыки и умения по составлению выводов об уровне эксплуатационных свойств моторных масел и последствиях их применения в двигателе.

Оборудование. Цилиндр стеклянный емкостью 500 мл, ареометр, вискозиметр ВПЖ-4, секундомер, водяная баня, прибор для определения температуры вспышки в открытом тигле, набор пробирок со штативом, образцы моторного масла для высокофорсированного дизельного двигателя и 4 других масел для сравнения.

Задание и последовательность его выполнения

1. Экспериментально определить показатели качества эксплуатационного свойства «антифрикционное» моторного масла - кинематическую вязкость при температуре 40 и 100°C, рассчитать индекс вязкости масла, определить его марку, оценить соответствие качества требованиям ГОСТа для установленной марки масла, оценить уровень его антифрикционного свойства и последствия его применения в двигателе.

2. Экспериментально определить показатели качества эксплуатационного свойства «воспламеняемость» моторного масла - температуру вспышки моторного масла в открытом тигле, оценить соответствие величины температуры вспышки в открытом тигле требованию ГОСТа, уровень его воспламеняемости и последствия применения в двигателе.

3. Экспериментально определить показатели качества эксплуатационного свойства «совместимость» испытуемой марки моторного масла с 4 другими марками масел, оценить его соответствие требованию ГОСТа, уровень его совместимости и последствия применения в двигателе.

4. Экспериментально определить показатели качества эксплуатационного свойства «прокачиваемость» моторного масла – плотность, цвет, наличие механических примесей и воды, оценить соответствие масла требованиям ГОСТа, уровень его прокачиваемости и последствия применения в двигателе.

Результаты опытов записать в соответствующие таблицы рабочей тетради. В заключение необходимо сделать общий вывод по лабораторной работе №3, где указать по каким показателям качества испытуемое моторное масло не соответствует требованиям ГОСТа, каковы ожидаемые последствия его применения в двигателе.

3.1. АНТИФРИКЦИОННОЕ СВОЙСТВО

Антифрикционное свойство – эксплуатационное свойство, характеризующее способность масла снижать трение скольжения в парах трения.

При относительном перемещении сухих контактирующих поверхностей возникает сила трения. Для её уменьшения поверхности деталей покрывают масляной плёнкой. В этом случае режим сухого трения между поверхностями трения переходит в граничный или гидродинамический. Наиболее предпочтителен гидродинамический режим. При гидродинамическом режиме трения затраты на преодоление сил трения в масляной плёнке уменьшаются до минимального значения и будут зависеть только от вязкости масла.

Антифрикционное свойство моторных масел оцениваются по величине их кинематической вязкости при температуре 100°C, индекса вязкости, а также кинематической и динамической вязкости при температуре минус 18°C.

Вязкость – свойство жидкости оказывать сопротивление течению одного слоя жидкости относительно другого под действием внешней силы.

Динамическая вязкость – мера внутреннего трения в слоях жидкости.

Кинематическая вязкость – отношение динамической вязкости к плотности нефтепродукта. Кинематическая вязкость определяется временем истечения жидкости через калиброванное отверстие (капилляр) вискозиметра под действием сил гравитации. Размерность кинематической вязкости в системе СИ – м²/с. На практике применяют чаще всего меньшую единицу – мм²/с (или 10⁻⁶ м²/с), а также сантистокс (1 сСт = 1 мм²/с).

Величина кинематической вязкости масла каждой марки должна находиться в определённых пределах. Если кинематическая вязкость масла меньше требования ГОСТа, то толщина масляной плёнки становится соизмеримой с высотой шероховатости поверхностей, что увеличивает силу трения между ними, снижает эффективную мощность двигателя и увеличивает удельный расход топлива. Если кинематическая вязкость масла больше требования ГОСТа, то возрастает сила трения в самой масляной плёнке, что снижает эффективную мощность двигателя и увеличивает удельный расход топлива.

С понижением температуры масла возрастает его кинематическая вязкость, результатом является повышение потерь на трение, что снижает надёжность пуска двигателя. Для обеспечения пуска двигателя в этих условиях затрачивается до 90 мин времени смены, увеличивается расход топлива, требуется аккумуляторная батарея большей ёмкости, дополнительные средства облегчения пуска и т.д.

Индекс вязкости (ИВ) – безразмерная величина, характеризующая степень зависимости вязкости масла от его температуры.

Высокий индекс вязкости указывает на сравнительно незначительное изменение вязкости масла от температуры. Малый индекс вязкости масла указывает на резкое увеличение вязкости при понижении его температуры. Поэтому применение масел с низким индексом вязкости приводит к увеличению сил трения в масляной пленке при работе двигателя на пониженном тепловом режиме, снижению его эффективной мощности, увеличению удельного расхода топлива и токсичности продуктов сгорания. Во время пускового прогрева двигателя на таком масле соответственно увеличивается расход топлива.

Определение кинематической вязкости моторного масла производится при помощи вискозиметра.

Порядок выполнения работы. На горизонтальную поверхность стола установить электрическую плитку 4, а на неё поставить водяную баню 7 (см. рис. 2.3). В баню 7 установить стеклянный цилиндр ёмкостью 1 л, заполнить его водой. Подобрать вискозиметр 3 для определения кинематической вязкости прозрачных жидкостей (ВПЖ) с пределами измерения, соответствующими ожидаемой вязкости моторного масла. С целью повышения точности опыта время измерения вязкости должно быть в пределах 200...1000 с. В зависимости от определяемой вязкости диаметр капилляра может быть в пределах от 1,5 до 2,5 мм.

Обезвоженным маслом заполнить вискозиметр 3 и установить его в стеклянный цилиндр термостата 6 вертикально так, чтобы его верхнее расширение было погружено в воду. Включить электроплитку 4, нагреть воду в цилиндре термостата 6 до температуры 40°C. Термостат 6 снять с плитки, установить на теплоизолятор – асбестовую пластину и поддерживать температуру жидкости 40°C с точностью $\pm 0,1^\circ\text{C}$.

На отводную трубку 8 вискозиметра 3 надеть резиновую трубку и соединить ее с резиновой грушей. Вискозиметр выдержать при данной температуре 40°C не менее 15 мин. Затем, закрыв пальцем верхнее отверстие отводной трубки 8, сжимая грушу, создать избыточное давление воздуха внутри вискозиметра 3, под действием которого перегнать масло через капилляр 5 примерно на 2/3 высоты верхнего расширения. В правую руку взять секундомер и приготовиться к старту.

ВНИМАНИЕ! Запрещается держать палец между коленами вискозиметра вследствие высокой вероятности его поломки!

Убрать палец с верхнего отверстия отводной трубки 8 и сообщить внутренний объем вискозиметра 3 с атмосферой. Масло под действием силы гравитации из расширения начнет перетекать через капилляр 5 в нижний резервуар вискозиметра 3. Скорость течения масла через капилляр 5 быстро стабилизируется. Мениск масла будет приближаться к отметке «а». Когда мениск коснется

отметки «а», включить секундомер, а когда мениск коснется отметки «б», секундомер выключить. Время истечения масла записать в табл. 3.1 рабочей тетради. С целью повышения точности опыта провести три параллельных измерения.

Кинематическую вязкость масла ν (мм²/с, сСт) рассчитать по формуле

$$\nu = K \cdot \tau, \quad (3.1)$$

где K – постоянная вискозиметра, берется из паспорта на прибор, мм²/с;

τ – среднее арифметическое время истечения заданного объема масла от метки «а» до метки «б», с.

Значение кинематической вязкости масла при температуре 40°С записать в соответствующие графы табл. 3.1 и 3.2 рабочей тетради.

После определения кинематической вязкости при 40°С термостат 6 установить в водяную баню 7. Электрическую плитку включить на полную мощность и нагреть воду в термостате до 100°С.

Выдержать вискозиметр с испытуемым маслом в термостате в течение 15 мин. Три раза определить время истечения масла от метки «а» до метки «б». Рассчитать среднее арифметическое значение времени истечения и записать в табл. 3.1 рабочей тетради.

Время истечения масла должно быть не менее 200 с. Если время истечения меньше 200 с, то для определения кинематической вязкости берут вискозиметр с меньшим диаметром капилляра.

По формуле (3.1) рассчитать кинематическую вязкость масла при температуре 100°С и записать в графы табл. 3.1 и 3.2 рабочей тетради.

По величине кинематической вязкости при температуре 40 и 100°С рассчитать индекс вязкости масла по следующей формуле:

$$\text{ИВ} = 100(\nu - \nu_1) / (\nu - \nu_2), \quad (3.2)$$

где ν – кинематическая вязкость масла при 40°С с ИВ=0, обладающего при 100 °С такой же кинематической вязкостью, как испытуемое масло, сСт;

ν_1 – кинематическая вязкость испытуемого масла при 40°С, сСт;

ν_2 – кинематическая вязкость масла при 40°С с ИВ=100, обладающего при 100°С такой же кинематической вязкостью, как испытуемое масло, сСт.

Значения ν и ν_2 взять из справочной таблицы прил. 9 и записать в табл. 3.2 рабочей тетради.

В табл. 3.2 рабочей тетради также записать значения соответствующих показателей качества по ГОСТу для установленной марки масла. Сравнить значения кинематической вязкости при 100°С и ИВ, полученные экспериментально, с данными ГОСТа.

В строке «Вывод о качестве» табл. 3.2 написать, соответствует моторное масло по этим показателям качества требованиям ГОСТа или нет, оценить уровень антифрикционного свойства масла и последствия его применения в двигателе.

3.2. ВОСПЛАМЕНЯЕМОСТЬ

Воспламеняемость – эксплуатационное свойство, характеризующее особенность и результаты процессов воспламенения смесей с воздухом паров нефтепродукта.

При производстве, транспортировании, хранении, испытании и применении нефтепродуктов их пары образуют с воздухом смеси, которые могут воспламениться и привести к пожару либо к взрыву. В зависимости от воспламеняемости нефтепродукта к помещениям, где они хранятся (склады ГСМ), транспортным средствам для их перевозки (автоцистерны, автомаслозаправщики и т.д.) предъявляются жёсткие требования пожарной безопасности.

Воспламеняемость моторных масел оценивают по следующим показателям качества: температура вспышки в открытом тигле и температура самовоспламенения (см. табл. 3.1).

Температура вспышки – минимальная температура, при которой происходит кратковременное воспламенение паров нефтепродукта при поднесении открытого огня и их горение в течение менее 5 с.

Температура воспламенения - температура, при которой пары нефтепродукта, нагреваемого в условиях испытания, загораются при поднесении открытого источника огня и горят более 5 с.

Температура самовоспламенения – температура возгорания паров нефтепродукта без контакта с пламенем в условиях испытания.

Сущность метода оценки воспламеняемости заключается в определении температуры вспышки моторного масла при помощи открытого тигля.

Температура вспышки в открытом тигле может быть использована для определения присутствия в масле примесей бензина или дизельного топлива. Например, при попадании в масло 1% бензина температура вспышки масла снижается с 200 до 170°C, а наличие в нем 6% бензина снижает её до 100°C - в два раза.

Порядок выполнения работы. Обезвоженное масло в ёмкости перемешивать в течение 5 мин встряхиванием. Аппарат для определения температуры вспышки в открытом тигле установить на горизонтальной поверхности стола (рис. 3.1). В месте установки прибора не должно быть заметного движения воздуха. Поверхность над тиглем защитить от попадания дневного света во избежание помех при определении температуры вспышки. Аппарат защитить от движения воздуха щитом или экраном. В наружный тигель насыпать слой прокалённого песка толщиной 5...8 мм. Сухой чистый тигель установить в наружный тигель аппарата с прокалённым песком. В наружный тигель досыпать песок так, чтобы его слой достигал высоты около 12 мм от края внутреннего тигля. Испытуемое масло налить во внутренний тигель так, чтобы уровень жидкости отстоял от края тигля на 12 мм. Не допускается разбрызгивание масла и смачивание стенок тигля выше уровня жидкости.

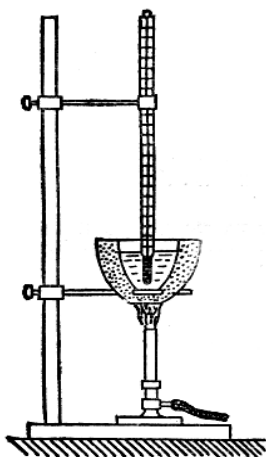


Рис. 3.1. Прибор для определения температуры вспышки масла в открытом тигле

Собранные тигли с маслом поставить на держатель, а снизу установить спиртовку (см. рис. 3.1). Держатель и спиртовка могут быть заменены электрической плиткой. Рядом с плиткой установить штатив с лапкой для крепления термометра. Во внутренний тигель с маслом установить термометр в строго вертикальном положении так, чтобы ртутный шарик находился в центре тигля приблизительно на одинаковом расстоянии от дна тигля и от верхнего уровня масла. Термометр закрепить в таком положении в лапке штатива.

Испытания проводить в три этапа. На первом этапе для данной марки масла установить требования ГОСТа (прил. 7) по температуре вспышки в открытом тигле и записать это значение в табл. 3.3 рабочей тетради, в строке первого этапа эксперимента записать также показания термометра - начальную температуру масла в тигле и температуру на 40°C ниже температуры вспышки, установленной ГОСТом.

Включить вилку шнура электрической плитки в сеть и установить регулятор её мощности на максимальное значение, так как масса тиглей с песком значительна. Как только масло начнёт подогреваться, а термометр регистрирует начало повышения температуры масла, включить секундомер – для измерения времени нагрева масла от начальной температуры до температуры конца первого этапа эксперимента. Изменяя положение переключателя мощности электроплитки добиться, чтобы скорость нагрева масла не превышала $10^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ от комнатной температуры до температуры на 40°C ниже температуры вспышки, установленной ГОСТом.

Время нагрева масла от начальной температуры до температуры конца первого этапа записать в соответствующую ячейку табл. 3.3 рабочей тетради и рассчитать фактическую скорость нагрева. По требованию ГОСТа на методику проведения эксперимента, скорость нагрева масла на первом этапе не должна

быть выше 10°C/мин. Если скорость нагрева больше 10°C/мин, то опыт прекращают в связи с нарушением требований ГОСТа. Установку готовят к проведению нового испытания. Если первый этап выполнен в соответствии с требованием ГОСТа, то приступают к выполнению второго этапа эксперимента. Температура конца первого этапа является температурой начала второго этапа эксперимента.

На втором этапе испытания измеряют время нагрева масла от температуры на 40°C ниже температуры вспышки, установленной ГОСТом, до температуры на 10°C ниже требований ГОСТа. Регулятором мощности электроплитки установить скорость нагрева, которая должна быть не более 4°C/мин. Время нагрева масла записать в соответствующую ячейку табл. 3.3 рабочей тетради.

Третий этап испытания начинается при температуре на 10°C ниже предполагаемой температуры вспышки и продолжается до появления вспышки. При этой температуре параллельно поверхности масла нужно проносить источник открытого пламени на расстоянии 10...14 мм от одной стороны тигля до другой в течение 2...3 с. Такое испытание проводят через каждые 2°C подъёма температуры до появления вспышки синего пламени над поверхностью масла. Время нагрева масла записать в соответствующую ячейку табл. 3.3 рабочей тетради.

За температуру вспышки принимают температуру, показываемую термометром при появлении первого синего пламени над частью или над всей поверхностью испытуемого масла. Температуру вспышки масла записать в рабочую тетрадь. По окончании третьего этапа испытания электроплитку выключить, на рабочем месте навести порядок.

В строке «Вывод о качестве» табл. 3.3 оценить соответствие качества моторного масла по температуре вспышки в открытом тигле требованию ГОСТа, уровень его воспламеняемости и последствия применения в технике.

3.3. СОВМЕСТИМОСТЬ

Различают конструкционную и функциональную совместимость масел.

Конструкционная совместимость – эксплуатационное свойство, характеризующее воздействие нефтепродукта на конструкционные материалы.

Низкая конструктивная совместимость моторных масел приводит к изменению массы, объёма и предела прочности резины, разгерметизации, утечкам масла и т.д.

Функциональная совместимость - эксплуатационное свойство, определяющее способность двух и более масел сохранять эксплуатационные свойства при смешении.

Если масла обладают неудовлетворительной функциональной совместимостью, то применение их смеси приведёт к негативным последствиям.

При эксплуатации двигателя часть масла расходуется на испарение и угар, что вызывает необходимость пополнения его количества до первоначального объёма. Доливаемое масло может быть изготовлено по другой технологии, на другой нефтяной основе, содержать другой пакет присадок или быть другой марки. При смешивании масел может произойти их расслоение из-за того, что для их приготовления были взяты фракции разной плотности.

Если масла содержат различные пакеты присадок, то может произойти химическое взаимодействие между присадками. Новые соединения, возникшие в результате такой реакции, выпадая в осадок, забивают систему смазки, ухудшают прокачиваемость, антифрикционные, противоизносные свойства масла и т.д. Поэтому, прежде чем осуществлять долив масла, необходимо проверить масла на совместимость.

Проверка масел на совместимость производится путём имитации условий работы масла в двигателе в течение смены: их смешивание, нагрев до 100°C, последующее охлаждение до температуры внешней среды и повторный нагрев.

Порядок выполнения работы. В штатив установить четыре термостойкие стеклянные чистые сухие пробирки. В каждую из 4 пробирок на 1/4 их высоты залить основное масло. Затем поочерёдно в каждую пробирку на 1/4 высоты долить масла разных марок. Испытание провести в три этапа.

На первом этапе стеклянной палочкой перемешивать масла в каждой пробирке. В проходящем свете осматривать содержимое пробирок. Если смесь масел расслаивается, то в проходящем свете будет видна граница их раздела. Если произошла химическая реакция между присадками, то в объёме пробирки появится взвесь новых соединений, которые в масле, как правило, не растворяются. Возможно изменение цвета смеси масел или одного из них.

На втором этапе испытания каждую пробирку опустить в водяную баню и, периодически помешивая стеклянной палочкой смесь масел, нагреть её до температуры 100°C. Выдержать при этой температуре пробирки в течение 10...15 мин. Затем их извлечь из водяной бани и осмотреть в проходящем свете.

На третьем этапе испытания каждую пробирку со смесью нагретых масел охладить до комнатной температуры и продолжать наблюдение. Если в процессе трёх этапов испытания не обнаружено расслоения масел, изменения цвета или появления нерастворимого осадка, считают, что масла функционально совместимы между собой. Если будет обнаружено расслоение, выпадение взвеси или изменение цвета, то масла функционально несовместимы между собой, их применение приведёт к негативным последствиям. Результаты экспериментов занести в табл. 3.4 рабочей тетради.

3.4. ПРОКАЧИВАЕМОСТЬ МОТОРНОГО МАСЛА

Прокачиваемость – эксплуатационное свойство, характеризующее прокачку нефтепродукта через трубопроводы, фильтры, сепараторы, отверстия и зазоры.

Прокачиваемость моторных масел оценивается величиной следующих показателей качества: массовые доли воды и механических примесей, степень чистоты, вспениваемость, плотность, температура застывания (см. таб. 3.1).

Массовая доля воды – показатель качества, указывающий наличие воды в моторном масле в процентах от массы.

Наличие воды в моторном масле в виде эмульсии, жидкого осадка или инея не допускается.

Вода в масло поступает в результате конденсации её паров, которые образуются при сгорании водорода, содержащегося в топливе. При сгорании 1 кг топлива образуется 1,2 кг паров воды, которые прорываются в картер вместе с другими продуктами сгорания топлива. Вода в масло попадает из атмосферы вместе с воздухом, например, вследствие понижения уровня масла при заполнении им системы смазки при пуске двигателя. Вода попадает в масло даже при неработающем двигателе. Днём температура воздуха в поддоне в объёме над маслом выше, чем ночью. Поэтому ночью, при снижении температуры, вода в объёме над маслом переходит из парообразного состояния в жидкость. Наличие воды в масле можно определить по потере его прозрачности и образованию эмульсии белого цвета.

Зимой вода в поддоне застывает, поэтому образующийся лёд или иней блокирует поступление масла в маслоприёмник масляного насоса. Ухудшение прокачиваемости масла вызывает масляное голодание – уменьшение количества масла, поступающего к поверхностям трения, увеличение скорости их изнашивания, аварийную остановку двигателя вследствие заклинивания коленчатого вала при пуске двигателя и проворачиванию вкладышей.

Массовая доля механических примесей – показатель качества, указывающий наличие массы механических примесей в масле в процентах.

Механические примеси попадают в масло из окружающего воздуха за счёт изменения его температуры в поддоне в течение суток при неработающем двигателе или при понижении уровня масла в период пуска двигателя. Твёрдость механических примесей намного больше твёрдости материалов, из которых изготовлены детали двигателя. Механические примеси забивают отверстия системы смазки, что ухудшает прокачиваемость масла и способствует увеличению скорости изнашивания поверхностей трения и быстрому выходу двигателя из строя. Наличие механических примесей в масле недопустимо.

Плотность моторного масла – показатель качества, указывающий массу нефтепродукта в единице объёма.

Плотность масла характеризует его фракционный состав. Если плотность масла не соответствует стандарту, то в нем содержатся либо тяжелые углеводороды с высокой температурой застывания, либо наоборот, преобладают легкие фракции углеводородов. Плотность масла определяют с помощью ареометра. Он представляет собой пустотелый стеклянный поплавок с балластом, размещенным снизу, термометром, размещенным в его средней части, и тонкой трубкой со шкалой пределов плотности, размещенной сверху.

3.4.1. Методика определения наличия воды в масле

Сущность метода заключается в качественном определении наличия воды по потрескиванию образца масла при его нагреве до температуры 130 °С.

Порядок выполнения работы. В термостойкую пробирку налить 5 мл испытуемого масла, закрыть её корковой пробкой с термометром так, чтобы шарик термометра находился на равных расстояниях от её стенок и на расстоянии 20...30 мм от её дна. Пробирку опустить вертикально в стеклянный цилиндр, заполненный глицерином. Цилиндр установить на электрическую плитку. Если при нагревании масла до температуры 130 °С будут слышны потрескивания (два и больше) или наблюдаться вспенивание, то считают, что вода в масле присутствует.

Наличие воды можно определить визуально. Перемешать испытуемое масло. Одну каплю масла нанести на чистое сухое стекло. Второе стекло положить сверху и пальцами прижать к первому стеклу. Капля масла растечётся по поверхности стёкол в виде большого круглого пятна. Осмотреть каплю в проходящем свете. Если в масле находилась капелька воды, то она будет расплющена и её диаметр увеличится в несколько раз. Так как вода и масло не смешиваются и обладают различной плотностью, то в проходящем свете будет видна граница их раздела. Результаты записать в табл. 3.5 рабочей тетради.

3.4.2. Методика определения наличия механических примесей в масле

Сущность метода заключается в качественном определении наличия механических примесей в масле с помощью двух стёкол.

Порядок выполнения работы. На нижнее чистое сухое стекло нанести каплю масла, сверху положить второе стекло. Сжать пальцами стекла, и перемещая их относительно друг друга, поднести к уху. При наличии в масле механических примесей будет слышен характерный звук, образующийся вследствие резания стекла механическими примесями. Результаты испытаний занести в табл. 3.5 рабочей тетради.

3.4.3. Методика определения плотности моторного масла

Сущность метода заключается в погружении ареометра в масло, снятии показания по шкале ареометра при температуре определения и пересчёте результатов на плотность при температуре 20°C (см. рис.1.2).

Порядок выполнения работы. Цилиндр ёмкостью 500 мл установить на горизонтальной поверхности стола. Пробу испытуемого масла налить в цилиндр. Чистый и сухой ареометр аккуратно взять за верхнюю часть и, удерживая его в вертикальном положении, медленно и осторожно опустить в цилиндр с маслом. При этом нельзя допускать смачивания его верхней части, расположенной выше уровня погружения. В связи с высокой вероятностью поломки ареометра запрещается резко опускать его в цилиндр.

После погружения ареометра осторожно убрать руку и ждать окончания его колебания. После 3...5 мин нахождения ареометра в масле приступить к считыванию показания плотности со шкалы по верхнему краю мениска жидкости А - Б. Глаз наблюдателя должен находиться на уровне мениска А - Б, а ареометр не должен касаться цилиндра. Показания температуры масла считать по термометру ареометра. Полученные результаты занести в табл. 3.5 рабочей тетради.

Для испытуемой марки масла установить требования ГОСТа по величине плотности, результаты занести в табл. 3.5.

Плотность масла по стандарту указывают при температуре 20 °С. Если измерение плотности проводили не при этой температуре, то результат измерения необходимо привести к температуре 20°C с использованием ГОСТ 3900 - 85 Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности (см. прил. 4).

Пример. Плотность нефтепродукта при температуре 27,5°C равна 0,6448 г/см³. Для пересчета плотности нефтепродукта при 27,5°C на плотность при 20°C необходимо:

- округлить измеренную плотность до второй значащей цифры, например, до 0,640 или 0,650 г/см³;
- по таблице в верхней горизонтальной строке «Плотность по шкале ареометра, г/см³» найти округленную величину плотности, например, 0,640;
- в крайнем левом вертикальном столбце «Температура испытания, °С» найти значение температуры испытания 27,5°C;
- пересечение вертикального столбца «0,640 г/см³» с горизонтальным «27,5°C» дает цифру искомой плотности нефтепродукта при 20°C – 0,647 г/см³. Так как при округлении измеренной плотности значение плотности фактически уменьшили на 0,6448 – 0,640 = 0,0048 или 0,005 г/см³, необходимо прибавить это значение к найденному по таблице значению плотности при 20°C, т. е. (0,647 + 0,005) г/см³ = 0,652 г/см³.

Таким образом, плотность нефтепродукта при 20°C равна 0,652 г/см³.

Если измеренную плотность округлили до $0,650 \text{ г/см}^3$, фактическое увеличение значения плотности составляет $0,650 - 0,6448 = 0,0052$ или $0,005 \text{ г/см}^3$. Поэтому из значения плотности при 20°C , найденного по таблице ($0,6569$ или $0,657 \text{ г/см}^3$), необходимо вычесть $0,005 \text{ г/см}^3$, т. е. $0,657 - 0,005 = 0,652 \text{ г/см}^3$.

Плотность нефтепродукта при 20°C равна $0,652 \text{ г/см}^3$.

Сравнить экспериментальные значения показателей качества с требованиями ГОСТа и в строке «Выводы о качестве» табл. 3.5 рабочей тетради дать оценку соответствия качества масла требованию ГОСТа, уровня его прокачиваемости и последствий его применения в технике.

В заключение необходимо сформулировать общий вывод о качестве испытуемого масла, определить, по каким показателям качества моторное масло не соответствует требованиям ГОСТа, какие его эксплуатационные свойства неудовлетворительны и каких негативных последствий следует ожидать при применении масла в двигателе.

Подготовить ответы по контрольным вопросам. Защитить работу у преподавателя. Ответить на заданные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Влияние несоответствия моторного масла требованию ГОСТа по массовой доле воды на работу двигателя.
2. Влияние несоответствия моторного масла требованию ГОСТа по кинематической вязкости при температуре 100°C на работу двигателя.
3. Влияние несоответствия моторного масла требованию ГОСТа по температуре застывания на работу двигателя.
4. Влияние несоответствия моторного масла требованию ГОСТа по плотности на работу двигателя.
5. Влияние несоответствия моторного масла требованию ГОСТа по температуре вспышки в открытом тигле на работу двигателя.
6. Влияние несоответствия моторного масла требованию ГОСТа по индексу вязкости на работу двигателя.
7. Влияние несоответствия моторного масла требованию ГОСТа по массовой доле механических примесей на работу двигателя.
8. Влияние несоответствия моторного масла требованию ГОСТа по кинематической вязкости при температуре минус 18°C на работу двигателя.
9. Влияние несоответствия моторного масла требованию ГОСТа по конструктивной совместимости на работу двигателя.
10. Влияние несоответствия моторного масла требованию ГОСТа по массовой доле активных элементов противоизносных присадок на работу двигателя.
11. Влияние несоответствия моторного масла требованию ГОСТа по функциональной совместимости на работу двигателя.

12. Влияние несоответствия моторного масла требованию ГОСТа по щелочному числу на работу двигателя.
13. Влияние несоответствия моторного масла требованию ГОСТа по коксуемости на работу двигателя.
14. Влияние несоответствия моторного масла требованию ГОСТа по показателю «кислотное число» на работу двигателя.
15. Влияние несоответствия моторного масла требованию ГОСТа по показателю «средний срок сохраняемости» на работу двигателя.
16. Влияние несоответствия моторного масла требованию ГОСТа по показателю ПДК паров масла в воздухе рабочей зоны.
17. Влияние несоответствия моторного масла требованию ГОСТа по показателю «стабильность вязкости» на работу двигателя.
18. Влияние несоответствия моторного масла требованию ГОСТа по показателю «класс токсичности».
19. Влияние несоответствия моторного масла требованию ГОСТа по показателю «изменение массы, объема и предела прочности резины».
20. Отечественная и международная маркировка моторных масел.

4. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК

Маркировка пластичных смазок включает в себя их наименования и обозначения. Порядок наименования и обозначения смазок установлен ГОСТ 23258-78 Смазки пластичные. Наименования и обозначение. Примеры наименования смазок: Солидол С, Карданная, Фиол-2, Литол-24 и т.д.

Обозначение смазки характеризует её назначение, состав и свойства. Обозначение смазки состоит из пяти буквенных и цифровых индексов, расположенных в следующем порядке и указывающих: группу (подгруппу) в соответствии с назначением смазки, загуститель, рекомендуемый температурный интервал применения, дисперсную среду, наполнители и густоту смазки.

Например: **Консталин-1** – наименование смазки, **ОНа 2/11 - 3** – обозначение: **О** – общего назначения для повышенных температур; **На** – натриевое мыло (тип загустителя); **2/11** - температурный интервал применения смазки (от минус 20 до плюс 110°C); дефис «-» - дисперсная среда (нефтяное масло); **3** - число пенетрации смазки (густота).

Литол-24 наименование смазки, **МЛи 4/12-г 3** – обозначение: **М** – многоцелевая; **Ли** – тип загустителя (литиевый); **4/12** – рекомендуемый температурный интервал применения (от минус 40 до плюс 120°C); «-» - в качестве дисперсной среды применено нефтяное масло; **г** – тип наполнителя (в данном случае – графит); **3** – число пенетрации (густота смазки).

Рациональное применение пластичных смазок возможно лишь при условии соответствия величины показателей качества требованию стандарта. Поэтому величина показателей качества для каждой марки пластичных смазок утверждается ГОСТом.

При несоответствии величины любого показателя качества требованию ГОСТа, эксплуатационное свойство, оцениваемое этим показателем качества, считается неудовлетворительным, а применение такой пластичной смазки нерационально вследствие быстрого выхода поверхностей трения деталей техники из строя, перерасхода энергии на привод устройства и т.д.

Цель лабораторной работы №4 – получить знания, практические навыки и умения по определению показателей качества пластичных смазок, составлению заключения об их соответствии требованию ГОСТа и последствиях применения в технике.

Задачи работы:

- усвоить профессиональные термины и методики определения показателей качества пластичных смазок;
- приобрести знания, практические навыки и умения по определению показателей качества пластичных смазок;
- приобрести практические навыки работы с ГОСТами;
- приобрести практические навыки составления выводов о соответствии качества пластичных смазок требованию ГОСТа по отдельным показателям качества;
- приобрести практические навыки составления заключений о последствиях применения пластичных смазок в технике.

Задание и последовательность его выполнения

1. Экспериментально определить предел прочности на сдвиг испытуемой пластичной смазки. Сравнить полученные показатели с требованием ГОСТа. Оценить соответствие пластичной смазки по этому показателю качества требованию ГОСТа и дать заключение о последствиях её применения в автотракторной технике.

2. Экспериментально определить температуру каплепадения испытуемой пластичной смазки и оценить её соответствие требованию ГОСТа, дать заключение о последствиях её применения в автотракторной технике.

3. Экспериментально определить совместимость испытуемой пластичной смазки с 3 другими марками смазок, оценить её соответствие требованию ГОСТа, уровень её совместимости и последствия применения в автотракторной технике.

Результаты испытаний занести в соответствующие таблицы рабочей тетради. В заключение сделать общий вывод по лабораторной работе №4, где указать, по каким показателям качества испытуемая пластичная смазка не соответствует требованиям ГОСТа, каковы ожидаемые последствия её применения в автотракторной технике.

4.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛА ПРОЧНОСТИ НА СДВИГ

Пластичные смазки проявляют свойства, присущие твёрдому телу, в состоянии покоя или при приложении к их поверхности небольшой силы. В данном случае они способны упруго деформироваться подобно твёрдому телу. Когда приложенная к смазке сила превышает некоторое значение, пластичная смазка начинает течь.

Предел прочности характеризуется минимальным напряжением сдвига, при котором в пластичной смазке разрушается структурный каркас, и она при-

обретает текучесть. Пределом прочности на сдвиг пластичной смазки называется критическое значение силы, отнесённое к единице площади сдвига слоёв смазки. За единицу измерения этой величины принят паскаль (Па).

Значение предела прочности на сдвиг определяется в основном качеством загустителя и его концентрацией в пластичной смазке. Предел прочности зависит от температуры: при повышении температуры он снижается. Температура, при которой предел прочности становится равным нулю, является истинной температурой перехода смазки из пластичного в жидкое состояние и характеризует предел применения пластичной смазки.

Чем выше предел прочности на сдвиг пластичной смазки, тем она лучше удерживается на поверхности трения. Чтобы смазка не стекала с трущихся поверхностей под действием центробежной силы в подшипниках качения, предельное напряжение сдвига должно быть не менее 150...180 Па.

Предел прочности на сдвиг некоторых пластичных смазок, применяемых в сельском хозяйстве, приведён в табл.4.1.

Таблица 4.1

Предел прочности пластичных смазок

Смазка	Предел прочности на сдвиг, Па, при температуре	
	20 °С	50°С
Солидол С	300...700	200...350
Пресс-солидол С	70...200	100...180
Графитная УСсА	300...700	200...300
Литол-24	600...1200	400...600
Фиол-1	250...350	200...250
Униол-1	200...500	250...400

Сущность методики испытания заключается в измерении давления, при котором происходит сдвиг смазки.

Измерение предела прочности на сдвиг пластичных смазок определяют по методу Климова на пластометре К-2.

Прибор рассчитан на проведение измерений при давлениях до 5 кгс/см². Давление в приборе создаётся за счёт термического расширения жидкости в резервуаре, нагреваемом электропечью.

Пластометр К-2 состоит из основания со стойкой, по которой вертикально перемещается электропечь 8 (рис. 4.1).

Электропечь 8 нагревает резервуар 7 с маслом для повышения давления, которое контролируют по манометру 5. Воронка 6 служит для добавления масла в прибор, кран 4 - для сообщения воронки с внутренней полостью прибора. Корпус 1 трубкой соединён с внутренней полостью прибора. Внутри оправки 2 находится металлический капилляр с внутренней винтовой резьбой,

куда перед опытом закладывается испытуемая пластичная смазка. В комплект прибора входят два капилляра, один длиной 100 мм, другой длиной 50 мм.

Короткий капилляр применяется в том случае, когда при испытании на длинном капилляре давление превышает значение, допустимое для манометра.

Все внутренние полости прибора К-2, включая манометр 5, заполнены маловязким маслом с целью полного вытеснения воздуха.

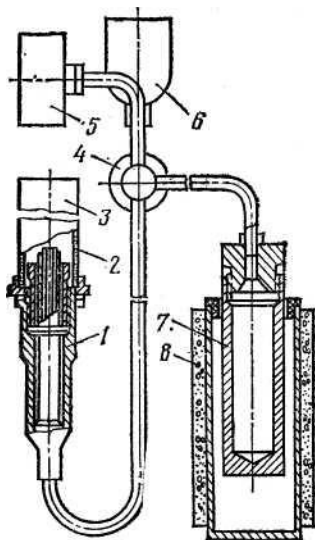


Рис. 4.1. Пластометр К-2:

- 1 - корпус; 2 - оправка; 3 - защитное стекло; 4 - кран; 5 - манометр;
6 - воронка; 7 - резервуар для масла; 8 - электропечь

Порядок выполнения работы. Перед закладкой в капилляр смазка перемешивается в специальной мешалке. Мешалка для перемешивания смазки представляет собой полый цилиндр со съёмными крышками. Через верхнюю крышку в цилиндр вставлен поршень с отверстиями. Цилиндр мешалки вровень с основаниями заполнить с помощью шпателя испытуемой смазкой, не допуская образования пустот. Мешалку со смазкой выдержать в термостате при 20°С в течение 30 мин. Затем смазку перемешать, сообщив поршню 100 двойных ходов в течение 1,5...2 мин.

Перемешанной смазкой заполнить обе половинки желоба капилляра. Осторожно, чтобы не вызвать сдвиг смазки, соединить половинки и надеть кольцо. Смазать испытуемой смазкой наружную поверхность капилляра, вставить его в оправку, медленно вращая и передвигая вдоль оси. На нижний обрез буртика оправки 2 надеть резиновую прокладку и установить оправку 2 на выступ в корпусе пластометра К-2.

Пластометр К-2 заполнить маслом, для чего открыть кран 4 воронки 6 с маслом и держать его открытым до тех пор, пока уровень масла в корпусе не достигнет верхнего обреза буртика оправки 2. Закрепить оправку 2 в корпусе гайкой, на верхней части корпуса 1 установить защитное стекло 3.

Кран 4 воронки 6 закрыть. Включить электропечь 8, обогревающую резервуар 7 с маслом, и наблюдать за показанием манометра 5. Скорость повышения давления в системе должна быть не более 0,5 кгс/см² в 1 мин при использовании длинного капилляра и 0,05 кгс/см² в 2 мин при использовании короткого. Скорость повышения давления регулируют, поднимая и опуская вдоль резервуара с маслом электропечь и соответственно увеличивая или уменьшая площадь нагревания.

После того как давление в системе, достигнув некоторого максимума, начнёт снижаться, что характеризует сдвиг смазки, опыт прекращают. В момент снижения давления из капилляра выдавится смазка, что можно наблюдать через защитное стекло. По окончании испытания выключить электропечь 8, открыть кран 4 воронки 6 и медленно вынуть оправку 2 с капилляром из корпуса 1 манометра, после чего кран 4 закрыть. Опыт провести два раза.

Максимальное давление фиксировать с точностью до 0,01 кгс/см².

Предел прочности испытуемой пластичной смазки τ (Па) вычислить по формуле

$$\tau = 100\,000 \, p \cdot r / (2 \cdot l), \quad (1)$$

где p - максимальное давление, кгс/см²;

r - радиус капилляра, см;

l - длина капилляра (5 или 10 см).

За результат испытаний принять среднее арифметическое двух параллельных определений. Допускаемые расхождения $\pm 10\%$ от среднего арифметического сравниваемых результатов.

Экспериментальные данные записать в табл. 4.1 рабочей тетради. Для испытуемой марки пластичной смазки в табл. 4.1 записать значение предела прочности, установленного требованием ГОСТа (см. табл. 4.1). Сравнить экспериментальные данные с требованием ГОСТа и в строке «Вывод о качестве» написать, соответствует ли испытуемая пластичная смазка требованию ГОСТа или нет, и каких последствий следует ожидать при применении смазки в технике.

4.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ КАПЛЕПАДЕНИЯ

Плавление пластичных смазок сопровождается значительным изменением их свойств.

Температура каплепадения - это температура, при которой смазка из пластичного (полутвёрдого) состояния переходит в жидкое. Этот переход характеризуется разрушением структурного каркаса и разделением пластичной смазки на основу (жидкое масло) и загуститель. С понижением температуры структура смазки не восстанавливается.

При определении температуры каплепадения пластичная смазка, нагретая в специальном приборе, размягчается до такого состояния, при котором происходит образование жидкой капли и её падение.

Температура каплепадения и температурный диапазон применения ряда пластичных смазок приведены в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Температура каплепадения пластичных смазок

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

По температуре каплепадения смазки можно приблизительно судить о её работоспособности при повышенной температуре. Для надёжного смазывания узлов трения необходимо, чтобы их рабочая температура была на 10...20°С ниже, чем температура каплепадения пластичной смазки.

Сущность метода определения температуры каплепадения заключается в нагреве пластичной смазки до перехода её в жидкое состояние.

Прибор для определения температуры каплепадения пластических смазок показан на рис. 4.2.

Основным элементом прибора, при помощи которого определяют температуру каплепадения, является термометр Уббелодде 2, в нижней части которого смонтирована металлическая гильза, на которую навинчена металлическая трубка с отверстием. В отверстие вставлен капсюль (чашечка) 5.

Порядок выполнения работы. Термометр укрепить на пробке в стандартной пробирке 3. Пробирку 3 закрепить на штативе и вставить в стакан-баню 1, в которую залить воду или глицерин, если ожидаемая температура каплепадения пластичной смазки более 80°С.

Испытуемую пластичную смазку взять из трёх различных мест (объёмов) ёмкости, в которой она хранится. Отобранные образцы смешать между собой в фарфоровой чашечке без образования пузырьков воздуха и получить среднюю

пробу смазки. Среднюю пробу смазки плотно внести шпателем в капсулю (чашечку) 5 прибора, следя за тем, чтобы на поверхности не было пузырьков воздуха. Лишнее количество смазки снять. Затем капсулю (чашечку) 5 вставить в гильзу термометра так, чтобы верхний край её упирался в буртик гильзы.

Часть смазки, которая выдавливается из отверстия нижним концом термометра, необходимо снять.

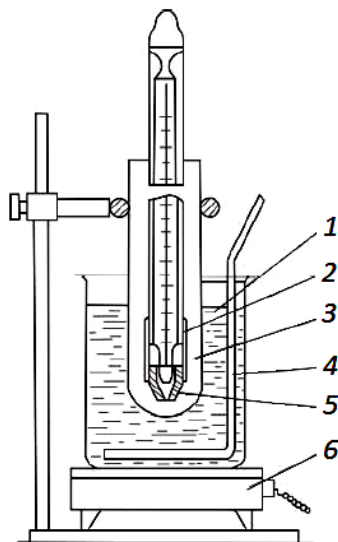


Рис. 4.2. Прибор для определения температуры каплепадения:

- 1 - стакан с водой или глицерином; 2 - специальный термометр с гильзой;
3 - пробирка; 4 - мешалка; 5 - капсулю для испытуемой смазки;
6 – электроплитка

На дно сухой чистой пробирки положить кружок белой бумаги. Термометр установить в пробирку таким образом, чтобы нижний край капсуля (чашечки) 5 находился на расстоянии 25 мм от кружка бумаги. Затем пробирку с термометром поместить в водяную или глицериновую баню. Скорость нагрева жидкости в бане до температуры, которая на 20°С ниже ожидаемой температуры каплепадения, может быть любой, а при её достижении скорость нагревания должна составлять 1°С в минуту. Соблюдение скорости нагрева необходимо для обеспечения равномерного нагрева всего объёма пластичной смазки в капсуле. Если превысить скорость нагрева, то часть смазки, находящейся вдоль поверхности капсуля расплавится и вытечет из его отверстия, а термометр покажет температуру нерасплавившейся части смазки. В результате полученные данные будут недостоверны, а эксперимент необходимо будет провести заново.

За температуру каплепадения испытуемой пластичной смазки принимают температуру, при которой на дно пробирки падает первая капля или его касается столбик смазки, выступивший из отверстия капсуля (чашечки) 5.

Эксперименты с одной и той же пластичной смазкой проводят не менее трёх раз. Расхождение в результатах экспериментов не должно превышать 2°С. При большем расхождении проводят дополнительный эксперимент.

Результаты эксперимента записать в табл. 4.2 рабочей тетради, записать температуру каплепадения испытуемой смазки, установленную требованием ГОСТа (см. табл. 4.2). Сравнить экспериментальные значения показателя качества с требованием ГОСТа и в строке «Вывод о качестве» написать, соответствует ли пластичная смазка по температуре каплепадения требованию ГОСТа или нет и прогноз последствий её применения в технике.

4.3. СОВМЕСТИМОСТЬ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК

В состав пластичных смазок входят различные дисперсные среды (жидкие масла) - нефтяные, эфирные силиконовые и другие масла. При смешивании смазок происходит смешивание базовых масел. Поскольку базовые масла различного происхождения, то они могут быть совместимы и несовместимы (табл. 4.3).

Таблица 4.3

Совместимость базовых масел

Базовое масло	Минеральное	Эфирное	Поли – гликолевое	Силиконо- вое	Полифенил - эфирное
Минеральное	0	+	-	-	-
Эфирное	+	0	+	-	+
Поли – гликолевое	-	+	0	-	-
Силиконо- вое	-	-	-	0	-
Полифенил - эфирное	-	+	-	-	0

Примечание. «+» - базовые масла совместимы; «-» - базовые масла несовместимы.

При контакте пластичных смазок с резинотехническими изделиями (РТИ) пластификатор резины может переходить в смазку или отдельные фракции масел могут переходить в резину. Эти процессы вызывают изменение твёрдости и объёма резины: она либо уменьшается в объёме и становится хрупкой, либо её объём увеличивается, и она становится слишком эластичной.

Например, для смазки Литол-24 изменение объёма и твёрдости резины не должно превышать $\pm 8\%$. При больших отклонениях РТИ пропускают смазку, она вытекает из узла трения. В узел трения из атмосферы поступают пыль и влага, что снижает его ресурс. Поэтому смазку и резинотехнические уплотнения узлов трения подбирают таким образом, чтобы они были взаимно совместимы.

При конструировании уплотнения узла трения закладывают смазку, совместимую с РТИ. Если в процессе эксплуатации требования конструктора не будут соблюдены (в узел трения будет заложена смазка, не совместимая с РТИ), то набухание или «усыхание» РТИ приведёт к разгерметизации узла, потере смазки, снижению ресурса узла трения, увеличению потока отказов машины и росту затрат на её ТО и ремонт.

Смазки, содержащие одинаковый тип мыльного загустителя, могут быть несовместимы между собой. Например, кальциевые смазки стабильны в слабо подкислённых средах, а кальциевые комплексные смазки - в щелочных. При смешивании таких смазок в узле трения изменяется тип среды, что приводит к структурным изменениям в обеих смазках, ухудшению их показателей качества.

При смешивании мыльных смазок с бентонитовыми (немыльными) смазками протекают обменные реакции между катионами мыл, присадками и ионами бентонитовой глины. В результате разрушается структура геля и системы, что приводит к размягчению смазки и потере качества.

Мыльные смазки, где в качестве загустителя применены различные мыла, несовместимы между собой вследствие протекания между загустителями химических реакций. Например, литиевые смазки несовместимы с натриевыми, кальциевые – с комплексными натриевыми и т. д.

В результате химических реакций, протекающих между несовместимыми загустителями, смесь смазок в узле трения приобретает новые свойства: пенетрация (густота) смазки уменьшается или увеличивается, изменяется температура каплепадения и т.д., что не обеспечивает нормальные условия эксплуатации поверхностей трения.

Густота увеличивается за счёт образования нового более густого мыла. При хранении техники такое мыло «засахаривается» на поверхности трения и засыхает. При пуске техники плёнка твёрдого засохшего мыла увеличит нагрузку в узле трения, что может вызвать отказ машины (лопнет обойма подшипника, сломается зуб шестерни, скрутится вал привода и т.д.).

Если густота смеси смазок уменьшилась (смазка стала мягче, пластичней), то новый загуститель не может удержать масляную основу, масло вытечет из узла трения, и он выйдет из строя.

Смазки, содержащие более 0,2% щелочи, нельзя применять в узлах трения, содержащих цветные металлы, вследствие быстрой коррозии поверхностей трения и старения смазки.

Сплавы алюминия требуют применения специальных смазок, содержащих до 10% сополимеров винилпиридина с метакриловым эфиром и 12%-м содержанием спиртов.

Совместимость загустителей пластичных смазок приведена в табл. 4.4.

Таблица 4.4

Совместимость загустителей пластичных смазок

Загуститель	Ли	Ли	Ка	Ка	На	На	Ал	Ба	Бентонит	Поликарбамид
	мыло	комп	мыло	комп	мыло	комп	комп	комп		
Ли мыло	0	+	±	-	-	-	+	+	-	-

Ли комп	+	0	+	±	-		+		-	-
Ка мыло	±	+	0	-	-		-		+	-
Ка комп	-	±	-	0	-		-		-	+
На мыло	-	-	-	-	0	+	-	+	-	-

Окончание табл. 4.4

На комп	-				+	0	±	+	-	+
Ал комп	+	+	-	-	-	±	0	+	-	-
Ба комп	+				+	+	+	0	+	-
Бенто- нит	-	-	+	-	-	-	-	+	0	+
Поли- карба- мид	-	-	-	+	-	+	-	-	+	0

Для каждого узла трения конструктор назначает одну основную смазку и 1-2 смазки - заменителя. Смазку - заменитель нужно применять только после удаления основной старой смазки. Если разобрать узел не представляется возможным, то необходимо его шприцевать смазкой - заменителем до тех пор, пока будет выдавливаться старая смазка. После этого необходимо кратковременно включить узел в работу, остановить его и вновь шприцевать до появления новой смазки - заменителя.

Сущность испытания при определении совместимости пластических смазок заключается в применении органолептического метода.

Порядок выполнения работы. Взять стекло с наклеенной таблицей для определения совместимости пластичных смазок (табл. 4.5).

Таблица 4.5

Совместимость пластичных смазок

Смазка	Солидол	Литол-24	Консталин	№158
Солидол	Э	-	-	-
Литол-24		Э	-	-
Консталин			Э	
№158				Э

В окна таблицы по её диагонали (окно Э) на стекло нанести по 2...5 г одноименных смазок (эталон), а ниже диагонали – смесь двух различных смазок. В смазки на каждом прямоугольнике воткнуть по спичке. Каждой спичкой перемешать смазки, находящиеся в прямоугольниках. После перемешивания сравнить смесь полученных смазок со смазками-эталонами, расположенными по диагонали таблицы. Если смесь смазок в сравнении с эталонами сделалась мягче

(пластичней) либо гуще или изменила свой цвет, то смазки несовместимы между собой. Если никаких изменений не наблюдается, то смазки совместимы.

В соответствующих ячейках табл. 4.3 рабочей тетради отразить результаты опыта: С – если смазки совместимы или Н – если смазки несовместимы между собой.

В заключение сформулировать общий вывод о качестве пластичной смазки. Определить, по каким показателям качества смазка не соответствует требованиям ГОСТа, дать прогноз последствий её применения в технике.

Подготовить ответы по контрольным вопросам. Защитить работу у преподавателя. Ответить на заданные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Напишите и объясните обозначение смазок Солидол С и Литол-24.
2. Последствия применения в узле трения смазки с низкой температурой каплепадения.
3. Причины несовместимости смазок между собой.
4. Последствия применения в узле трения несовместимых смазок.
5. Влияние несоответствия величины предела прочности пластичной смазки на сдвиг требованию ГОСТа на работу поверхностей трения.
6. Влияние несоответствия пластичной смазки требованию ГОСТа по температуре каплепадения на работу узла трения.
7. Причины выхода из строя подшипника при применении несовместимых смазок.
8. Методика определения предела прочности пластичной смазки на сдвиг.
9. Методика определения температуры каплепадения смазки.
10. Причины несовместимости смазок с конструкционными материалами и РТИ.
11. Что произойдёт с пластичной смазкой и подшипником при увеличении частоты вращения вала подшипника?
12. Что произойдёт при увеличении температуры поверхностей трения выше температуры каплепадения смазки?

5. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА СПЕЦИАЛЬНЫХ ЖИДКОСТЕЙ

Каждое эксплуатационное свойство специальной жидкости характеризуется набором определённых показателей качества. Эксплуатационные свойства и показатели качества образуют систему показателей качества.

Величина показателей качества конкретной жидкости утверждена соответствующим нормативным документом (ГОСТом или ТУ). Если величина показателей качества соответствует требованию ГОСТа или ТУ, то эксплуатационные свойства жидкости удовлетворительны. Если хотя бы один показатель качества жидкости не соответствует требованию ГОСТа или ТУ, то это эксплуатационное свойство считается неудовлетворительным, применение такой жидкости приведёт к негативным последствиям для двигателя, автомобиля, экономики предприятия и окружающей среды.

Цель лабораторной работы №5 - получить практические навыки определения показателей качества специальных жидкостей, оценки уровня их эксплуатационных свойств и последствий применения в технике.

Задачи работы:

- усвоить профессиональные знания, термины и методики определения показателей качества специальных жидкостей;
- приобрести знания, практические навыки и умения по определению показателей качества специальных жидкостей;
- приобрести практические навыки и умения работы с ГОСТами и ТУ;
- приобрести практические навыки и умения по составлению заключений о соответствии качества специальных жидкостей требованию нормативных документов по отдельным показателям качества;
- приобрести практические навыки и умения по составлению выводов об уровне эксплуатационных свойств специальных жидкостей и последствиях их применения в технике.

Задание и последовательность его выполнения

1. Экспериментально определить показатели качества жидкостей для охлаждения ДВС: прокачиваемость, охлаждающее свойство, совместимость, склонность к отложениям и испаряемость. Сравнить полученные показатели с требованием ГОСТа. Оценить соответствие испытываемой охлаждающей жидкости требованию ГОСТа и дать заключение о последствиях её применения в двигателе.

2. Изучить показатели качества жидкостей для тормозных систем: прокачиваемость, испаряемость, токсичность. Экспериментально определить показатель качества «совместимость» испытываемых жидкостей для тормозных систем,

сделать вывод о последствиях применения несовместимых жидкостей для тормозных систем.

3. Изучить показатели качества пусковых жидкостей: прокачиваемость, испаряемость, воспламеняемость и противоизносное свойство.

4. Изучить показатели качества жидкостей для амортизаторов.

5. Изучить показатели качества консервационных составов.

Результаты испытаний занести в соответствующие таблицы рабочей тетради. В заключение сделать общий вывод по качеству испытуемой охлаждающей жидкости, где указать, по каким показателям качества испытуемая жидкость не соответствует требованиям ГОСТа и каковы ожидаемые последствия её применения в двигателе.

5.1. ЖИДКОСТИ ДЛЯ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ ДВС

Для жидкостных систем охлаждения поршневых и комбинированных двигателей внутреннего сгорания применяют воду и антифризы.

Вода замерзает при температуре 0°C , поэтому вследствие её перехода из жидкого состояния в твёрдое (лёд) её прокачивание по системе охлаждения двигателя становится невозможным. При переходе в твёрдое состояние объем воды увеличивается на 10%, а давление в системе увеличивается до 245 МПа, что приводит к разрушению блока цилиндров двигателя. Поэтому в зимний период при безгаражном хранении мобильной техники в междусменный период воду из системы охлаждения двигателей приходится сливать. Перед пуском соответственно приходится проливать систему охлаждения горячей водой, на что тратится дополнительная энергия и до 90 мин рабочего времени смены. Поэтому при температуре ниже 0°C в системах охлаждения двигателей желательно применять низкотемпературные жидкости - антифризы.

Антифризы (от греч. *ἀντί* - против и англ. *freeze* – замерзнуть) – общее название для жидкостей, не замерзающих при низких температурах. Применяются в установках, работающих при низких температурах, и для систем охлаждения двигателей внутреннего сгорания. В качестве базовых жидкостей антифризов используются смеси этиленгликоля, пропиленгликоля, глицерина, одноатомных спиртов и других веществ с водой.

Антифриз предназначен для обеспечения удовлетворительной прокачиваемости жидкости по системе охлаждения двигателя и предотвращения возможного повреждения деталей, которое неизбежно при расширении воды при её замерзании. Антифризы не только имеют более низкую температуру начала кристаллизации, но и при замерзании образуют кашеобразную массу, образование которой не повреждает детали двигателя, хотя и не позволяет двигателю нормально работать. Поэтому температура начала кристаллизации является важной эксплуатационной характеристикой антифризов.

Антифризы состоят из этиленгликоля, воды и пакета присадок, придающих антифризу антикоррозионные, антикавитационные, антипенные и флуоресцентные свойства. Этиленгликоль, помимо понижения температуры замерзания, приводит к повышению температуры кипения охлаждающей жидкости, что является дополнительным преимуществом при эксплуатации машин в тёплое время года. В антифризы добавляют красители, придающие ему тот или иной цвет, не имеющий отношения к его эксплуатационным свойствам и являющийся предметом договорённости производителя и потребителя. Часто один и тот же антифриз окрашивают в разные цвета для разных потребителей. Во многих случаях цвет антифриза может изменяться при эксплуатации в зависимости от сохранности пакета присадок. В этих случаях изменение цвета сигнализирует о непригодности антифриза для дальнейшего использования. В настоящее время антифризы по составу антикоррозионных присадок делятся на 4 типа: карбоксилатный (OAT), гибридный (Hybrid), лобридный (Lobrid) и традиционный (Traditional).

Карбоксилатные антифризы содержат ингибиторы коррозии на основе органических (карбоновых) кислот. В иностранной литературе обозначаются как Carboxilate coolants, OAT (Organic Acid Technology). Карбоксилатные ингибиторы не образуют защитного слоя по всей поверхности системы, адсорбируются лишь в местах (очагах) возникновения коррозии с образованием защитных слоев толщиной не более 0,1 мкм. Карбоксилатный антифриз имеет больший срок службы (более 5 лет, против 3...5 лет у гибридного и 2 лет у традиционного) и лучше защищает металлы от коррозии и кавитации, что обеспечивает оптимальное охлаждение двигателя.

Гибридные антифризы содержат, кроме органических (карбоксилатных) ингибиторов, также и неорганические ингибиторы - силикаты (европейская технология), нитриты (американская технология) или фосфаты (японская и корейская технология). Обозначаются термином hybrid coolants, HOAT (Hybrid Organic Acid Technology).

Лобрид - антифризы появились с 2008 г. В лобрид - антифризах органическая основа сочетается с небольшим количеством минеральных ингибиторов. Для них ещё не установлено общепринятого обозначения. Разработчики называют их Lobrid coolants или OAT coolants.

Традиционные антифризы в качестве ингибиторов коррозии содержат неорганические вещества – силикаты, фосфаты, бораты, нитриты, амины, нитраты и их комбинации. Обозначаются терминами Traditional coolants, Conventional coolants, IAT (Inorganic Acid Technology).

Традиционные антифризы считаются морально устаревшими, их не применяют на первой заправке автомобилей, за рубежом они в основном вышли из

употребления. Это связано с тем, что неорганические ингибиторы имеют небольшой (не более 2 лет) срок службы и не выдерживают высоких (более 105°C) температур. Силикаты в процессе эксплуатации покрывают всю внутреннюю поверхность системы охлаждения силикатным слоем, что ухудшает теплообмен и снижает эффективность охлаждения двигателя. Смешивать можно антифризы одного типа. Смешение антифризов разных типов не рекомендуется, так как это разбалансирует пакеты присадок. К традиционному типу антифризов относятся тосолы.

Традиционные антифризы состоят из водного раствора двухатомного спирта этиленгликоля $C_2H_4(OH)_2$. Этиленгликоль представляет собой ядовитую жидкость без цвета и запаха, плотность при 20°C составляет 1113 кг/м³, застывает при температуре минус 11,5°C, смешивается с водой в любых соотношениях. При попадании на кожу жидкость необходимо удалить, а кожу промыть с мылом. Попадание 20...30 г этих жидкостей внутрь приводит к смертельному исходу.

Название охлаждающей жидкости тосол происходит от аббревиатуры ТОС, обозначающей наименование лаборатории разработчика «Технологии органического синтеза». Имеются и другие названия низкотемпературных охлаждающих жидкостей (ОЖ), например, охлаждающая жидкость ОЖ-40, ОЖ-65 «Лена» и т.д.

Каждое наименование охлаждающей жидкости выпускают трёх марок. Одна марка представляет собой концентрат этиленгликоля, содержащего антикоррозионные присадки и до 5% воды. Для отличия концентрата от других жидкостей в её марку вводят буквенный индекс – К, например, ОЖ-К. Концентраты в качестве рабочих жидкостей не используют. Они предназначены для получения рабочих охлаждающих жидкостей путём разбавления их водой. Например, при разбавлении 1000 мл охлаждающей жидкости марки «40» выпускаемого по ГОСТ 159-52 с 730 мл дистиллированной воды должен получиться продукт, отвечающий техническим условиям на охлаждающую жидкость марки Антифриз 40. Марки рабочих жидкостей содержат двухзначный цифровой индекс, указывающий минусовое значение температуры начала кристаллизации, например, ОЖ-40 имеет температуру начала кристаллизации не выше минус 40°C.

При соответствующем разбавлении концентрата водой получают Тосол А40М, ОЖ-40 и их аналоги с температурой начала кристаллизации не выше минус 40°C или Тосол А65М, «65», ОЖ-65 и их аналоги с температурой начала кристаллизации не выше минус 65°C. Такие охлаждающие жидкости используют в качестве рабочих жидкостей для систем охлаждения двигателей внутреннего сгорания (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Ассортимент низкотемпературных жидкостей

НТД	Марки жидкостей
ГОСТ 28084-89	ОЖ-К, ОЖ-40 и ОЖ-65
ГОСТ 159-52	«65» и «40»
ТУ 6-02-751-86	Тосол - АМ, Тосол - А40М, Тосол - А65М
ТУ 113-07-02-88	ОЖ-К «Лена», ОЖ-40 «Лена», ОЖ-65 «Лена»

Марки низкотемпературных охлаждающих жидкостей предназначены для применения в разных климатических районах РФ. Низкотемпературные охлаждающие жидкости с индексом 40 (Тосол - А40М, «40», ОЖ – 40) и их аналоги используют в районах с температурой окружающего воздуха не ниже минус 40°C. Жидкости с индексом 65 (Тосол - А65М, «65», ОЖ – 65) и их аналоги применяют в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностям.

Принципиальной разницы между марками низкотемпературных жидкостей, предназначенных для одного и того же климатического района, нет. В основном они отличаются торговым наименованием и цветом, определяемых их производителем, чтобы отличить свою продукцию от аналогичной продукции конкурентов. Главным для них является обеспечение температуры начала кристаллизации: не выше минус 40°C и не выше минус 65°C соответственно.

5.1.1. Прокачиваемость

Прокачиваемость – эксплуатационное свойство, характеризующее особенности и результаты процессов, которые могут протекать при перекачке жидкости по трубопроводам, системам и при фильтровании.

Тосолы и антифризы представляют собой водные растворы этиленгликоля – двухатомного спирта $C_2H_4(OH)_2$. При смешивании этиленгликоля с водой температура застывания смеси понижается до минус 73,5°C (рис. 5.1, табл. 5.2).

Таблица 5.2

Жидкости охлаждающие низкотемпературные

Наименование показателей качества	Марка по ГОСТ 28084 - 89		
	ОЖ-К	ОЖ-65	ОЖ-40
Внешний вид	Прозрачная однородная окрашенная жидкость		
Состав, % вода концентрат ОЖ-К	Не более 5 95	35 65	44 56
Температура начала кристаллизации, °C, не выше	-	Минус 40	Минус 65

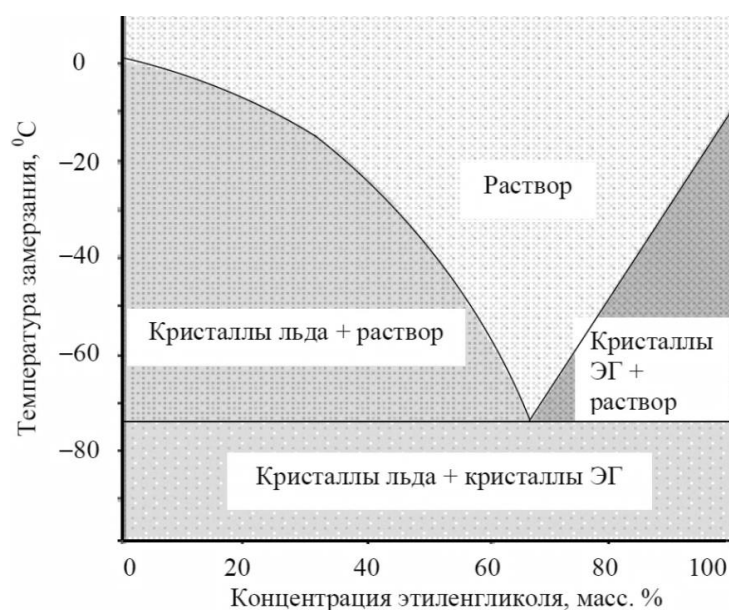


Рис. 5.1. Диаграмма кристаллизации водоэтиленгликолевых смесей

Сущность метода определения состава и температуры начала кристаллизации низкотемпературных жидкостей заключается в применении гидрометра.

Порядок выполнения работы. Гидрометр представляет собой ареометр, снабжённый шкалой содержания этиленгликоля в процентном отношении к массе и шкалой температуры начала кристаллизации жидкости (рис. 5.2).

Определить цвет, концентрацию этиленгликоля и температуру начала кристаллизации жидкостей, находящихся в 4-х прозрачных стеклянных цилиндрах. По полученным данным установить марку каждой жидкости. Данные записать в табл. 5.1 рабочей тетради.

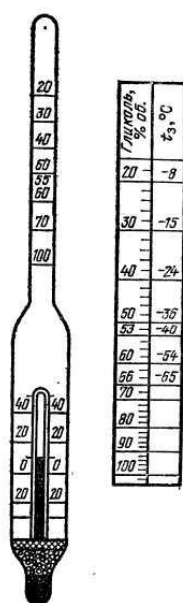


Рис. 5.2. Гидрометр и его шкала

В стеклянные цилиндры с охлаждающей жидкостью поочерёдно осторожно опустить гидрометр (рис. 5.3). После того как гидрометр установился, по верхней границе мениска (А – Б) отсчитывают на шкале значения состава антифриза и температуры застывания. В случае если определение состава антифриза производилось не при 20°С, то в показания гидрометра вносят поправку (табл. 5.3).

Запрещается резко опускать гидрометра в жидкость, вследствие большой вероятности его удара о дно цилиндра, разрушения стеклянной колбы термометра и выхода прибора из строя.

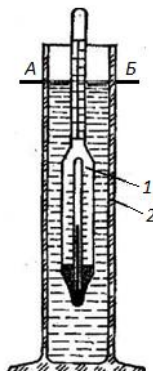


Рис. 5.3. Прибор для определения состава и температуры начала кристаллизации низкотемпературных жидкостей: 1 – гидрометр (ареометр); 2 - цилиндр с испытуемой жидкостью; А – Б – мениск

В первой графе табл. 5.3 находят температуру, при которой проводится опыт, а по горизонтальной строке - показания гидрометра при температуре опыта. Затем в том же столбце, но в строке, соответствующей 20°С, находят истинное содержание этиленгликоля в антифризе. Например, при температуре 10°С содержание этиленгликоля по гидрометру 38%. Истинное содержание этиленгликоля (при 20 °С) будет 35%. Если в таблице отсутствуют значения температуры и показаний гидрометра, прибегают к интерполяции.

Таблица 5.3

Поправки к показаниям гидрометра

Температура испытуемого антифриза, °С	Содержание этиленгликоля, %								
30	17	22	27	32	36	41	46	50	55
20	20	25	30	35	40	45	49	55	60
15	21	26	32	37	42	47	52	57	63
10	22	27	33	38	44	49	54	59	65
0	24	29	35	40	47	52	57	63	69
Минус 10	25	31	37	43	50	56	62	67	73

Полученные в результате испытания данные сравнить с требованиями нормативных документов на установленные марки жидкости и в табл. 5.1 рабочей тетради сделать вывод об уровне соответствия их качества нормативному документу, об уровне прокачиваемости и возможных последствиях их применения в системе охлаждения двигателя. Логически рассуждая, построить на координатной сетке рис. 5.1 рабочей тетради графики прокачиваемости воды, Тосол-А40М и Тосол-А65М, если известно, что при температуре 100°С производительность насоса системы охлаждения составляет 5 л/мин.

5.1.2. Охлаждающее свойство

Охлаждающее свойство теплоносителей оценивают набором показателей качества: теплоемкостью, теплопроводностью и плотностью (табл. 5.4).

Таблица 5.4

Показатели качества теплоносителей

Показатель качества	Теплоносители				
	воздух	вода	ОЖ- К	ОЖ-65	ОЖ-40
Теплоемкость, кДж/кг·К	1	4,2	2,4	3	3,2
Теплопроводность, Вт/м·К	3,2	68,4	-	26,7	
Плотность, кг/м ³	1,29	1000	1100...1150	1085...1100	1065...1085

Теплоемкость тосола и антифриза меньше, чем у воды, вследствие присутствия в их составе двухатомного спирта – этиленгликоля. Поэтому двигатели с тосолом в системе охлаждения после пуска прогреваются быстрее, а после их остановки остывают быстрее. Применение тосола и антифриза снижает потери рабочего времени смены на прогрев двигателя после пуска, что увеличивает сменную выработку машины.

Теплопроводность антифриза в 2,5 раза меньше, чем у воды. Поэтому теплоотдача от такого теплоносителя через радиатор системы охлаждения уменьшается, что повышает температуру теплоносителя до 105°С. В связи с этим увеличивается температура деталей двигателя и температура масляной плёнки на поверхностях трения. Толщина масляной плёнки может стать меньше шероховатости деталей, что увеличивает трение между ними, снижает механический КПД двигателя, увеличивает потери мощности на трение, уменьшает его эффективную мощность и увеличивает удельный расход топлива.

Плотность антифризов больше плотности воды, что частично нейтрализует негативное влияние их меньшей, чем у воды теплоёмкости. Плотность жидкости можно использовать для косвенной оценки её состава и её температуры начала кристаллизации.

Плотность антифризов, как и нефтепродуктов, определяют с помощью ареометров (см. рис. 1.2).

Сущность метода заключается в погружении ареометра в испытуемые жидкости и снятии показаний по шкале ареометра.

Порядок выполнения работы. В 4 цилиндра налиты 4 марки различных испытуемых жидкостей с температурой 20°C.

Взять ареометр, осторожно опустить его в первый цилиндр с жидкостью. После того как ареометр перестанет совершать колебательные движения в жидкости и его положение стабилизируется, по верхней границе мениска А – Б считать показания плотности и записать в табл. 5.2 рабочей тетради. Аналогично определить плотность жидкостей в следующих 3 цилиндрах и занести данные в табл. 5.2.

По плотности определить концентрацию этиленгликоля, температуру начала кристаллизации и марку жидкости в каждом цилиндре. В соответствующие ячейки табл. 5.2 записать требования ГОСТа (прил. 8) к плотности, концентрации этиленгликоля и температуре начала кристаллизации. Сравнить данные, полученные экспериментально, с требованиями нормативного документа. В строке «Вывод о качестве» дать заключение о соответствии жидкостей требованию ГОСТа, уровне их охлаждающего свойства и последствиях применения в двигателе.

5.1.3. Совместимость

Этиленгликоль, входящий в состав антифризов, вызывает коррозию деталей системы охлаждения, т.е. эти жидкости несовместимы с материалами деталей системы охлаждения двигателей. Поэтому в низкотемпературные охлаждающие жидкости вводят противокоррозионные присадки: декстрин, динатрийфосфат, молибденово-кислый натрий и т.д. (табл. 5.5).

Таблица 5.5

Содержание присадок в жидкостях по ГОСТ 159-52, г/л

Присадка	Марка низкотемпературной жидкости	
	«40»	«65»
Декстрин	0,4	0,5
Антивспениватели	0,05	0,08
Антикоррозионные	2,5...3,5	3,0...3,5

Декстрин - углевод типа крахмала, защищает от коррозии алюминий, медь и свинцово-оловянный припой. Часть декстрина плохо растворяется в антифризе, что делает его мутным. Антифриз мутный или с выпавшим осадком декстрина пригоден к употреблению.

Динатрийфосфат предотвращает коррозию стальных, чугунных и частично медных деталей. Он вступает в реакцию с накипью, поэтому перед применением антифриза её необходимо удалить из системы охлаждения.

Молибденово-кислый натрий вводят в антифриз для предупреждения коррозии цинковых и хромовых покрытий.

Благодаря наличию антикоррозионных присадок совместимость низкотемпературных охлаждающих жидкостей с материалами деталей системы охлаждения становится удовлетворительной (табл. 5.6).

Таблица 5.6

Коррозионные потери металлов, г/м² сут, не более

Металлы	Марка жидкости		
	ОЖ-К	ОЖ-65	ОЖ-40
Медь, латунь, сталь, чугун, алюминий	0,1	0,1	0,1
Припой	0,2	0,2	0,2

В процессе эксплуатации техники антикоррозионные присадки расходуются, что способствует увеличению коррозии металлов системы охлаждения. Поэтому после окончания гарантийного срока применения охлаждающую жидкость следует заменить.

Низкотемпературные жидкости плохо совместимы не только с металлами системы охлаждения, но и с резинотехническими изделиями. В результате их набухания происходит разгерметизация системы охлаждения и рост утечек жидкости из объема. Поэтому в состав жидкости вводят специальные присадки, уменьшающие набухание резины.

Жидкости обладают повышенной вспениваемостью, особенно при попадании в систему охлаждения нефтепродуктов. В результате увеличивающегося объема пены ею заполняется внутренний объем расширительного бачка. Пена вместе с жидкостью выбрасывается наружу, часть охлаждающей жидкости теряется безвозвратно, уровень жидкости понижается, теплопроводность вспененной жидкости снижается, что приводит к перегреву деталей двигателя. Кроме того, перегрев сопровождается уменьшением толщины масляной плёнки, которая становится меньше шероховатости поверхностей трения, и, как следствие, увеличением трения между ними, снижением механического КПД двигателя, его эффективной мощности и увеличением удельного расхода топлива. Поэтому в состав охлаждающих жидкостей вводят специальные антипенные присадки – антивспениватели. В результате снижения поверхностного натяжения на границе «жидкость – воздух» пузырьки пены быстро разрушаются, что уменьшает пенообразование и устойчивость пены до приемлемого значения (табл. 5.7).

Таблица 5.7

Совместимость охлаждающих жидкостей

Показатель качества	Марка жидкости		
	ОЖ-К	ОЖ-65	ОЖ-40
Объем пены, см ³ , не более	30	30	30
Устойчивость пены, с, не более	3	3	3
Набухание резины, % не более	5	5	5
pH	7,5...11,0	7,5...11,0	7,5...11,0

Качественное определение декстрина

Сущность метода заключается в нагреве испытуемой жидкости до кипения с последующей визуальной оценкой (органолептический метод).

Порядок выполнения работы. В коническую колбу ёмкостью 200 мл налить 25 мл испытуемой охлаждающей жидкости. Колбу закрыть плоским стеклом и нагреть на электрической плитке до кипения. Интенсивность нагрева можно регулировать переключателем мощности электроплитки так, чтобы кипение было умеренным. Общее время нагрева, считая и время до начала кипения, должно быть 15 мин. Через 15 мин нагрев прекратить и дать жидкости остыть.

При наличии декстрина окраска охлаждающей жидкости Антифриз-65 из оранжевой переходит в коричневую, а охлаждающей жидкости марки 40 становится светло-коричневой. В отсутствие декстрина цвет жидкости не меняется.

Полученные данные занести в табл. 5.3 рабочей тетради.

Определение pH жидкости

Сущность метода заключается в применении индикаторной лакмусовой бумаги.

Порядок выполнения работы. В чистый сухой цилиндр ёмкостью 50 мл налить испытуемую марку охлаждающей жидкости. Опустить в жидкость индикаторную лакмусовую бумагу на 1-2 с и вытащить её. Приложить индикаторную лакмусовую бумагу к шкале цветов. Подобрать цвет шкалы так, чтобы цвет лакмусовой бумаги совпадал с цветом шкалы. Напротив цвета шкалы написано значение pH среды. Если $\text{pH} = 7,0$, то среда нейтральная, следовательно, антифриз не вызывает коррозии поверхностей деталей системы охлаждения двигателя.

Полученные данные занести в табл. 5.3 рабочей тетради.

Определение вспениваемости жидкостей

Сущность метода заключается в том, что через определённый объём испытуемой охлаждающей жидкости при заданной температуре продувают воздух с установленным объёмным расходом в течение заданного времени, а затем измеряют объём образовавшейся пены и время, при котором она сохраняется.

Порядок выполнения работы. В мерный цилиндр установки для определения вспениваемости (рис. 5.4) поместить 145 см^3 испытуемой жидкости, термометр, газопромыватель и установить его в термостатируемую водяную баню температурой $88 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$. При достижении испытуемой жидкостью в мерном цилиндре заданной температуры, уточнить и зафиксировать её объём $V_{\text{ж}}$.

Затем через газопромыватель пропустить воздух с объёмным расходом 1000 ± 25 см³/мин. При появлении пузырьков воздуха в испытуемом растворе включить секундомер.

По истечении 5 мин подачу воздуха прекратить, измерить объем вспененной жидкости $V_{вж}$ по верхнему уровню образовавшейся пены и определить устойчивость пены τ , т. е. время, в течение которого исчезает пена (до исчезновения пузырьков на поверхности жидкости).

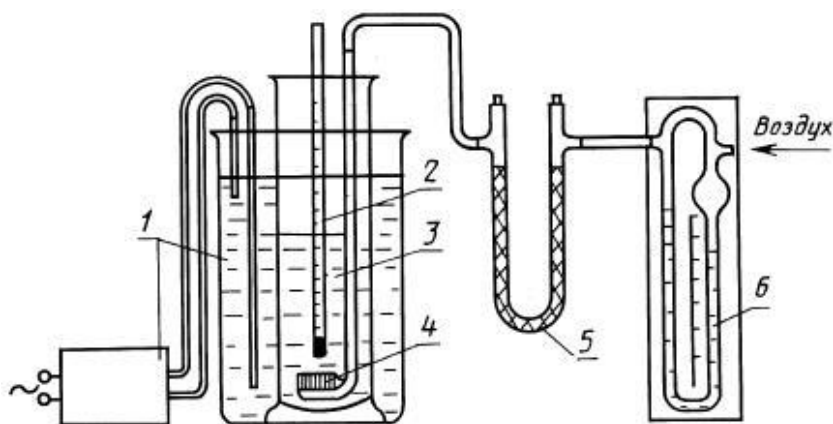


Рис. 5.4. Установка для определения вспениваемости:

1 - водяная баня с термостатом; 2 - термометр; 3 - мерный цилиндр; 4 - газопромыватель; 5 - трубка с хлористым кальцием; 6 - реометр

Провести три параллельных измерения. Для каждого измерения брать порцию испытуемой жидкости из одной и той же объединённой пробы. Объем образовавшейся пены $V_{п}$ рассчитать по формуле

$$V_{п} = V_{вж} - V_{ж} \quad (5.1)$$

За результат испытаний принять среднеарифметическое значение результатов трёх параллельных определений объема образовавшейся пены и её устойчивость. Относительное допускаемое расхождение не должно быть более 50% их среднего значения. Абсолютная суммарная погрешность результатов определения объема образовавшейся пены ± 5 см³, а времени, которое определяет её устойчивость $\pm 1,1$ с.

Полученные данные занести в табл. 5.3 рабочей тетради.

После заполнения табл. 5.3 рабочей тетради данными, полученными в ходе испытаний, заполнить соответствующие ячейки требованиями ГОСТа (прил. 8) к показателям качества испытуемой охлаждающей жидкости.

Результаты испытаний сравнить с требованиями ГОСТа. В строке «Вывод о качестве» дать заключение о соответствии качества испытуемой охлаждающей жидкости по этим показателям требованию ГОСТа, об уровне её совместимости и последствиях применения в двигателе.

5.1.4. Склонность к отложениям

Вода не должна образовывать отложения (накипь) на внутренних стенках котлов, полостях рубашек систем охлаждения и радиаторов.

Образовавшаяся в системе охлаждения накипь препятствует нормальному отводу теплоты от деталей двигателя, поэтому нарушается нормальный температурный режим его работы и, как следствие, повышаются трение и износ деталей, уменьшается мощность двигателя, ухудшаются его экономические показатели.

Отложение накипи зависит от содержания в воде растворенных солей, особенно солей кальция и магния, обуславливающих временную жёсткость.

Жёсткость воды определяется в миллиграмм-эквивалентах (мг-экв/л) ионов Ca^{++} и Mg^{++} в 1 л воды (табл. 5.8).

Таблица 5.8

Классификация воды по жёсткости

Группа жёсткости	Жесткость, мг-экв/л	Склонность к отложениям
Очень мягкая	До 1,5	Накипи нет
Мягкая	1,5...3	Накипи мало
Среднежёсткая	3...6	Накипи много, удалять 2 раза в год
Жёсткая	6...12	Применять нельзя, требуется обязательное умягчение
Очень жёсткая	Более 12	Система охлаждения забивается накипью. Без умягчения применять запрещено

Общая жёсткость воды включает в себя временную (карбонатную), создаваемую бикарбонатом кальция $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, бикарбонатом магния $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, и постоянную (некарбонатную), создаваемую хлоридами, сульфатами и нитратами этих же металлов: CaCl_2 , CaSO_4 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, MgCl , MgSO_4 , $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$.

Постоянная жёсткость воды обусловлена наличием растворенных солей NaCl , CaCl и других солей, не выпадающих в осадок.

Временная (карбонатная) жесткость обусловлена солями угольной кислоты $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, которые при нагревании выше 85°C разрушаются, переходят в нерастворимые соединения CaCO_3 , MgCO_3 и откладываются на поверхностях системы охлаждения в виде накипи.

Один миллиграмм-эквивалент солей жесткости в 1 л воды соответствует содержанию 20,04 мг ионов Ca^{++} или 12,16 мг ионов Mg^{++} и рассчитывается по формуле

$$\text{Ж} = \text{Ca}/20,04 + \text{Mg}/12,16.$$

Появление накипи уменьшает сечение каналов для прохода воды в блоке двигателя и трубках радиатора, что снижает количество проходящей жидкости и увеличивает сопротивление системы. Накипь наиболее опасна из-за своего высокого теплоизоляционного свойства. Теплопроводность накипи в 10...15 раз

меньше, чем у металлов. Отложения накипи снижают отвод теплоты от цилиндров двигателя, приводят к их перегреву, снижению толщины плёнки масла на их зеркале, что способствует росту сил трения, перерасходу топлива и повышенному износу ДВС.

Способы умягчения воды

1. Кипячением – растворимые соли карбоновой кислоты разрушаются и переходят в нерастворимое состояние. После отстоя или фильтрации умягченную воду заливают в систему охлаждения.

2. Обработкой тринатрийфосфатом Na_3PO_4 в количестве 0,2 г/л для воды средней жесткости и 0,3 г/л для жесткой воды. Накипь находится во взвешенном состоянии или образует рыхлый осадок. Через 3...5 дней слить воду, дать отстояться, профильтровать и залить умягченную воду в ДВС.

3. Магнитной обработкой воды в поле постоянного или электрического магнита. При обработке стимулируется образование центров кристаллизации, а образовавшийся шлам удаляют отстаиванием или фильтрацией.

4. Умягчение пермутитовыми фильтрами. Пермутиты – алюмосиликаты щелочных металлов $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{SiO}_2)_x \cdot (\text{Na}_2\text{O})_n \text{H}_2\text{O}$ (или глауконитовые пески). Ионы Ca^{++} и Mg^{++} обмениваются на ионы Na^+ , а NaHCO_3 накипи не образует. Недостаток способа – износ фильтра, но его можно восстановить. В фильтр заливают 10%-й раствор NaCl на 10 ч, после чего его промывают водой. При регенерации идет обратный процесс, ионы Ca^{++} замещаются на ионы Na^+ , вместо NaCl получается CaCl , который удаляют промывкой водой.

5. Удерживанием солей жесткости в перенасыщенном состоянии, вводя ортофосфаты натрия $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ и кальция $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$. Фосфаты образуют на поверхности системы охлаждения прочные пленки, защищающие их от коррозии.

5.1.5. Испаряемость

Испаряемость теплоносителей определяется температурой их кипения. Температура кипения воды 100°C , этиленгликоля – 197°C , антифризов – 105°C .

При работе двигателя этиленгликоль из системы охлаждения практически не испаряется, т.к. температура его кипения почти в 2 раза выше температуры кипения воды. Вода же испаряется в значительном количестве, т.к. рабочая температура ДВС ($87...103^\circ\text{C}$) близка к температуре её кипения, что смещает точку начала кристаллизации в область больших концентраций этиленгликоля (рис. 5.1). Поэтому при снижении уровня охлаждающей жидкости в радиатор нужно доливать воду, а не охлаждающую жидкость или этиленгликоль.

5.2. ЖИДКОСТИ ДЛЯ ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМ

На всех легковых и некоторых грузовых автомобилях тормозная система снабжена гидравлическим приводом. Вследствие несовместимости нефтепродуктов с РТИ последние набухают и становятся мягкими или усыхают и становятся хрупкими. Это приводит к опасности возникновения ДТП, поэтому такие нефтепродукты применять в тормозных системах нельзя. В тормозных системах применяют специальные тормозные жидкости (БСК, ЭСК, ГТЖ-22, «Нева», «Томь», «Роса», Дот-4 и т.д.).

Жидкость БСК на 50% состоит из бутилового спирта (C_4H_9OH) и на 50% из касторового масла. Жидкости «Нева» и «Томь» приготовлены на основе гликолевых жидкостей. Жидкость «Роса» дополнительно содержит борсодержащие и антикоррозионные присадки.

Надёжность работы гидравлического привода зависит от эксплуатационных свойств тормозной жидкости. Они должны обладать малой вязкостью; температура замерзания должна быть ниже температуры окружающего воздуха, при которой эксплуатируются автомобили. Жидкость не должна расслаиваться; не допускается выпадение сгустков и осадков. Тормозные жидкости должны обладать полной совместимостью с резинотехническими изделиями, металлическими деталями тормозной системы, а также хорошей смазывающей способностью.

5.2.1. Прокачиваемость

Прокачиваемость тормозных жидкостей должна быть обеспечена при температурах воздуха $\pm 50^\circ C$. Худшая прокачиваемость у жидкостей, приготовленных на касторовом масле, имеющем температуру начала кристаллизации минус $17^\circ C$, а при минус $25^\circ C$ в их объеме образуется кристаллическая структура. Поэтому при температуре ниже минус $20^\circ C$ их применять нельзя. К таким жидкостям относятся БСК, ЭСК, АСК. Лучшей прокачиваемостью обладают жидкости, приготовленные на гликолевой основе, например, ГТЖ-22, Нева, «Томь» и «Роса». Температура их кристаллизации ниже минус $50^\circ C$.

5.1.2.2 Испаряемость

Температура жидкости в главном тормозном цилиндре достигает $100^\circ C$ и выше, особенно при движении в городских условиях. Поэтому температура кипения тормозных жидкостей должна быть высокой. Например, температура кипения жидкости БСК составляет $115^\circ C$, «Нева» – $180^\circ C$, «Томь» – $205^\circ C$, «Роса» – $260^\circ C$.

Низкая температура кипения жидкости БСК в летний период эксплуатации автомобиля приводит к образованию паровых пробок, отказу тормозных систем и росту ДТП.

5.2.3. Воспламеняемость

Тормозные жидкости горючие, пожароопасные, относятся к легко воспламеняющимся жидкостям (ЛВЖ). Характеристики воспламеняемости тормозных жидкостей приведены в табл. 5.9.

Таблица 5.9

Воспламеняемость тормозных жидкостей

Показатели качества	Тип жидкостей	
	БСК	ЭСК
Температура вспышки, °С	38	13
Температура самовоспламенения	345	365
Температурные пределы воспламенения, °С		
нижний	31	11
верхний	68	41
Концентрационные пределы воспламенения, % объема		
нижний	1,81	3,61
верхний	8,0	19,0

5.2.4. Токсичность

Тормозные жидкости токсичны, поэтому при попадании на кожу её необходимо протереть и промыть с мылом.

5.2.5. Определение совместимости жидкостей для тормозных систем

Не все тормозные жидкости совместимы с материалами тормозной системы и друг с другом. Тормозные жидкости способствуют набуханию РТИ. Например, БСК способствует набуханию на 5...10, «Нева» и «Томь» на 2...10%.

Тормозные жидкости ГТЖ-22, «Роса», «Нева» и «Томь» приготовлены на гликолевой основе, поэтому они совместимы между собой. Тормозные жидкости БСК и ЭСК приготовлены на касторовом масле, поэтому они совместимы между собой.

Тормозные жидкости ГТЖ-22, «Нева», «Роса» и «Томь» несовместимы с БСК и ЭСК. Тормозные жидкости БСК и ЭСК несовместимы с водой, при попадании влаги они расслаиваются. Тормозные жидкости «Томь», «Нева» и др. (на гликолевой основе) совместимы с водой, при её попадании они не расслаиваются. Доливать жидкость, несовместимую с жидкостью, находящейся в тормозной системе, нельзя.

При добавлении бензина к жидкостям, приготовленным на основе касторового масла, они полностью перемешиваются и образуют однородную смесь. Гликолевые жидкости не смешиваются с бензином, получаются два разнородных слоя.

Сущность метода определения совместимости тормозных жидкостей заключается в смешивании испытуемых жидкостей и визуальном наблюдении за полученными смесями (органолептический метод).

Порядок выполнения работы.

1. В пробирку налить равное количество жидкости БСК и «Томь» и взболтать встряхиванием. Если произошло расслоение смеси, то жидкости между собой несовместимы, так как изготовлены на разных основах.

2. В коническую колбу ёмкостью 100 мл налить 50 мл воды. Стеклянную палочку смочить в тормозной жидкости, перенести её в колбу с водой и подержать её над водой до тех пор, пока с неё в воду не стечёт 1...2 капли тормозной жидкости. Внимательно проанализировать поведение капли тормозной жидкости в воде. Если капля тормозной жидкости плавает на поверхности воды и не растворяется в ней, тормозная жидкость приготовлена на основе касторового масла. Если капля тормозной жидкости растворилась в воде, то тормозная жидкость приготовлена на гликолевой основе.

Результаты испытаний занести в табл. 5.4 рабочей тетради, сделать выводы о последствиях применения несмешиваемых жидкостей в технике.

5.3. ПУСКОВЫЕ ЖИДКОСТИ

Понижение температуры воздуха уменьшает температуру масла в поддоне двигателя и увеличивает его вязкость, что снижает частоту вращения двигателя пусковым устройством и тем самым снижает пусковые качества двигателя. Согласно ГОСТу, дизели должны надёжно запускаться не более чем с трёх попыток по 20 с каждая при температуре минус 12°C.

Для обеспечения надёжного пуска дизельных двигателей при низких температурах необходимо, чтобы температура конца сжатия была не менее 350°C, что можно обеспечить в том числе путём повышения частоты вращения коленчатого вала до 170 мин⁻¹ и более.

Для обеспечения надёжного пуска двигателей применяют различные способы и средства облегчения пуска (отапливаемые гаражи, электрофакельные подогреватели, свечи накаливания, пусковые жидкости и т.д.).

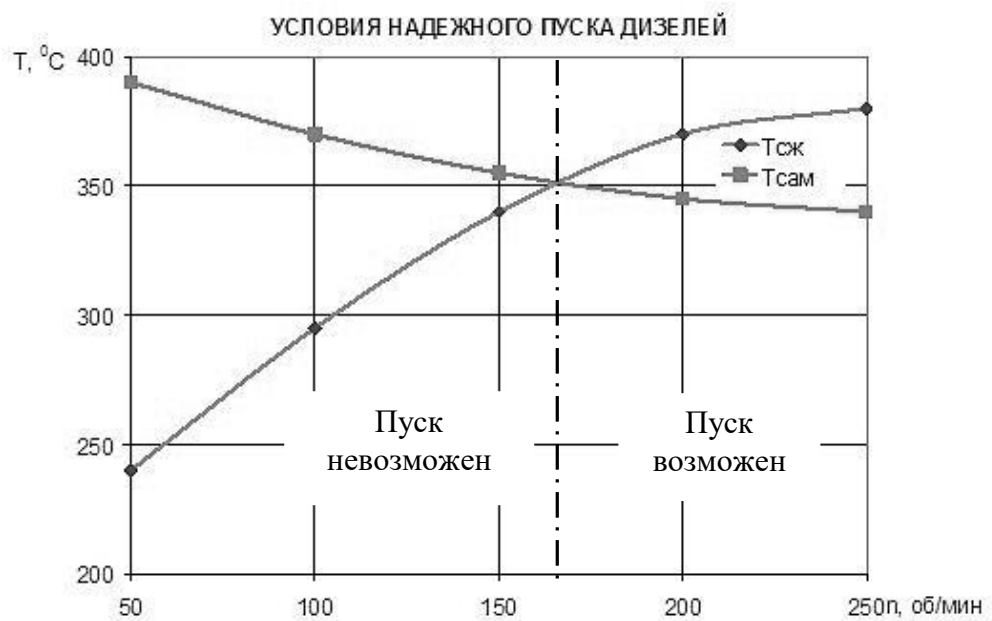


Рис. 5.5. Условия надёжного пуска дизелей:

$T_{сж}$ – температура воздушного заряда в конце такта сжатия;

$T_{сам}$ – температура самовоспламенения дизельного топлива

Основу пусковых жидкостей составляет диэтиловый (медицинский) эфир (табл. 5.10).

Таблица 5.10

Состав пусковых жидкостей, %

Наименование компонентов	Тип пусковых жидкостей	
	«Арктика»	«Холод Д-40»
Диэтиловый эфир	45-60	60
Петролейный эфир и газовый бензин	35-55	15
Изопропилнитрат	1-5	15
Турбинное масло с противоизносными и противозадирными присадками	2	10

5.3.1. Прокачиваемость

Прокачиваемость пусковых жидкостей определяется самой высокой температурой застывания компонентов, входящих в состав - турбинного масла, равной не выше минус 45°C. Поэтому пусковые жидкости прокачиваются до температур минус 45°C.

5.3.2 Испаряемость

Компоненты пусковых жидкостей имеют низкие температуры кипения, что обеспечивает им быстрое испарение даже в зимний период эксплуатации техники (табл. 5.11).

Таблица 5.11

Температура кипения компонентов пусковых жидкостей и основных топлив

Наименование компонента	Температура кипения, °С
Диэтиловый эфир	35
Газовый бензин	30...100
Изопропилнитрат	102
Автомобильный бензин	35...190
Дизельное топливо	180...360

При пуске двигателя первым испаряется диэтиловый эфир, затем петролейный эфир, фракции газового бензина, изопропилнитрат и только затем легкие фракции основного топлива. Наличие легкоиспаряющихся компонентов обеспечивает образование горючей смеси оптимального состава в цилиндрах при холодном пуске двигателя.

5.3.3. Воспламеняемость

Воспламеняемость пусковых жидкостей определяется широкими концентрационными пределами воспламенения диэтилового эфира, его низкой температурой вспышки и малой температурой самовоспламенения (табл. 5.12).

Таблица 5.12

Воспламеняемость компонентов пусковых жидкостей

Наименование компонента	T _{всп} , °С	T _{сам} , °С	Концентрационные пределы воспламенения, %	
			нижний	верхний
Диэтиловый эфир	Минус 43	180	1,9	51
Петролейный эфир	-	250	1,1	5,9
Газовый бензин	-	300	0,65	8,2
Изопропилнитрат	11	-	-	-
Турбинное масло	135	340	-	-
Бензин	Минус 25	482	1,9	5,1
Дизельное топливо	40	400...200	0,64	7

После воспламенения диэтилового эфира воспламеняется петролейный эфир, затем газовый бензин и изопропилнитрат. Многостадийное воспламенение позволяет снизить жесткость процесса сгорания и сохранить ресурс ДВС.

В пусковой жидкости «Холод-Д-40» для дизельных двигателей концентрация изопропилнитрата увеличена до 15%, что повышает цетановое число смеси. После воспламенения диэтилового эфира воспламеняется изопропилнитрат, затем петролейный эфир, газовый бензин и пары дизельного топлива. Многостадийность процесса воспламенения обеспечивает жёсткость процесса сгорания в приемлемых пределах от 0,9 до 1,4 МПа/град ПКВ (поворота коленчатого вала).

5.3.4. Противоизносное свойство

При пуске ДВС задержка поступления масла к поверхностям трения деталей цилиндропоршневой группы (ЦПГ) достигает минуты и более, поэтому в пусковую жидкость добавлено турбинное масло с противоизносными и противоизносными присадками, которое подаётся в цилиндр вместе с горючими компонентами. Сравнительные испытания двигателей показали, что за 100 обычных пусков износ ЦПГ составляет 12 мкм, а при применении жидкости «Холод Д-40» – 10 мкм.

5.4. ЖИДКОСТИ ДЛЯ АМОРТИЗАТОРОВ

Для гашения сил инерции подвески, движителя и остова автомобиля применяют гидравлические амортизаторы, в которых используют амортизаторные жидкости (табл. 5.13).

Таблица 5.13

Амортизаторные жидкости

Показатели качества	Марка жидкости			
	МГП -10	МГП -12	АЖ -12Т	АЖ-170
Температура применения, °С	±40	±40	±50	-60..130
Температура застывания, °С, не выше	Минус 40	Минус 43	Минус 52	Минус 60
Температура вспышки, °С	145	165	165	245
Вязкость при 50°С, сСт, не менее	10	12	12	170

Амортизаторные жидкости должны иметь низкую температуру застывания и малую вязкость.

5.5. КОНСЕРВАЦИОННЫЕ СОСТАВЫ

При эксплуатации техники наблюдается коррозионное разрушение конструктивных материалов. Например, в течение трёх месяцев эксплуатации автомобиля зимой на долю коррозионных разрушений приходится 68% от общего объёма, из них 29% - на атмосферную коррозию и 39% - на воздействие солей, высыпаемых на дороги.

Коррозия зеркала цилиндра снижает мощность ДВС до 25%, увеличивает расход масла на 50-80%, снижает срок службы двигателя до 2 раз.

В зависимости от условий эксплуатации и хранения техники коррозионное разрушение конструктивных материалов может ускоряться или замедляться (табл. 5.14).

Таблица 5.14

Условия хранения техники

Виды транспортирования, хранения и эксплуатации	Климат			
	умеренный	холодный	тропический	
			сухой	влажный
1. Транспортирование на открытой платформе в вагоне, на закрытой машине	Ж С	Ж С	Ж С	ОЖ Ж
2. Хранение под навесом неотапливаемое помещение	Ж С	Ж С	С Л	ОЖ Ж
3. Периодическая эксплуатация при хранении на площадке при хранении в гараже	ОЖ Ж	ОЖ Ж	ОЖ Ж	ОЖ ОЖ
4. Постоянная эксплуатация: оптимальный режим короткие маршруты, соль на дороге	Ж ОЖ	Ж ОЖ	Ж ОЖ	ОЖ ОТ

Примечание. Условия хранения: Ж – жёсткие; С – средние; ОЖ – особо жёсткие; Л – лёгкие; ОТ – особо тяжёлые.

Основное назначение консервационных составов, как и других защитных смазочных материалов, заключается в продлении долговечности, увеличении ресурса работы машин и механизмов, в повышении их надежности и безотказности, а также снижении коэффициентов трения в узлах металлоизделий с соответствующей экономией в итоге трудовых затрат на обслуживание техники, текущие и капитальные ремонты. Виды и назначение консервационных материалов приведены в табл. 5.15.

Таблица 5.15

Области применения консервационных материалов

Вид материала	Основное назначение
Маслорастворимые ингибиторы коррозии (МИК)	Введение в рабочие масла для внутренней консервации металлоизделий. Компонент моторных и трансмиссионных масел с улучшенными защитными свойствами
Водомасляные ингибиторы коррозии (ВМИК)	Компонент защитных составов и композиций
Консервационные масла (КМ)	Для защиты от коррозии наружных и внутренних поверхностей техники, запасных частей, инструмента
Рабоче-консервационные масла	Для хранения, транспортирования, периодической и постоянной эксплуатации техники
Пленкообразующие ингибированные нефтяные составы	Для длительной консервации наружных поверхностей грузовых автомобилей, сельскохозяйственной техники и т.д.
группа Д-1	Для длительной консервации наружных поверхностей грузовых автомобилей, сельскохозяйственной техники, дорожных машин
группа Д-2	Область применения та же. Плёнки более тонкие, чем продукты группы Д-1
группа МЛ-1	Для защиты скрытых и труднодоступных внутренних поверхностей металлоизделий

группа МЛ-2	Назначение аналогично МЛ-1. Для дополнительной защиты от коррозии деталей с гальваническими и лакокрасочными покрытиями, запасных частей
Защитные водовытесняющие составы	Для удаления влаги там, где нужны хорошие проникающие свойства

Составы для консервации по степени своей эффективности разделены на 4 группы: рабочие - Р; рабоче-консервационные - РК; консервационно-рабочие - КР; консервационные - К.

Рабочие масла (М-8-Г₂ и др.) применяют при рядовой эксплуатации техники. Рабоче-консервационные масла (М-8-Грк М-12-Ги, М-8-Ги, М-10-Ги) применяют при отгрузке техники с завода изготовителя. Консервационно-рабочие масла (НГ-207, ОКМ – обкаточно-консервационное масло) применяют при консервации техники, которая периодически эксплуатируется. Консервационные масла (К-17, К-19, НГ-203Б, НГ-203В) применяют при постановке техники на длительное хранение.

Для защиты систем смазки двигателей и трансмиссий от коррозии достаточно в рабочее масло добавить до 10% присадки АКОР-1, запустить машину на короткое время и остановить. Для защиты системы питания от коррозии необходимо добавить в топливо 2...3% присадки АКОР-1.

В зависимости от условий эксплуатации или хранения техники (см. табл. 5.14), применяемые консервационные материалы должны гарантированно сохранять свои свойства в течение определенного времени (табл. 5.16).

Таблица 5.16

Гарантийный срок хранения техники

Группы защитных составов	Условия хранения			
	Л	С	Ж	ОЖ
Рабочие (Р)	0,5	0,3	0,1	0,1
Рабоче-консервационные (РК)	5	5	3	1
Консервационно-рабочие (КР)	5	5	5	3
Консервационные (К)	8	5	5	5

Подготовить ответы по контрольным вопросам. Защитить работу у преподавателя. Ответить на заданные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Марки и состав тосолов.
2. Недостатки применения воды в системе охлаждения ДВС.
3. Преимущества применения антифризов по сравнению с водой.
4. В чем проявляется токсичность тосолов и антифризов?
5. Принцип удаления накипи из систем охлаждения ДВС.
6. Состав тормозной жидкости БСК и ее недостатки.

7. Какие марки тормозных жидкостей совместимы между собой?
8. Как определить основу тормозной жидкости?
9. Как проверить тормозные жидкости на совместимость?
10. Марки, состав и преимущества пусковых жидкостей.
11. Причина пенообразования в системе охлаждения ДВС при использовании антифризов.
12. Марки жидкостей для амортизаторов.
13. Классификация воды по группам жесткости.
14. Назначение и состав консервационных составов.
15. Условия хранения и эксплуатации техники.
16. От каких параметров зависит гарантийный срок хранения техники?
17. Чем объясняются высокие противоизносные свойства пусковых жидкостей?
18. Причины образования накипи в системе охлаждения ДВС.

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Автомобильный бензин (автобензин) – бензин для применения в двигателях наземной техники.

Антифрикционное свойство нефтепродукта – эксплуатационное свойство, характеризующее способность нефтепродукта снижать трение скольжения.

Антифрикционная смазка – пластичная смазка для уменьшения потерь на трение скольжения.

Амортизаторная жидкость – техническая жидкость для гашения механических колебаний путём поглощения кинетической энергии движущихся масс.

Антифриз – низкозастиывающая техническая жидкость для поглощения и отвода тепла.

Бензин – жидкое нефтяное топливо для использования в поршневых двигателях с искровым зажиганием.

Воспламеняемость нефтепродукта – эксплуатационное свойство, характеризующее пожаро- и взрывоопасность смеси паров нефтепродукта с воздухом.

Газотурбинное масло – нефтяное смазочное масло для турбовинтовых и турбореактивных двигателей.

Горючесть нефтепродукта – эксплуатационное свойство, характеризующее способность нефтепродукта к горению в условиях его применения и испытания.

Детонационная стойкость – физико-химическое свойство, определяющее способность бензина сгорать без взрыва в двигателе с искровым зажиганием.

Дизельное топливо (дизтопливо) – жидкое нефтяное топливо для использования в двигателях с воспламенением топливовоздушной смеси от сжатия.

Динамическая вязкость нефтепродукта – мера внутреннего трения нефтепродукта, равная отношению тангенциального напряжения к градиенту скорости сдвига при ламинарном течении ньютоновской жидкости.

Испаряемость нефтепродукта – эксплуатационное свойство, характеризующее способность нефтепродукта переходить из жидкого в газообразное состояние.

Индекс вязкости – безразмерная величина, характеризующая по стандартной шкале изменение вязкости нефтепродукта в зависимости от температуры.

Индустриальное масло – нефтяное смазочное масло для станков и механизмов промышленного оборудования.

Компрессорное масло – нефтяное смазочное масло для поршневых и ротационных компрессоров.

Консервационное свойство нефтепродукта – эксплуатационное свойство, характеризующее способность нефтепродукта предохранять поверхность материалов от коррозионных агентов.

Мазут – жидкое нефтяное топливо для использования в топочных агрегатах или устройствах.

Моторное масло – нефтяное смазочное масло для поршневых двигателей внутреннего сгорания.

Нефтепродукт – готовый продукт, полученный при переработке нефти, газоконденсатного, углеводородного и химического сырья.

Нефтяное смазочное масло – техническое масло для предупреждения или уменьшения износа трущихся поверхностей и уменьшения потерь на трение скольжения.

Октановое число – показатель, указывающий детонационную стойкость бензина в единицах эталонной шкалы.

Охлаждающее свойство нефтепродукта – эксплуатационное свойство, характеризующее способность нефтепродукта отводить тепло.

Прокачиваемость нефтепродукта – эксплуатационное свойство, характеризующее прокачку нефтепродукта через трубопроводы, фильтры, сепараторы, отверстия и зазоры.

Противоизносное свойство нефтепродукта – эксплуатационное свойство, характеризующее способность нефтепродукта предотвращать все виды износа трущихся поверхностей.

Склонность нефтепродукта к отложениям – эксплуатационное свойство, характеризующее способность нефтепродукта образовывать жидкие и твёрдые отложения.

Совместимость нефтепродукта: *конструкционная* - эксплуатационное свойство, характеризующее воздействие нефтепродукта на конструкционные материалы; *функциональная* - свойство, определяющее способность двух и более нефтепродуктов сохранять эксплуатационные свойства при смешении.

Температура начала кристаллизации нефтепродукта – температура, при которой в нефтепродукте начинается образование кристаллов в условиях испытания.

Температура помутнения нефтепродукта – температура, при которой жидкий прозрачный нефтепродукт начинает мутнеть в условиях испытания.

Температура застывания нефтепродукта – температура, при которой нефтепродукт теряет подвижность в условиях испытания.

Температура вспышки нефтепродукта – минимальная температура, при которой происходит кратковременное воспламенение паров нефтепродукта от пламени в условиях испытания.

Температура каплепадения нефтепродукта – температура падения первой капли пластичного нефтепродукта, нагреваемого в капсуле специального термометра.

Трансмиссионное масло – нефтяное смазочное масло для механических трансмиссий.

Тормозная жидкость – техническая жидкость для гидросистем тормозов.

Токсичность нефтепродукта – эксплуатационное свойство, характеризующее воздействие нефтепродукта или продуктов его сгорания и разложения на человека и окружающую среду.

Турбинное масло – нефтяное смазочное масло для турбин.

Уплотнительная смазка – пластичная смазка для герметизации уплотнений, разъёмных и подвижных соединений.

Фракционный состав нефтепродукта – состав нефтепродукта, определяющий количественное содержание фракций, выкипающих в определённых температурных пределах, остаток и потери при перегонке в заданных условиях.

Цетановое число – показатель, указывающий скорость нарастания давления при сгорании жидкого нефтяного топлива в поршневых двигателях с воспламенением топлива воздушной смеси от сжатия, выраженный в единицах эталонной шкалы.

Эксплуатационное свойство нефтепродукта – свойство нефтепродукта, проявляющееся при производстве, транспортировании, хранении, испытании, применении и характеризующее совокупность однородных явлений при этих процессах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *ГОСТ 26098-84* Нефтепродукты: Термины и определения. – Москва: Изд-во стандартов, 1992.-13 с.
2. *ГОСТ 4.25-83* Система показателей качества продукции. Нефтепродукты. Топлива жидкие: Номенклатура показателей. – Москва: Изд-во стандартов, 1992.-19 с.
3. *ГОСТ 4.24-84* Система показателей качества продукции. Масла смазочные: Номенклатура показателей. – Москва: Изд-во стандартов, 1992.-13 с.
4. *ГОСТ 2084-77* Бензины автомобильные: Технические условия. – Москва: Изд-во стандартов, 1992.-19 с.
5. *ГОСТ Р 51105 – 97* Топлива для двигателей внутреннего сгорания. Неэтилированный бензин: Технические условия – Москва: Изд-во стандартов, 1998- 8 с.
6. *ГОСТ Р 51866-2002* Топливо моторное. Бензин неэтилированный. Технические условия. – Москва: Изд-во стандартов, 2002.-27 с.
7. *ГОСТ 305-2013* Топлива дизельные: Технические условия. – Москва: Изд-во стандартов, 2013.- 23 с.
8. *ГОСТ Р 52368-2005* Топливо дизельное ЕВРО. Технические условия. – Москва: Изд-во стандартов, 2006.-35 с.
9. *ГОСТ 17479.0-85* Масла нефтяные: Классификация и обозначение. Общие требования. – Москва: Изд-во стандартов, 1992.-3 с.
10. *ГОСТ 17479.1-2015* Масла моторные: Классификация и обозначение. – Москва: Стандартиформ, 2016.-12 с.
11. *ГОСТ 17479.2-2015* Масла трансмиссионные: Классификация и обозначение. – Москва: Стандартиформ, 2016.- 10 с.
12. *ГОСТ 8581-78* Масла моторные для автотракторных дизелей: Технические условия. – Москва: Изд-во стандартов, 1992.-9 с.

13. *ГОСТ 10541-78* Масла моторные универсальные и для автомобильных карбюраторных двигателей: Технические условия. – Москва: Изд-во стандартов, 1992.-9 с.
14. *ГОСТ 12337-84* Масла моторные для дизельных двигателей: Технические условия. – Москва: Изд-во стандартов, 1992.-21 с.
15. *ГОСТ 25770-83* Масла моторные для быстроходных дизелей транспортных машин: Технические условия. – Москва: Изд-во стандартов, 1992.-6 с.
16. *ГОСТ 23652-79* Масла трансмиссионные: Технические условия. – Москва: Изд-во стандартов, 1992.-16 с.
17. *ГОСТ 23258-78* Смазки пластичные. Наименования и обозначение – Москва: Изд-во стандартов, 1989.-11 с.
18. *ГОСТ 8.599-2010* Плотность светлых нефтепродуктов. Таблицы пересчёта плотности к 15 °С и 20 °С и к условиям измерения объёма. – Москва: Стандартинформ, 2012. – 202 с.
19. *ГОСТ Р 54281-2010* Нефтепродукты, смазочные масла и присадки. Метод определения воды кулонометрическим титрованием по Карлу Фишеру. – Москва: Стандартинформ, 2019 – 15 с.
20. *ГОСТ EN 12662-2016* Нефтепродукты жидкие. Метод определения механических примесей в средних дистиллятах, дизельном топливе и метиловых эфирах жирных кислот. – Москва: Стандартинформ, 2020 – 11 с.
21. *Васильева Л.С.* Автомобильные эксплуатационные материалы: Учебник для вузов/ Л.С. Васильева – М.: Наука-Пресс, 2003. – 421 с.
22. *Журба А.А.* Эксплуатационные свойства автомобильных бензинов: Учебное пособие/ А.А. Журба; Новосибирский государственный аграрный университет. – Новосибирск, 2002. –144 с.
23. *Кузнецов А.В.* Практикум по топливу и смазочным материалам. / А.В. Кузнецов, М.А. Кульчев. – Москва: Агропромиздат, 1987. – 224 с.
24. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение: справочник/под редакцией В. М. Школьников. – Москва: Техинформ, 1999.-596 с.
25. *Итинская Н. И.* Топлива, масла и технические жидкости. / Н.И. Итинская, Н.А. Кузнецов. – Москва: ВО Агропромиздат, 1989.-304 с.
26. Справочник инженера-механика сельскохозяйственного производства: учебное пособие. – Москва: Информагротех, 1995.-576 с.
27. Краткий автомобильный справочник. – Москва: Транспорт, 1982. – 464 с.
28. *Грамолин А.В.* Топливо, масла, смазки, жидкости и материалы для эксплуатации и ремонта автомобилей/ А.В. Грамолин, А.С. Кузнецов. – Москва: Машиностроение, 1995. – 64 с.

29. Автомобильные эксплуатационные материалы/ А.С. Сафонов, А.И. Ушаков, Н.Д. Юсковец. – Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 1998. – 223 с.

30. Моторные масла / Р. Балтенас, А.С. Сафонов, А.И. Ушаков, В.М. Шергалис. – Санкт-Петербург: Альфа-Лаб, 2000. – 272 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1 (справочное)

Выписка из ГОСТ 2084-77 Бензины автомобильные. Технические условия

2.2. По физико-химическим и эксплуатационным показателям автомобильные бензины должны соответствовать нормам и требованиям, указанным в табл.1.

Таблица 1

Наименование показателя	Значение для марки					
	А-72	А-76		АИ-91	АИ-93	АИ-95
	неэтилированный	неэтилированный	этилированный	неэтилированный	неэтилированный	неэтилированный
1. Детонационная стойкость:						
октановое число, не менее:						
по моторному методу	72	76	76	82,5	85	85
по исследовательскому методу	Не нормируется			91	93	95
2. Массовая концентрация свинца, г, на 1 дм ³ бензина, не бо-	0,013	0,013	0,17	0,013	0,013	0,013
3. Фракционный состав:						
температура начала перегонки бензина, °С, не ниже:						
летнего	35	35	35	35	35	30
зимнего	Не нормируется			-	Не нормируется	
10% бензина перегоняется при температуре, °С, не выше:						
летнего	70	70	70	70	70	75
зимнего	55	55	55	55	55	55

50% бензина перегоняется при температуре, °С, не выше:						
летнего	115	115	115	115	115	120
зимнего	100	100	100	100	100	105
90% бензина перегоняется при температуре, °С, не выше:						
летнего	180	180	180	180	180	180
зимнего	160	160	160	160	160	160
Конец кипения бензина, °С, не выше:						
летнего	195	195	195	205	205	205
зимнего	185	185	185	195	195	195
остаток в колбе, %, не более	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
остаток и потери, %, не более	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
9. Испытание на медной пла- стине	Выдерживает					
10. Водорастворимые кислоты и щелочи	Отсутствие					
11. Механические примеси и вода	Отсутствие					
12. Цвет	Желтый					
13. Плотность при 20 °С, кг/м ³	Не нормируется. Определение обязательно					

Приложение 2
(справочное)

Выписка из ГОСТ Р 51866-2002 Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия

3.1 Физико-химические и эксплуатационные показатели бензинов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Требования к бензинам марок Премиум Евро-95 и Супер Евро-98

Наименование показателя	Значение
1 Октановое число, не менее:	95,0
- по исследовательскому методу	85,0
- по моторному методу	
2 Концентрация свинца, мг/дм ³ , не более	Отсутствие
3 Плотность при температуре 15 °С, кг/м ³	720-775
5 Устойчивость к окислению, мин, не менее	360
6 Концентрация смол, промытых растворителем, мг 100 см ³ бензина, не более	5
7 Коррозия медной пластинки (3 ч при 50 °С), единицы по шкале	Класс 1
8 Внешний вид	Прозрачный и чистый

Приложение 3
(справочное)

Выписка из ГОСТ Р 51105-97 Топлива для двигателей внутреннего сгорания. Бензин неэтилированный. Технические условия

4.2 По физико-химическим и эксплуатационным показателям автомобильные бензины должны соответствовать нормам и требованиям, указанным в табл. 1.

Таблица 1

Физико-химические и эксплуатационные показатели автомобильных бензинов
Нормаль-80 и Регуляр-92.

Наименование показателя	Значение для класса
1 Октановое число, не менее: по моторному методу	83,0
по исследовательскому методу	92,0
2 Концентрация свинца, мг/дм ³ , не более	Отсутствие
3 Концентрация марганца, мг/дм ³ , не более	Отсутствие
4 Концентрация фактических смол, мг на 100 см ³ бензина, не более	5,0
11 Испытание на медной пластине	Класс 1
12 Внешний вид	Чистый, прозрачный
13 Плотность при 15 °C, кг/м ³	725,0-780,0
14 Концентрация железа, г/дм ³ , не более	Отсутствие

Приложение 4

(справочное)

Выписка из ГОСТ 3900-85 Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности

Таблица перевода плотности при температуре испытания
в плотность при 20 °C

Температура испытания, °C	Плотность по шкале ареометра, г/см ³									
	0,500	0,510	0,520	0,530	0,540	0,550	0,560	0,570	0,580	0,590
	Плотность при 20 °C, г/см ³									
-25,0							0,500	0,512	0,524	0,536
-24,5							0,501	0,513	0,525	0,537
-24,0							0,501	0,513	0,526	0,537
21,0	0,502	0,511	0,521	0,531	0,541	0,551	0,561	0,571	0,581	0,591
21,5	0,502	0,512	0,522	0,532	0,542	0,552	0,562	0,572	0,582	0,592
22,0	0,503	0,513	0,523	0,533	0,543	0,552	0,562	0,572	0,582	0,592
22,5	0,504	0,514	0,523	0,533	0,543	0,553	0,563	0,573	0,583	0,593
23,0	0,505	0,514	0,524	0,534	0,544	0,554	0,564	0,573	0,583	0,593
23,5	0,505	0,515	0,525	0,535	0,545	0,554	0,564	0,574	0,584	0,594
24,0	0,506	0,516	0,526	0,535	0,545	0,555	0,565	0,575	0,584	0,594
24,5	0,507	0,516	0,526	0,536	0,546	0,556	0,565	0,575	0,585	0,595
25,0	0,507	0,517	0,527	0,537	0,546	0,556	0,566	0,576	0,585	0,595
49,0	0,540	0,548	0,557	0,566	0,575	0,583	0,591	0,599	0,609	0,619
49,5	0,540	0,549	0,558	0,566	0,575	0,583	0,592	0,600	0,610	0,619
50,0	0,541	0,550	0,558	0,567	0,576	0,584	0,592	0,601	0,610	0,620
	Плотность по шкале ареометра, г/см ³									
Температура испытания, °C	0,600	0,610	0,620	0,630	0,640	0,650	0,660	0,670	0,680	0,690
	Плотность при 20 °C, г/см ³									
-25,0	0,548	0,560	0,572	0,583	0,594	0,605	0,616	0,627	0,638	0,649
-24,5	0,548	0,561	0,572	0,583	0,595	0,606	0,617	0,628	0,639	0,649
-24,0	0,549	0,561	0,573	0,584	0,595	0,606	0,617	0,628	0,639	0,650
21,0	0,601	0,611	0,621	0,631	0,641	0,6509	0,6609	0,6709	0,6809	0,6909
21,5	0,602	0,611	0,621	0,631	0,641	0,6514	0,6614	0,6713	0,6813	0,6913
22,0	0,602	0,612	0,622	0,632	0,642	0,6518	0,6618	0,6718	0,6818	0,6917

22,5	0,603	0,612	0,622	0,632	0,642	0,6523	0,6623	0,6722	0,6822	0,6922
23,0	0,603	0,613	0,623	0,633	0,643	0,6528	0,6627	0,6727	0,6826	0,6926
23,5	0,604	0,613	0,623	0,633	0,643	0,6532	0,6632	0,6731	0,6831	0,6930
24,0	0,604	0,614	0,624	0,634	0,644	0,6537	0,6636	0,6736	0,6835	0,6935
24,5	0,605	0,614	0,624	0,634	0,644	0,6541	0,6641	0,6740	0,6839	0,6939
25,0	0,605	0,615	0,625	0,635	0,645	0,6546	0,6645	0,6745	0,6844	0,6943
49,0	0,628	0,638	0,647	0,6567	0,6663	0,6759	0,6855	0,6952	0,7048	0,7144
49,5	0,629	0,638	0,648	0,6572	0,6667	0,6763	0,6860	0,6956	0,7052	0,7148
50,0	0,629	0,639	0,648	0,6576	0,6672	0,6768	0,6864	0,6960	0,7056	0,7152
Плотность по шкале ареометра, г/см ³										
Температура испытания, °С	0,700	0,710	0,720	0,730	0,740	0,750	0,760	0,770	0,780	0,790
Плотность при 20 °С, г/см ³										
-25,0	0,6596	0,6702	0,6808	0,6914	0,7020	0,7126	0,7232	0,7338	0,7444	0,7552
-24,5	0,6601	0,6707	0,6813	0,6918	0,7024	0,7130	0,7236	0,7342	0,7448	0,7556
-24,0	0,6606	0,6712	0,6817	0,6923	0,7029	0,7135	0,7241	0,7347	0,7453	0,7561
21,0	0,7009	0,7108	0,7208	0,7308	0,7408	0,7508	0,7608	0,7707	0,7807	0,7907
21,5	0,7013	0,7113	0,7212	0,7312	0,7412	0,7512	0,7611	0,7711	0,7811	0,7911
22,0	0,7017	0,7117	0,7217	0,7316	0,7416	0,7516	0,7615	0,7715	0,7815	0,7914
22,5	0,7021	0,7121	0,7221	0,7320	0,7420	0,7520	0,7619	0,7719	0,7818	0,7918
23,0	0,7026	0,7125	0,7225	0,7324	0,7424	0,7523	0,7623	0,7722	0,7822	0,7921
23,5	0,7030	0,7129	0,7229	0,7328	0,7428	0,7527	0,7627	0,7726	0,7826	0,7925
24,0	0,7034	0,7134	0,7233	0,7332	0,7432	0,7531	0,7630	0,7730	0,7829	0,7929
24,5	0,7038	0,7138	0,7237	0,7336	0,7436	0,7535	0,7634	0,7733	0,7833	0,7932
25,0	0,7043	0,7142	0,7241	0,7340	0,7440	0,7539	0,7638	0,7737	0,7836	0,7936
49,0	0,7240	0,7336	0,7432	0,7527	0,7622	0,7717	0,7812	0,7908	0,8004	0,8101
49,5	0,7244	0,7340	0,7436	0,7531	0,7625	0,7720	0,7816	0,7911	0,8008	0,8104
50,0	0,7248	0,7344	0,7439	0,7534	0,7629	0,7724	0,7819	0,7915	0,8011	0,8107

Приложение 5 (справочное)

Выписка из ГОСТ 305-2013 Топливо дизельное. Технические условия

5.2 По физико-химическим и эксплуатационным показателям топливо должно соответствовать требованиям, указанным в таблице 1.

Таблица 1

Требования к топливу

Наименование показателя	Значение для марки			
	Л	Е	З	А
1 Цетановое число, не менее	45			
2 Фракционный состав:				
50% перегоняется при температуре, °С, не выше	280	280	280	255
95% (по объему) перегоняется при температуре, °С, не выше	360	360	360	360
3 Кинематическая вязкость при 20°С, мм ² /с (сСт)	3,0-6,0	3,0-6,0	1,8-5,0	1,5-4,0
4 Температура вспышки, определяемая в закрытом тигле, °С, не ниже:				
для тепловозных и судовых дизелей и газовых турбин	62	62	40	35
для дизелей общего назначения	40	40	30	30
6 Массовая доля меркаптановой серы, %, не более	0,01			
8 Испытание на медной пластинке	Выдерживает. Класс 1			

9 Содержание водорастворимых кислот и щелочей	Отсутствие			
14 Общее загрязнение, мг/кг, не более	24			
15 Содержание воды, мг/кг, не более	200			
16 Плотность при 15°C, кг/м³, не более	863,4	863,4	843,4	833,5
17 Предельная температура фильтруемости, °C, не выше	Минус 5	Минус 15	Минус 25	-
	-	-	Минус 35	Минус 45

Приложение 6 (справочное)

Выписка из ГОСТ 8.599-2010 Плотность светлых нефтепродуктов. Таблицы пересчёта плотности к 15°C и 20°C и к условиям измерения объёма

Таблица А.3

Пересчёт плотности дизельного топлива при температуре t °C в плотность при температуре 15°C

t, °C	Плотность дизельного топлива при температуре t °C, кг/м³										
	790,0	800,0	810,0	820,0	830,0	840,0	850,0	860,0	870,0	880,0	890,0
	Плотность дизельного топлива при температуре 15 °C, кг/м³										
15,0	790,0	800,0	810,0	820,0	830,0	840,0	850,0	860,0	870,0	880,0	890,0
15,2	790,1	800,1	810,1	820,1	830,1	840,1	850,1	860,1	870,1	880,1	890,1
15,4	790,3	800,3	810,3	820,3	830,3	840,3	850,3	860,3	870,3	880,3	890,3
15,6	790,4	800,4	810,4	820,4	830,4	840,4	850,4	860,4	870,4	880,4	890,4
15,8	790,6	800,6	810,6	820,6	830,6	840,6	850,6	860,6	870,6	880,6	890,6
16,0	790,7	800,7	810,7	820,7	830,7	840,7	850,7	860,7	870,7	880,7	890,7
16,2	790,9	800,9	810,9	820,9	830,9	840,9	850,8	860,8	870,8	880,8	890,8
16,4	791,0	801,0	811,0	821,0	831,0	841,0	851,0	861,0	871,0	881,0	891,0
16,6	791,2	801,2	811,1	821,1	831,1	841,1	851,1	861,1	871,1	881,1	891,1
16,8	791,3	801,3	811,3	821,3	831,3	841,3	851,3	861,3	871,3	881,3	891,3
17,0	791,4	801,4	811,4	821,4	831,4	841,4	851,4	861,4	871,4	881,4	891,4
17,2	791,6	801,6	811,6	821,6	831,6	841,6	851,6	861,5	871,5	881,5	891,5
17,4	791,7	801,7	811,7	821,7	831,7	841,7	851,7	861,7	871,7	881,7	891,7
17,6	791,9	801,9	811,9	821,9	831,8	841,8	851,8	861,8	871,8	881,8	891,8
17,8	792,0	802,0	812,0	822,0	832,0	842,0	852,0	862,0	872,0	882,0	891,9
18,0	792,2	802,2	812,2	822,1	832,1	842,1	852,1	862,1	872,1	882,1	892,1
18,2	792,3	802,3	812,3	822,3	832,3	842,3	852,3	862,3	872,2	882,2	892,2
18,4	792,5	802,4	812,4	822,4	832,4	842,4	852,4	862,4	872,4	882,4	892,4
18,6	792,6	802,6	812,6	822,6	832,6	842,6	852,5	862,5	872,5	882,5	892,5
18,8	792,7	802,7	812,7	822,7	832,7	842,7	852,7	862,7	872,7	882,7	892,6
19,0	792,9	802,9	812,9	822,9	832,8	842,8	852,8	862,8	872,8	882,8	892,8
19,2	793,0	803,0	813,0	823,0	833,0	843,0	853,0	863,0	872,9	882,9	892,9
19,4	793,2	803,2	813,2	823,1	833,1	843,1	853,1	863,1	873,1	883,1	893,1
19,6	793,3	803,3	813,3	823,3	833,3	843,3	853,2	863,2	873,2	883,2	893,2
19,8	793,5	803,5	813,4	823,4	833,4	843,4	853,4	863,4	873,4	883,4	893,3
20,0	793,6	803,6	813,6	823,6	833,6	843,5	853,5	863,5	873,5	883,5	893,5
20,2	793,8	803,7	813,7	823,7	833,7	843,7	853,7	863,7	873,6	883,6	893,6

20,4	793,9	803,9	813,9	823,9	833,8	843,8	853,8	863,8	873,8	883,8	893,8
20,6	794,0	804,0	814,0	824,0	834,0	844,0	854,0	863,9	873,9	883,9	893,9
20,8	794,2	804,2	814,2	824,1	834,1	844,1	854,1	864,1	874,1	884,1	894,0
21,0	794,3	804,3	814,3	824,3	834,3	844,3	854,2	864,2	874,2	884,2	894,2
21,2	794,5	804,5	814,4	824,4	834,4	844,4	854,4	864,4	874,3	884,3	894,3
21,4	794,6	804,6	814,6	824,6	834,6	844,5	854,5	864,5	874,5	884,5	894,5
21,6	794,8	804,8	814,7	824,7	834,7	844,7	854,7	864,6	874,6	884,6	894,6
21,8	794,9	804,9	814,9	824,9	834,8	844,8	854,8	864,8	874,8	884,8	894,7
22,0	795,1	805,0	815,0	825,0	835,0	845,0	854,9	864,9	874,9	884,9	894,9
22,2	795,2	805,2	815,2	825,1	835,1	845,1	855,1	865,1	875,0	885,0	895,0
22,4	795,3	805,3	815,3	825,3	835,3	845,2	855,2	865,2	875,2	885,2	895,2
22,6	795,5	805,5	815,4	825,4	835,4	845,4	855,4	865,3	875,3	885,3	895,3
22,8	795,6	805,6	815,6	825,6	835,5	845,5	855,5	865,5	875,5	885,4	895,4
23,0	795,8	805,8	815,7	825,7	835,7	845,7	855,6	865,6	875,6	885,6	895,6
23,2	795,9	805,9	815,9	825,9	835,8	845,8	855,8	865,8	875,7	885,7	895,7
23,4	796,1	806,0	816,0	826,0	836,0	846,0	855,9	865,9	875,9	885,9	895,8
23,6	796,2	806,2	816,2	826,1	836,1	846,1	856,1	866,1	876,0	886,0	896,0
23,8	796,4	806,3	816,3	826,3	836,3	846,2	856,2	866,2	876,2	886,1	896,1
24,0	796,5	806,5	816,5	826,4	836,4	846,4	856,4	866,3	876,3	886,3	896,3
24,2	796,6	806,6	816,6	826,6	836,5	846,5	856,5	866,5	876,4	886,4	896,4
24,4	796,8	806,8	816,7	826,7	836,7	846,7	856,6	866,6	876,6	886,6	896,5
24,6	796,9	806,9	816,9	826,9	836,8	846,8	856,8	866,8	876,7	886,7	896,7
24,8	797,1	807,1	817,0	827,0	837,0	846,9	856,9	866,9	876,9	886,8	896,8
25,0	797,2	807,2	817,2	827,1	837,1	847,1	857,1	867,0	877,0	887,0	897,0
25,2	797,4	807,3	817,3	827,3	837,3	847,2	857,2	867,2	877,2	887,1	897,1
25,4	797,5	807,5	817,5	827,4	837,4	847,4	857,3	867,3	877,3	887,3	897,2
25,6	797,7	807,6	817,6	827,6	837,5	847,5	857,5	867,5	877,4	887,4	897,4
25,8	797,8	807,8	817,7	827,7	837,7	847,7	857,6	867,6	877,6	887,5	897,5
26,0	797,9	807,9	817,9	827,9	837,8	847,8	857,8	867,7	877,7	887,7	897,7
26,2	798,1	808,1	818,0	828,0	838,0	847,9	857,9	867,9	877,9	887,8	897,8
26,4	798,2	808,2	818,2	828,1	838,1	848,1	858,0	868,0	878,0	888,0	897,9
26,6	798,4	808,3	818,3	828,3	838,3	848,2	858,2	868,2	878,1	888,1	898,1
26,8	798,5	808,5	818,5	828,4	838,4	848,4	858,3	868,3	878,3	888,2	898,2
27,0	798,7	808,6	818,6	828,6	838,5	848,5	858,5	868,4	878,4	888,4	898,4
27,2	798,8	808,8	818,7	828,7	838,7	848,6	858,6	868,6	878,6	888,5	898,5
27,4	799,0	808,9	818,9	828,9	838,8	848,8	858,8	868,7	878,7	888,7	898,6
27,6	799,1	809,1	819,0	829,0	839,0	848,9	858,9	868,9	878,8	888,8	898,8
27,8	799,2	809,2	819,2	829,1	839,1	849,1	859,0	869,0	879,0	888,9	898,9
28,0	799,4	809,4	819,3	829,3	839,2	849,2	859,2	869,1	879,1	889,1	899,1
28,2	799,5	809,5	819,5	829,4	839,4	849,4	859,3	869,3	879,3	889,2	899,2
28,4	799,7	809,6	819,6	829,6	839,5	849,5	859,5	869,4	879,4	889,4	899,3
28,6	799,8	809,8	819,7	829,7	839,7	849,6	859,6	869,6	879,5	889,5	899,5
28,8	800,0	809,9	819,9	829,9	839,8	849,8	859,7	869,7	879,7	889,6	899,6
29,0	800,1	810,1	820,0	830,0	840,0	849,9	859,9	869,8	879,8	889,8	899,7

Приложение 7 (справочное)

Выписка из ГОСТ 8581-78 Масла моторные для автотракторных дизелей. Технические условия

2.2. По физико-химическим показателям моторные масла должны соответствовать требованиям и нормам, указанным в табл.1.

Таблица 1

Наименование показателя	Норма для марки								
	М-10В ₂	М-8Г ₂	М-10Г ₂	М-8Г ₂ к		М-10Г ₂ к		М-8ДМ	М-10ДМ
				Высший сорт	Первый сорт	Высший сорт	Первый сорт		
1. Вязкость кинематическая, мм ² /с:									
при 100°С	11,0±0,5	8,0±0,5	11,0±0,5	8,0±0,5	8,0±0,5	11,0±0,5	11,0±0,5	8-8,5	Не менее 11,4
при 0 °С, не более	-	1200	-	1200	1200	-	-	-	-
при минус 12 °С, не более	-	-	-	-	-	-	-	4000	-
2. Индекс вязкости, не менее	85	85	85	95	90	95	85	102	90
3. Массовая доля механических примесей, %, не более	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,02	0,025
4. Массовая доля воды, не более	Следы								
5. Температура вспышки, определяемая в открытом тигле, °С, не ниже	210	205	210	210	205	220	210	205	220
6. Температура застывания, °С, не выше	-15	-25	-15	-30	-30	-18	-15	-30	-18
7. Коррозионность на пластинках из свинца, г/м ³ , не более	10	20	20	Отсутствие					
8. Моющие свойства по ПЗВ, баллы, не более	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	-

10. Щелочное число, мг КОН на 1 г масла, не менее	3,5	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	8,5	8,2
11. Зольность сульфатная, %, не более	1,3	1,65	1,65	1,15	1,15	1,15	1,15	1,5	1,5
13. Цвет на колориметре ЦНТ с разбавлением в соотношении 15:85, единицы ЦНТ, не более	4,5	4,5	5,0	3,0	4,0	3,0	4,0	3,5	3,5
14. Плотность при 20 °С, г/см ³ , не более	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,900	0,905	0,897	0,905

Приложение 8 (справочное)

Выписка из ГОСТ 28084 - 89 Жидкости охлаждающие низкотемпературные. Общие технические условия

2.1.3. Охлаждающие жидкости должны соответствовать основным требованиям и нормам, приведенным в таблице.

Наименование показателя	Норма для жидкости		
	ОЖ-К	ОЖ-65	ОЖ-40
1. Внешний вид	Прозрачная однородная окрашенная жидкость без механических примесей		
2. Плотность, г/см ³	1,100-1,150	1,085—1,100	1,065-1,085
3. Температура начала кристаллизации, °С, не выше	Минус 35 при разбавлении дистиллированной водой в объемном соотношении 1:1	Минус 65	Минус 40
4. Фракционные данные: температура начала перегонки, °С, не ниже	100	100	100
массовая доля жидкости, перегоняемой до достижения температуры 150 °С, %, не более	5	40	50
5. Коррозионное воздействие на металлы, г/м ² сут, не более: медь, латунь, сталь, чугун, алюминий	0,1 при разбавлении соевым раствором в объемном соотношении 1:1	0,1	0,1
припой	0,2 при разбавлении соевым раствором в объемном соотношении 1:1	0,2	0,2
6. Вспениваемость: объем пены, см ³ , не более	30 при разбавлении раствором хлористого цинка в объемном соотношении 1:1	30	30

устойчивость пены, с, не более	5 при разбавлении раствором хлористого цинка в объемном соотношении	3	3
7. Набухание резин. %, не более	5 при разбавлении дистиллированной водой в объемном соотношении	5	5
8. Водородный показатель (рН)	7,5-11,0 при разбавлении дистиллированной водой в объемном соотношении 1:1	7,5-11,0	7.5-11,0

Приложение 9 (справочное)

Значение кинематической вязкости масел при 100 °С, мм²/с (сСт)

Кинематическая вязкость при 100 °С	V	V3	V2	Кинематическая вязкость при 100 °С	V	V3	V2
6,0	57,97	19,78	38,19	11,1	176,6	80,20	96,45
6,1	59,74	20,57	39,17	11,2	179,4	81,65	97,71
6,2	61,52	21,38	40,15	11,3	182,1	83,13	98,97
6,3	63,32	22,19	41,13	11,4	184,9	84,63	100,2
6,4	65,18	23,03	42,14	11,5	187,6	86,10	101,5
6,5	67,12	23,94	43,18	11,6	190,4	87,61	102,8
6,6	69,16	24,92	44,24	11,7	193,3	89,18	104,1
6,7	71,29	25,96	45,33	11,8	196,2	90,75	105,4
6,8	73,48	27,04	46,44	11,9	199,0	92,30	106,7
6,9	75,72	28,21	47,51	12,0	201,9	93,87	108,0
7,0	78,00	29,43	48,57	12,1	204,8	95,47	109,4
7,1	80,25	30,63	49,61	12,2	207,8	97,07	110,7
7,2	82,39	31,70	50,69	12,3	210,7	98,66	112,0
7,3	84,53	32,74	51,78	12,4	213,6	100,3	113,3
7,4	86,66	33,79	52,88	12,5	216,6	101,9	114,7
7,5	88,85	34,87	53,98	12,6	219,6	103,6	116,0
7,6	91,04	35,94	55,09	12,7	222,6	105,3	117,4
7,7	93,20	37,01	56,20	12,8	225,7	107,0	118,7
7,8	95,43	38,12	57,31	12,9	228,8	108,7	120,1
7,9	97,72	39,27	58,45	13,0	231,9	110,4	121,5
8,0	100,0	40,40	59,60	13,1	235,0	112,1	122,9
8,1	102,3	41,57	60,74	13,2	238,1	113,8	124,2
8,2	104,6	42,72	61,89	13,3	241,2	115,6	125,6
8,3	106,9	43,85	63,05	13,4	244,3	117,3	127,0
8,4	109,2	45,01	64,18	13,5	247,4	119,0	128,4
8,5	111,5	46,19	65,32	13,6	250,6	120,8	129,8
8,6	113,9	47,40	66,48	13,7	253,8	122,6	131,2
8,7	116,2	48,57	67,64	13,8	257,0	124,4	132,6
8,8	118,5	49,75	68,79	13,9	260,1	126,2	134,0
8,9	120,9	50,93	69,94	14,0	263,3	128,0	135,4
9,0	123,3	52,20	71,10	14,1	266,6	129,8	136,8

9,1	125,7	53,40	72,27	14,2	269,8	131,6	138,2
9,2	128,0	54,61	73,42	14,3	273,0	133,5	139,6
9,3	130,4	55,84	74,57	14,4	276,3	135,3	141,0
9,4	132,8	57,10	75,73	14,5	279,6	137,2	142,4
9,5	135,3	58,36	76,91	14,6	283,0	139,1	143,9
9,6	137,7	59,68	78,08	14,7	286,4	141,1	145,3
9,7	140,1	60,87	79,27	14,8	289,7	142,9	146,8
9,8	142,7	62,22	80,46	14,9	293,0	144,8	148,2
9,9	145,2	63,54	81,67	15,0	296,5	146,8	149,7
10,0	147,7	64,86	82,87	15,1	300,0	148,8	151,2
10,1	150,3	66,22	84,08	15,2	303,4	150,8	152,6
10,2	152,9	67,56	85,30	15,3	305,9	152,8	154,1
10,3	155,4	68,90	86,51	15,4	310,3	154,8	155,6
10,4	158,0	70,25	87,72	15,5	313,9	156,9	157,0
10,5	160,6	71,63	88,95	15,6	317,5	158,9	158,6
10,6	163,2	73,00	90,19	15,7	321,1	161,0	160,1
10,7	165,8	74,42	91,40	15,8	324,6	163,0	161,6
10,8	168,5	75,86	92,65	15,9	328,3	165,2	163,1
10,9	171,2	77,33	93,92	16,0	331,9	167,3	164,6
11,0	173,9	78,75	95,19				

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Лабораторная работа №1 Эксплуатационные свойства автомобиль- ных бензинов.....	5
Лабораторная работа №2 Эксплуатационные свойства дизельных топлив.....	27
Лабораторная работа №3 Эксплуатационные свойства моторных масел.....	45
Лабораторная работа №4 Эксплуатационные свойства пластичных смазок.....	60
Лабораторная работа №5 Эксплуатационные свойства специальных жидкостей.....	71
ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	93
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ ИСОК.....	96
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	98

Составители: Крохта Геннадий Михайлович
Крум Василий Андреевич
Иванников Алексей Борисович
Хомченко Егор Николаевич

Методика выполнения
лабораторных работ по дисциплине
«ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ»
(учебно-методическое пособие)

Редактор Т.К. Коробкова

Подписано к печати _____ 2022 г. Формат 60×841/16
Объем 5,53 уч.-изд. л. Изд. № _____ Тираж _____ экз.
Отпечатано в ИЦ НГАУ «Золотой колос»
630039, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 160.