



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ РФ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Филиал в г.Сызрани

АНАЛИЗ СВОЙСТВ АВТОМОБИЛЬНЫХ БЕНЗИНОВ

Лабораторный практикум по дисциплине
«Эксплуатационные материалы и
экономика топливно-энергетических ресурсов»

Самара
Самарский государственный технический университет
2009

УДК 665.7.035

Анализ свойств автомобильных бензинов: лабораторный практикум по дисциплине «Эксплуатационные материалы и экономия топливно-энергетических ресурсов» / Сост. А.Д.Цой. – Самара: Самар.гос.техн.ун-т, 2007. с.

Приводятся методики проведения лабораторных испытаний автомобильных бензинов в виртуальном лабораторном комплексе. Практикум предназначен для студентов специальности 190603 «Сервис транспортных и технологических машин и оборудования (автомобильный транспорт)», выполняющих лабораторные работы по дисциплине «Эксплуатационные материалы и экономия топливно-энергетических ресурсов»

Табл. Библиогр.: назв.

УДК 665.7.035

Составитель: А.Д. Цой

© А.Д.Цой, составление, 2009
© Самарский государственный
технический университет, 2009

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	
Лабораторная работа №1. Определение фракционного состава автомобильного бензина.....	
Лабораторная работа №2. Определение давления насыщенных паров бензина.....	
Лабораторная работа №3. Определение плотности нефтепродуктов.....	
Лабораторная работа №4. Определение водорастворимых кислот и щелочей.....	
Лабораторная работа №5. Испытания на медной пластинке.....	
Приложение 1. Поправки для корректировки давления насыщенных паров бензина.....	
Приложение 2. Варианты заданий для вычисления плотности нефтепродукта при 20°С.....	

ВВЕДЕНИЕ

До сих пор, несмотря на все возрастающий дефицит и дороговизну нефти, автомобильный транспорт использует топлива и смазочные масла нефтяного происхождения. Значительная часть продуктов переработки нефти потребляется именно автотранспортным комплексом.

В связи с этим для будущего специалиста в области технической эксплуатации автомобилей большое значение имеет умение решать такие задачи, как правильный выбор марки топлива и смазочных материалов для конкретных условий эксплуатации и марок автомобилей, обоснованный выбор полноценного заменителя, а также контроль соответствия показателей качества продукта нормам ГОСТ или ТУ.

Для успешного решения этих задач инженер должен уметь правильно ориентироваться в оценке эксплуатационных качеств топлив и смазочных материалов и уметь при необходимости произвести простейшие лабораторные анализы.

Описание проведения анализов дано в строгом соответствии с действующими стандартами.

Кроме того, изучение методики и принципов лабораторных анализов и определений должны помочь студенту в усвоении дисциплины «Эксплуатационные материалы и экономия топливно-энергетических ресурсов» в целом.

Результаты лабораторных работ оформляются в виде отчета установленной формы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1.

Определение фракционного состава автомобильного бензина

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Приобретение навыков исследования фракционного состава бензина. Изучение принципа исследования фракционного состава бензина и зависимости характеристик двигателя внутреннего сгорания от температур точек: начала кипения, 10% выкипания, 50% выкипания, 90% выкипания и конца кипения бензина.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Бензины представляют собой смесь углеводородов, обладающих различной испаряемостью.

Испаряемость характеризует скорость и полноту перехода бензина из жидкого в парообразное состояние и определяется его химическим составом. Бензины как сложная смесь различных углеводородов выкипают не при одной постоянной температуре, а в широком диапазоне температур (35...205 °С). Испаряемость бензина оценивается по температурным пределам его выкипания, и по температурам выкипания его отдельных частей - фракций.

Фракционный состав является главным показателем испаряемости автомобильного бензина, важнейшей характеристикой его качества. От фракционного состава бензина зависят легкость пуска двигателя, время его прогрева, приемистость и другие эксплуатационные показатели. На рис.1 приведена кривая разгонки бензина и указаны его основные фракции - пусковая, рабочая и концевая. Пусковую фракцию бензина составляют самые низкокипящие углеводороды (первые 10% объема дистиллята). В рабочую фракцию входят дистилляты от 10 до 90% объема и в концевую - от 90% объема до конца кипения бензина. По ГОСТу фракционный состав бензина нормируют пятью характерными температурами: начала перегонки, перегонки 10 %, 50 и 90% объема и конца кипения.

Фракционный состав бензина должен быть таким, чтобы обеспечились хороший пуск двигателя и быстрый разгон автомобиля, низкий удельный расход топлива, равномерное качественное и количественное распределение горючей смеси по цилиндрам двигателя, минимальный износ поршней и цилиндров.

Температура начала перегонки и перегонки 10% бензина характеризуют пусковые свойства топлива. Если в бензине недостаточно низкокипящих фракций, то при пуске холодного двигателя часть бензина не успевает испариться и попадает в цилиндры в жидком состоянии. При запуске двигателя на тяжелом топливе (с высокой температурой 10% выкипания) водитель стремится обогатить рабочую смесь топливом, а фактически получается бедная смесь, которая не воспламеняется от электрической искры (часто пуск двигателя становится невозможен), так как

испаряется только наиболее легкая часть бензина. Большая часть топлива остается в жидком состоянии, засасывается в цилиндры двигателя, смывает смазку и, попадая в картер, разжижает масло. Поэтому в момент пуска и при последующем прогревании наблюдается трение деталей цилиндропоршневой группы без достаточного количества смазочного материала. Смазочного масла оказывается недостаточно для образования на поверхностях деталей прочной пленки. В этом случае создаются износы трущихся деталей двигателя, так называемые пусковые, степень которых зависит от количества неиспарившегося бензина, продолжительности пуска и прогрева двигателя и скорости восстановления масляной пленки на цилиндрах. Чем меньше испаряется бензина во впускной системе двигателя, продолжительнее пуск и хуже подача смазочного масла к трущимся деталям, тем значительнее пусковые износы.

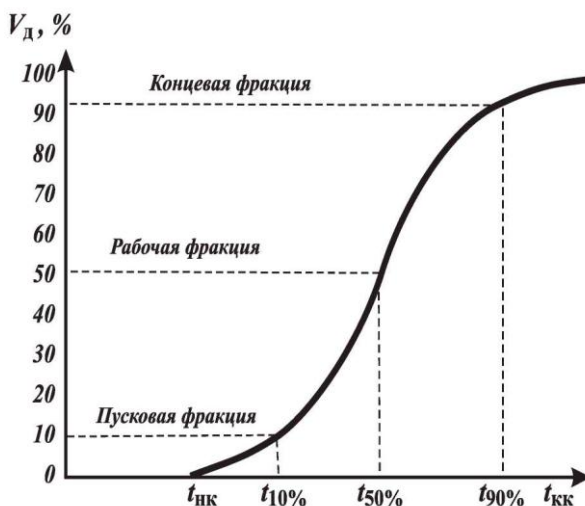


Рис. 1. Кривая разгонки бензина

Содержание низкокипящих углеводородов в современных автомобильных бензинах контролируется тремя показателями: температурой начала перегонки, температурой перегонки 10% бензина и давлением насыщенных паров.

В соответствии с действующими стандартами температура начала перегонки летних автомобильных бензинов должна быть не ниже 35°C , а 10% бензина должны перегоняться при температуре не выше 70°C . Температура начала перегонки зимних бензинов не нормируется, а 10% бензина должно перегоняться при температуре не выше 55°C . Благодаря этому на летних бензинах обеспечивается пуск холодного двигателя при

температуре окружающего воздуха выше $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, в летний период не образуется паровых пробок. Применяя зимние бензины, можно пустить холодный двигатель при температуре воздуха $-26\ldots-28\text{ }^{\circ}\text{C}$. Появление паровых пробок при этих условиях практически исключено.

Советский ученый А.А. Гуреев установил зависимость предельной температуры воздуха $t_{\text{г}}$, $^{\circ}\text{C}$, при которой возможен пуск холодного двигателя, от температуры выкипания 10% бензина:

$$t_{\text{г}} = 0,5t_{10\%} - 50,5 + \frac{t_{\text{нк}} - 50}{3}$$

где $t_{\text{г}}$ — температура окружающего воздуха, $^{\circ}\text{C}$; $t_{10\%}$ — температура выкипания 10%, $^{\circ}\text{C}$; $t_{\text{нк}}$ — температура начала кипения, $^{\circ}\text{C}$.

Чем ниже температура 10% выкипания, тем лучше пусковые качества бензина, тем быстрее будет осуществлен пуск холодного двигателя. Однако слишком низкая температура выкипания 10% вызывает образование паровых или газовых пробок в летнее время года. Паровыми (газовыми) пробками называются крупные пузырьки пара, образующиеся в бензопроводах системы питания двигателя, вследствие испарения низкокипящих углеводородов. Паровые пробки нарушают подачу бензина к карбюратору и могут вызвать прекращение подачи и остановку двигателя.

А.А. Гуреев установил зависимость предельной температуры воздуха $t_{\text{п}}$, $^{\circ}\text{C}$, при которой двигатель останавливается вследствие образования паровых пробок от температуры выкипания 10% бензина

$$t_{\text{п}} = t_{10\%} - 15,$$

где $t_{\text{п}}$ — температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$; $t_{10\%}$ — температура перегонки 10% бензина, $^{\circ}\text{C}$.

Температура перегонки 50% бензина, которая характеризует скорость прогрева и приемистостью двигателя, нормируется для рабочей фракции (объем дистиллятов от 10 до 90%).

Прогрев двигателя длится от момента пуска до создания устойчивого режима работы. В конце прогрева на режиме холостого хода достигается почти полное испарение бензина во впускном трубопроводе. Чем легче фракционный состав и ниже температура перегонки 50% бензина, тем скорее прогревается двигатель. Бензин с низкой температурой перегонки 50% быстрее испаряется во впускном трубопроводе, наполнение цилиндра горючей смесью улучшается, мощность двигателя возрастает. При низкой температуре окружающего воздуха необходимо применять бензины с низкой температурой перегонки 50% топлива.

Приемистость - это свойство двигателя в прогретом состоянии под нагрузкой быстро переходить с малой частоты вращения к большей при резком открытии дроссельной заслонки. Для обеспечения хорошей приемистости двигателя нужно, чтобы цилиндры двигателя в момент дросселирования наполнялись богатой горючей смесью. При резком открытии дроссельной заслонки во впускной трубопровод поступает большая

порция холодного воздуха и жидкого бензина, что приводит к резкому ухудшению условий парообразования из-за недостатка теплоты для полного испарения топлива.

Если бензин обладает высокой температурой перегонки 50% топлива, то некоторая часть высококипящих углеводородов составляющих рабочую фракцию топлива, в системе питания не испаряется. В этом случае горючая смесь переобеднена, и двигатель не развивает более высокой частоты вращения коленчатого вала и даже может остановиться.

Для восстановления теплового режима системы питания двигателя требуется некоторое время. Тепловое равновесие устанавливается тем быстрее, чем лучше идет процесс испарения и смесеобразования, чем больше в бензине низкокипящих углеводородов.

Следовательно, приемистость двигателя во многом зависит от температуры перегонки 50% бензина. С понижением этой температуры приемистость улучшается и время разгона автомобиля сокращается. Оптимальный разгон автомобиля наблюдается при такой испаряемости бензина, при которой создается горючая смесь из воздуха и паров топлива в соотношении 12:1.

Если и испаряемость бензина хуже, а значит, выше температура перегонки 50% топлива, то образуется бедная смесь и время разгона автомобиля увеличивается.

Температура перегонки 50% летнего бензина должна быть не более 115 °С, а зимнего - не более 100 °С. При таких температурах обеспечиваются быстрый прогрев и хорошая приемистость двигателя во время эксплуатации автомобиля.

Температуры перегонки 90 % и конца кипения бензина

характеризует полноту его испарения. Если в бензине содержится много высококипящих углеводородов, то условия работы двигателя аналогичны условиям пуска холодного двигателя на бензине с низкой температурой начала перегонки. Высоко кипящие углеводороды не испаряются во впускном трубопроводе двигателя и попадают в цилиндры в виде жидкости. Некоторая часть ее испаряется и сгорает, а оставшаяся часть стекает по стенкам цилиндра и смывает с них смазочное масло. Попадая в картер двигателя, тяжелые фракции бензина разжижают масло и снижают его вязкость. В тех местах, где смыто смазочное масло, наблюдаются трение без смазочного материала и повышенный износ деталей.

При использовании бензинов с высокой температурой конца кипения повышаются износ двигателя, количество отложений на деталях двигателя и увеличивается расход топлива.

Температура перегонки 90 % топлива для летнего автомобильного бензина должна быть не выше 180 °С, зимнего - не выше 160 °С. Конец кипения летнего бензина должен быть не выше 195°С, зимнего - не выше 185 °С.

ЗАПУСК ВИРТУАЛЬНОГО ЛАБОРАТОРНОГО КОМПЛЕКСА

Для входа в программу необходимо щелкнуть на кнопке "**Пуск**", выбрать пункт "**лабораторный практикум**"⇒"**Анализ бензинов**", после чего появится заставка Центра дистанционного образования (рис. 2).

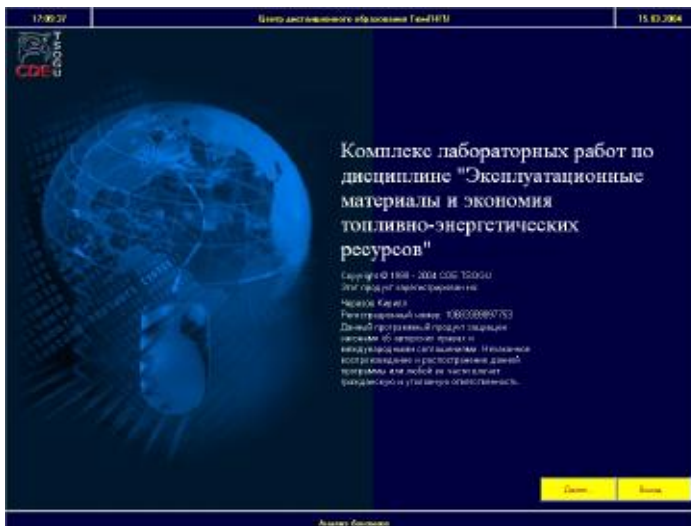


Рис. 2. Вход в комплекс лабораторных работ

Управление клавишами в процессе работы производится мышью. Нажатие клавиши "**Далее**" приведет к запуску всего комплекса.

Комплекс выполняет следующие работы:

1. Исследование фракционного состава автомобильного бензина.
2. Определение давления насыщенных паров бензина.
3. Определение плотности нефтепродуктов.
4. Определение водорастворимых кислот и щелочей.
5. Испытание на медной пластинке.

Клавиша "**Выход**" предназначена для выхода из работы.

В каждой работе имеется стандартный набор клавиш.

Верхний ряд клавиш:

"Введение" – переход к разделу введение.

"Теория" - переход к разделу теория.

"Установка" - переход к разделу установка.

"Порядок" - переход к разделу порядок проведения работы.

"Контр. вопросы" - переход к разделу контрольные вопросы.

"Отчет" - переход к разделу содержание отчета.

"Литература" - переход к разделу рекомендуемая литература.

"Авторы" – переход к разделу об авторах.

Нижний ряд клавиш:

"Пуск" – Запуск алгоритма лабораторной работы.

"Калькулятор" – Запуск калькулятора.

"Резерв" – Резервные, неиспользуемые в работе клавиши.

"Выход" – завершение работы (выход из комплекса).

В окне каждой лабораторной работы отображена экспериментальная установка и, расположенная в правой части экрана, панель управления, на которой находятся клавиши, предназначенные для управления и регулирования работы основных компонентов, а также цифровые индикаторы, дублирующие механические приборы.

УСТАНОВКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА БЕНЗИНОВ

Сущность метода определения фракционного состава заключается в перегонке 100 см³ испытуемого бензина на аппарате для разгонки нефтепродуктов при условиях, предусмотренных стандартом.

Пробу бензина осторожно при минимальном перемешивании наливают в колбу. Колбу предварительно охлаждают до 13...18 °С. Для этого ее закрывают пробкой и устанавливают в баню со льдом, где выдерживают при температуре не выше 15 °С.

Баню 5 заполняют таким образом, чтобы трубка 3 холодильника была покрыта жидкостью. Температуру пробы бензина доводят до 13...18 °С.

1. Мерным цилиндром 7 (рис.3) отмеряют 100 см³ испытуемого бензина и сливают его в колбу 1, наблюдая за тем, чтобы бензин не попал в пароотводную трубку колбы.

2. В горловину колбы 1 вставляют пробку с термометром 2.

3. Колбу с пробой бензина 1 помещают на подставку, трубку холодильника 3 соединяют при помощи пробки с пароотводной трубкой колбы. Пароотводная трубка колбы должна входить в трубку холодильника 5 на 25...50 мм и не касаться ее стенок.

4. Затем закрывают колбу 1 верхней частью кожуха 9.

5. Мерный цилиндр 7, не высушивая, устанавливают под нижний конец трубки холодильника 5. Трубка должна входить в цилиндр не менее чем на 25 мм, но не ниже отметки 100 см³. На цилиндр устанавливают подковообразный груз для того, чтобы он не всплывал.

6. Отверстие мерного цилиндра закрывают фильтровальной бумагой или ватой.

7. В бане холодильника 5 поддерживают температуру 0...1 °С.

8. Колбу 1 нагревают до кипения газовой горелкой 10 или регулируемым электрическим нагревателем.

9. Определяем температуру падения первой капли (температура начала кипения бензина). Отмечаем эту температуру и устанавливаем цилиндр 7 так, чтобы конденсат стекал по стенке.

10. Далее интенсивность нагревания поддерживают такой, чтобы скорость перегонки до получения 95 см³ отгона была 4...5 см³/мин, что соответствует 20...25 каплям бензина в 10 с. При этом фиксируют температуры через каждые 10 см³, собранного в цилиндр бензина. Определяем точки выкипания 10% , 50% , 90%. Время от образования 95 см³ отгона до конца кипения должно составлять 3...5 мин.

11. Конец кипения бензина отмечают на тот момент, когда ртутный столбик термометра остановится на некоторой отметке, а затем начнет опускаться. Последний объем бензина в цилиндре фиксируют по истечении 5 мин после прекращения нагревания, когда весь бензин стек из холодильника.

12. Остаток из колбы сливают в цилиндр вместимостью 10 мл, после охлаждения до 20 °С записывают его объем. Разность между 100 мл и суммой объемов дистиллята и остатка дает потери при перегонке.

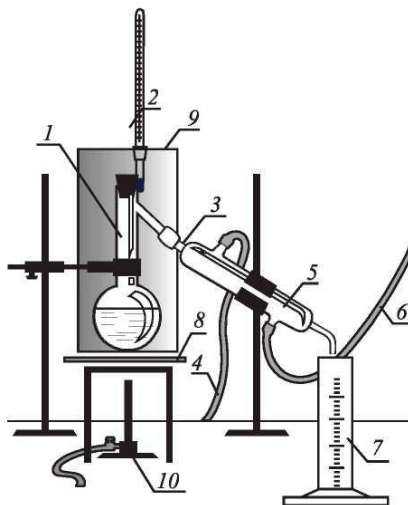


Рис.3. Аппарат для разгонки нефтепродуктов:

1 - колба; 2 - термометр; 3 - трубка холодильника; 4 и 6 - патрубки для ввода и вывода воды; 5 - баня холодильника; 7 - мерный цилиндр; 8 - асбестовая прокладка; 9 - кожух; 10 - газовая горелка.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. На панели управления, расположенной справа, нажмите кнопку «Подготовка» (Рис. 4). Произойдет налив испытуемого бензина в колбу и

установка ее для дальнейшего нагрева и охлаждения испаряемой жидкости в специальный прибор для перегонки бензина.

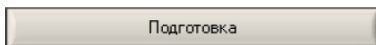


Рис. 4. Кнопка подготовки на панели управления

2. Включите прибор в сеть кнопкой, находящейся на панели управления (Рис. 4). Загорится лампочка, расположенная справа, а над самой кнопкой появится надпись «Вкл», свидетельствующая о начале работы прибора.



Рис. 5. Панель управления процессом перегонки бензина

3. На рукоятке регулирования напряжения (Рис. 5) установите необходимую величину для начала кипения бензина. Наблюдайте изменение напряжения на шкале «Вольтметр, В». Рекомендуемая величина напряжения – 50 вольт. Данные о температуре и времени нагрева наблюдайте на панели текущих значений (Рис. 6). После падения первой капли данные о температуре, времени и последнем зафиксированном напряжении будут занесены в таблицу (Рис. 7).

Время, мин	0:00
Скорость, кап/10с	0,0
Температура, °C	0

Рис. 6. Текущие значения времени, скорости каплепадения и температуры

	темпе-ра	время	напряж-е
начало			
10 %			
50 %			
90 %			
конец			

Рис. 7. Таблица конечных результатов

4. На рукоятке «регулирование напряжения» (Рис. 5) установите необходимую величину для перегонки 10% бензина. Наблюдайте изменение напряжения на шкале «Вольтметр, В». Рекомендуемая величина напряжения – 75 вольт. Данные о температуре, времени и значении скорости каплепадения наблюдайте на панели текущих значений (Рис. 6). Если напряжение выбрано не правильно (об этом свидетельствует отклонение скорости каплепадения от рекомендуемого значения), то изменяйте напряжение до получения требуемого значения каплепадения. Рекомендуемое значение каплепадения – 25 капель/10секунд (данное значение каплепадения характерно для всего процесса перегонки бензина). После конденсирования 10% бензина данные о температуре, времени и последнем зафиксированном напряжении будут занесены в таблицу (Рис. 7). Рукоятка регулирования напряжения начнет моргать светло-серым цветом, что свидетельствует о необходимости изменить напряжение.

5. На рукоятке регулирования напряжения (Рис. 5) установите необходимую величину для перегонки 50% бензина. Наблюдайте изменение напряжения на шкале «Вольтметр, В». Рекомендуемая величина напряжения – 100 вольт. Данные о температуре, времени и значении скорости каплепадения наблюдайте на панели текущих значений (Рис. 6). Если напряжение выбрано не правильно (об этом свидетельствует отклонение скорости каплепадения от рекомендуемого значения), то изменяйте напряжение до получения требуемого значения каплепадения. Рекомендуемое значение каплепадения – 25 капель/10секунд (данное значение каплепадения характерно для всего процесса перегонки бензина). После конденсирования 50% бензина данные о температуре, времени и последнем зафиксированном напряжении будут занесены в таблицу (Рис. 7). Рукоятка регулирования напряжения начнет моргать светло-серым цветом, что свидетельствует о необходимости изменить напряжение.

6. На рукоятке регулирования напряжения (Рис. 5) установите необходимую величину для перегонки 90% бензина. Наблюдайте изменение напряжения на шкале «Вольтметр, В». Рекомендуемая величина напряжения занесенная в программу – 150 вольт. Данные о температуре, времени и

значении скорости каплепадения наблюдайте на панели текущих значений (Рис. 6). Если напряжение выбрано не правильно (об этом свидетельствует отклонение скорости каплепадения от рекомендуемого значения), то изменяйте напряжение до получения требуемого значения каплепадения. Рекомендуемое значение каплепадения – 25 капель/10секунд (данное значение каплепадения характерно для всего процесса перегонки бензина). После конденсирования 90% бензина данные о температуре, времени и последнем зафиксированном напряжении будут занесены в таблицу (Рис. 7). Рукоятка регулирования напряжения начнет моргать светло-серым цветом, что свидетельствует о необходимости изменить напряжение.

7. На рукоятке регулирования напряжения (Рис. 5) установите необходимую величину для окончания перегонки бензина. Наблюдайте изменение напряжения на шкале «Вольтметр, В». Рекомендуемая величина напряжения – 150 вольт. Данные о температуре, времени и значении скорости каплепадения наблюдайте на панели текущих значений (Рис. 6). Если напряжение выбрано не правильно (об этом свидетельствует отклонение скорости каплепадения от рекомендуемого значения), то изменяйте напряжение до получения требуемого значения каплепадения. Рекомендуемое значение каплепадения – 25 капель/10секунд (данное значение каплепадения характерно для всего процесса перегонки бензина). После конденсирования 96-97% бензина данные о температуре, времени и последнем зафиксированном напряжении будут занесены в таблицу (Рис. 7), прибор самостоятельно отключится и дальнейшее нагревание прекратится.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет выполняется на листах формата А4 и содержит:

- а) Название и цель лабораторной работы.
- б) Рисунок прибора для определения фракционного состава бензина.
- в) Порядок проведения лабораторной работы.
- г) Полученные в ходе лабораторной работы данные и результат их обработки (табл.6).
- д) Кривая разгонки топлива по результатам эксперимента
- е) Выводы по проделанной работе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дайте определение испаряемости нефтепродукта.
2. Что характеризует температура начала перегонки и перегонки 10 % бензина?
3. Что характеризует температура перегонки 50% бензина?
4. Что характеризует температура перегонки 90 % и конца кипения?
5. Каким образом производится подготовка определения

фракционного состава бензина?

6. Порядок определения фракционного состава автомобильного бензина (кратко).
7. Перечислите составляющие аппарата для разгонки нефтепродуктов.
8. Что представляют собой бензины?
9. Перечислите показатели испаряемости автомобильного бензина.
10. Для чего определяют фракционный состав автомобильных бензинов?
11. Нужны ли в бензине низкокипящие углеводороды?
12. Почему возникают пусковые износы?
13. Что называется прогревом двигателя?
14. Что такое приемистость?
15. Какие процессы будут происходить в двигателе при большом содержании в бензине высококипящих углеводородов?
16. Что представляет собой кривая разгонки бензина?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2.

Определение давления насыщенных паров бензина

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Приобретение навыков определения давления насыщенных паров бензина.

ЗАДАЧИ:

1. Изучение зависимости значения давления насыщенного пара от марки бензина.
2. Изучение принципа определения насыщенных паров бензина.
3. Проведение исследований.
4. Подготовка выводов по результатам исследований.
5. Подготовка отчета и защита его.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Высокая испаряемость - одно из важнейших свойств бензина. Различают испаряемость двух видов - статическую и динамическую.

Статическое - это испарение с неподвижной поверхности топлива в неподвижный воздух. Оно наблюдается при хранении топлива в резервуарах.

Динамическое испарение происходит при обдуве топлива потоком воздуха, например, в системе питания двигателя внутреннего сгорания.

Испаряемость бензина обуславливается давлением его насыщенных паров. Если в замкнутой системе скорость испарения становится равной скорости конденсации, то в системе наступает динамическое равновесие, при этом плотность пара будет максимальной, а пар - насыщенным.

Насыщенный пар - это пар, находящийся в равновесном состоянии с жидкостью. Температура его такая же, как и у испаряемой жидкости.

Давление насыщенных паров жидкости - это давление, развиваемое парами в условиях равновесного состояния с жидкостью при данной температуре.

Давление насыщенных паров автомобильных бензинов позволяет в известной степени судить об интенсивности его испарения, о пусковых качествах и склонности к образованию паровых пробок в системе питания двигателя.

Для простых жидкостей давление насыщенных паров определяется только природой жидкости и температурой, а для сложных (например, бензина) - зависит также и от отношения объема паровой фазы к объему жидкой. Чем больше в бензине содержится углеводородов с низкой температурой кипения, тем выше его испаряемость, давление насыщенных паров и склонность к образованию паровых пробок.

Поэтому давлением насыщенных паров топлива называют то давление, которое оказывают его пары в условиях равновесного состояния с жидкостью при данной температуре и данном соотношении жидкой и паровой фаз.

Паровые пробки образуются в системе питания двигателя при эксплуатации автомобилей в летний период, особенно в южных районах страны, а также в высокогорных условиях и при повторных пусках перегретого двигателя.

При нагревании бензина в системе питания легкокипящие углеводороды испаряются не только с открытой поверхности, но и в объеме топлива, в результате чего образуется большое количество паров. В бензине сильно возрастает объем паровой фазы и уменьшается объем жидкой. Через систему питания двигателя в этом случае идет смесь, состоящая из жидкого бензина, его паров и небольшого количества воздуха, выделившегося при нагревании из бензина. Это приводит к снижению подачи насосом массового количества топлива, чрезмерному обеднению горючей смеси, перебоям в работе двигателя в связи с ухудшением ее воспламенения, падению мощности и остановке двигателя. Остановка носит такой же характер, что и при засорении топливопроводов механическими примесями. Поэтому явление получило название паровой пробки, хотя двигатель останавливается не за счет перекрытия топливного тракта паровой пробкой, прекращающей совсем подачу топлива.

При эксплуатации автомобиля основным фактором, влияющим на образование паровых пробок, служит температура бензина в системе питания, которая зависит от конструктивных особенностей двигателя и температуры окружающего воздуха.

При подсчете давления насыщенных паров бензина в показания манометра вносят поправку на изменение давления воздуха и насыщенных паров воды в воздушной камере, вызванное различием между исходной температурой воздуха и температурой водяной бани.

Поправку Δp (кПа) находят по формуле:

$$\Delta p = (p_a - p_d) (t - 37,8) / (273 + t) - (p_{37,8} - p_d), \quad (1)$$

где p_a - атмосферное давление при проведении испытания, кПа; p_d - давление насыщенных паров воды при исходной температуре воздуха, кПа; t - исходная температура воздуха, °C; $p_{37,8}$ - давление насыщенных паров воды при 37, 8°C, кПа.

При выполнении лабораторной работы поправка Δp выбирается по таблице Приложения 1 для атмосферного давления и температуры, заданных преподавателем.

Поправку Δp вычитают из p_n , если исходная температура воздуха ниже 37,8°C, и прибавляют, если выше:

$$\text{Если } t < 37,8 \text{ } ^\circ\text{C, то } p = p_n - \Delta p \quad (2)$$

$$\text{Если } t > 37,8 \text{ } ^\circ\text{C, то } p = p_n + \Delta p \quad (3)$$

За давление насыщенных паров бензина принимают **среднее арифметическое из результатов нескольких параллельных испытаний**.

Давление насыщенных паров летнего бензина всех марок должно быть не более 66661 Па (500 мм рт. ст.), а зимнего - от 66661 до 93325 Па (500...700 мм рт. ст.). Работа автомобилей в летний период на зимнем бензине запрещается, так как из-за высокого давления насыщенных паров бензина в системе питания будут интенсивно образовываться паровые пробки. Также недопустима работа автомобилей зимой на летнем бензине.

Относительно невысокое давление насыщенных паров и присутствие большого количества высококипящих углеводородов в летнем бензине затрудняет пуск двигателя, ухудшает его динамические качества и повышает износ цилиндропоршневой группы.

Давление насыщенных паров бензина чаще всего определяют стандартным (арбитражным) методом.

При стандартном методе получают условную характеристику испарения, пусковых качеств и склонности топлива к образованию паровых пробок. Сущность метода заключается в измерении давления насыщенных паров топлива в двухкамерной бомбе при температуре 37,8°C.

Размеры водяной бани для нагревания и проверки герметичности позволяют погружать в нее бомбу так, что верхний край воздушной камеры находится ниже уровня воды не менее чем на 25 мм. В бане поддерживают постоянную температуру 37,8°C при помощи термостата 4.

Проба бензина для анализа отбирается с помощью приспособления, исключающего потери от испарения во время переливания. Приспособление состоит из плотно пригнанной к бутылке корковой пробки с проходящими сквозь нее двумя трубками. Одна трубка (воздушная) доходит до дна бутылки, другая (для слива топлива) - с внутренней стороны вставляется на одном уровне с пробкой, а с внешней выступает настолько, чтобы она не достигала дна сосуда, в которое сливается топливо на 10...20 мм.

Сосуд с бензином охлаждают до температуры 0...4 °C и только после этого открывают. Пробу бензина, предназначенную для исследования, хранят в лаборатории до испытания при температуре не выше 20 °C.

Объемы воздушной и топливной камер проверяют перед проведением испытания. К верхней части воздушной камеры присоединяют гайку с краном, надевают на наконечник трубку и наливают в камеру воду до заполнения всей трубки. Затем свободный конец трубки зажимают и наливают воду до заполнения патрубка, соединяющего воздушную камеру с топливной. После этого замеряют объем залитой воды. Топливную камеру заполняют водой до нижнего края муфтового соединения, замеряют объем воды и вычисляют соотношения объемов камер.

Герметичность бомбы проверяют так: ее собирают, наполняют воздухом до давления 687 кПа и погружают в воду. Затем бомбу разбирают, воздушную камеру и резиновую трубку ополаскивают не менее 5 раз водой,

подогретой до 30...40 °С. Делают это для удаления паров топлива, оставшегося от предыдущего испытания.

Перед испытанием воздушную камеру снова ополаскивают водой, ставят в вертикальное положение, присоединяют гайку с краном и закрывают кран. Пробу испытуемого бензина и топливную камеру охлаждают до температуры 0...4°С.

В воздушную камеру вставляют термометр так, чтобы он входил в камеру на 3/4 своей длины и не касался стенок камеры. Топливную камеру ополаскивают 2...3 раза испытуемым бензином и при помощи приспособления для переливания пробы заполняют так, чтобы топливо переливалось через ее края. Измеряют исходную температуру воздуха в воздушной камере, соединяют воздушную и топливную камеры, надевают резиновую трубку на ртутный манометр.

УСТАНОВКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ НАСЫЩЕННЫХ ПАРОВ БЕНЗИНА

1. Металлическая бомба состоит из топливной камеры 1 (Рис. 1) с одним отверстием и воздушной камеры 2, которые соединяются при помощи резьбы. Отношение объемов воздушной и топливной камер составляет 3,8...4,2:1. В верхней части воздушной камеры находится ниппель 8 с газовым краном 4 и наконечником для резиновой трубки.

2. Применяют ртутный или пружинный манометр. Ртутный манометр 3 выполнен в виде U-образной стеклянной трубки диаметром 5...8 мм и длиной 1000 снабженной школьной пластиной с диапазоном измерения от 0 до 700...800 мм и ценой деления 1 мм. Манометрическую трубку наполняют ртутью, на один конец ее надевают резиновую трубку с внутренним диаметром 3...6 мм и длиной 1000...1200 мм, которую затем соединяют с воздушной камерой бомбы.

3. Топливную камеру бомбы 2 полностью наполняют топливом.

4. Собранный прибор опрокидывают, при этом находящийся в топливной камере бензин стекает в воздушную, а затем сильно встряхивают несколько раз в направлении, параллельном горизонтальной оси прибора.

5. Далее аппарат возвращают в нормальное положение и погружают в водяную баню 1, кран при этом должен также находиться в воде. Температура бани должна быть постоянной 37,8 °С.

6. После погружения бомбы 2 открывают кран и через 5 мин отмечают давление по ртутному манометру.

7. После этого закрывают кран, вынимают бомбу из бани, опрокидывают ее, сильно встряхивают, снова погружают в баню и открывают кран.

8. Так повторяют через каждые 2 мин, наблюдая за давлением.

9. Примерно через 20 мин последовательные отсчеты по ртутному манометру становятся постоянными, тогда отмечают показания манометра, $p_{нн}$ - не скорректированное давление насыщенных паров испытуемого бензина.

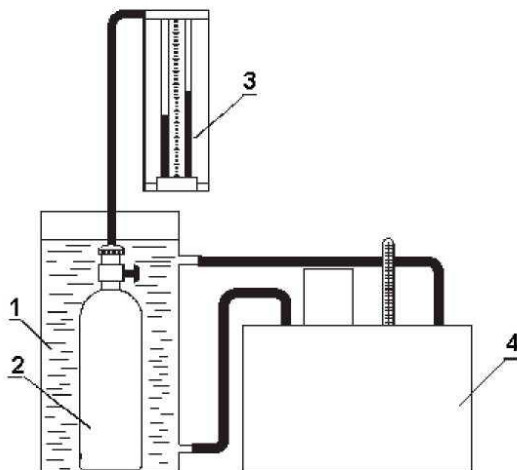


Рис. 1. Прибор для определения давления насыщенных паров стандартным методом:

1 - водяная баня; 2 - бомба; 3 - ртутный манометр; 4 – термостат

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. На панели управления, расположенной справа, нажмите кнопку «Подготовка» (рис. 2). Надпись на кнопке изменится в соответствии с маркой испытуемого бензина. На экране наблюдайте процесс подготовки нефтепродукта и оборудования к испытанию:
- 2.

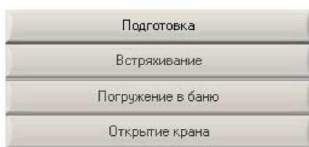


Рис. 2. Кнопки управления на панели управления

А. испытуемый бензин нальется в топливную камеру «бомбы»

В. на шкале температуры воды в бане (рис. 3) постепенно установится температура 37,8 °С.

2. Нажмите кнопку «Встряхнуть» (рис. 2) - «бомба» примет горизонтальное положение и сильно встряхнется несколько раз.

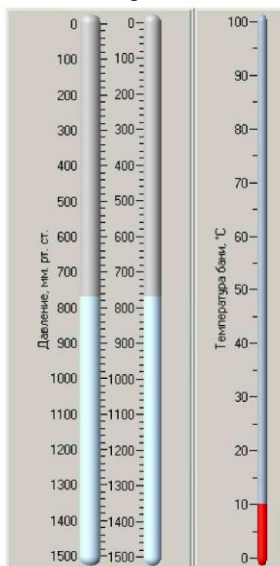


Рис. 3. Шкалы термометра и ртутного манометра на панели управления

3. Нажмите кнопку «Установить» (рис. 2), после чего «бомба» установится в баню.

4. Нажмите кнопку «Открыть кран» (рис. 2), после чего откроется кран, связывающий воздушную камеру «бомбы» с ртутным манометром и показания ртутного манометра (рис. 3) изменятся.

5. Повторяйте опыт до тех пор, пока не активируется кнопка «Подготовка». Это будет соответствовать тому, что давление насыщенных паров больше не изменяется, а показания манометра являются действительным не скорректированным значением давления насыщенных паров бензина.

6. Повторить опыт еще 3 раза.

7. Определить скорректированное значение давления насыщенных паров бензина по формулам (2)-(3), используя значение поправки из приложения 1. Заполнить таблицу с результатами.

8. Найти среднее арифметическое значение по результатам всех 4 опытов.

9. Рассчитать предельную температуру пуска холодного двигателя и температуру, при которой двигатель остановится из-за паровых пробок, используя полученное значение давления насыщенных паров.

Предельная температура воздуха t_g °C, при которой возможен пуск холодного двигателя, зависит от давления насыщенных паров p_{38} бензина и может быть вычислена по формуле

$$t_g = -9 - 0,03p_{37,8} \quad (4)$$

где t_g — температура воздуха и двигателя; $p_{37,8}$ — давление насыщенных паров бензина при 37,8°C.

Предельная температура воздуха t_n °C, при которой двигатель останавливается вследствие образования паровых пробок в системе питания, также зависит от давления насыщенных паров бензина при 37,8°C, она вычисляется по формуле

$$t_n = 98 - 0,1p_{37,8}, \quad (5)$$

где t_n — температура воздуха, при которой двигатель останавливается; p_{38} — давление насыщенных паров бензина при 37,8°C.

От давления насыщенных паров зависит испаряемость бензина при хранении. Чем выше давление насыщенных паров, тем больше потерь при хранении и транспортировке бензина.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет выполняется на листах формата А4 и должен содержать:

- а) Название, цель и задачи лабораторной работы.
- б) Рисунок установки для определения давления насыщенных паров.
- в) Порядок проведения лабораторной работы
- г) Полученные в ходе лабораторной работы данные и результат их обработки (занесенные в таблицу)

№ опыта	Давление насыщенного пара (нескорректированное)	Давление насыщенного пара (скорректированное)
1		
2		
...		

- д) Выводы по проделанной работе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

17. Дайте определение испаряемости.
18. Дайте определение насыщенного пара.
19. Дайте определение давления насыщенного пара.
20. Дайте определение статического испарения.
21. Дайте определение динамического испарения.

22. Какой пар называется насыщенным?
23. Из каких частей состоит металлическая бомба для определения давления насыщенного пара?
24. Какова должна быть температура бани при определении давления насыщенных паров?
25. Каков порядок определения давления насыщенных паров (кратко)?
26. Назовите формулу по определению поправок на изменение давления воздуха и насыщенных паров воды в воздушной камере.
27. Перечислите составляющие аппарата для определения давления насыщенных паров.
28. Что происходит при образовании паровых пробок в системе питания двигателя?
29. Что является основным фактором, влияющим на образование паровых пробок?
30. Какова должна быть величина давления насыщенных паров бензина?
31. Какими методами можно определять давление насыщенных паров бензина?
32. Каким образом можно определить герметичность бомбы?
33. При какой температуре должна храниться проба бензина?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3.

Определение плотности нефтепродуктов

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Приобретение навыков определения плотности нефтепродуктов.

ЗАДАЧИ:

1. Изучение зависимости плотности нефтепродукта от марки нефтепродукта.
2. Изучение принципа определения плотности нефтепродуктов.
3. Проведение исследований.
4. Подготовка выводов по результатам исследований.
5. Подготовка отчета и защита его.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Плотностью называется масса тела, заключенная в единице его объема.

Различают абсолютную и относительную плотность вещества.

Абсолютная плотность вещества - это масса, содержащаяся в единице объема. В системе СИ размерность плотности кг/м^3 . За единицу плотности принимают массу 1 м^3 дистиллированной воды при температуре 4°C .

Относительная плотность вещества - отношение его массы к массе дистиллированной воды при 1°C , взятой в том же объеме. Относительная плотность - величина безразмерная.

Нефтепродукты и вода имеют неодинаковые коэффициенты расширения. В связи с этим необходимо при определении плотности указывать температуры нефтепродукта и воды, при которых проводилось определение. В РФ относительную плотность нефтепродуктов определяют при температуре 20°C . Плотность нефтепродукта может быть замерена при любой температуре, однако результат приводят к температуре 20°C .

В соответствии с действующим стандартом плотность нефтепродукта обозначается ρ_4^{20} . Здесь цифра 20 указывает, что плотность нефтепродукта относят к нормальной температуре 20°C , а цифра 4 обозначает, что плотность нефтепродукта относят к плотности воды при 4°C , принятой за единицу.

Если плотность нефтепродукта определена не при 20°C , а при другой температуре, то ее значение ρ_4^t можно пересчитать на ρ_4^{20} указанным ниже способом. Относительная плотность не имеет размерности.

Относительная плотность автомобильных бензинов колеблется в пределах $0,69...0,75$, дизельного топлива - $0,82...0,86$, а абсолютная плотность этих видов топлива в системе СИ соответственно $690...750$ и $820...860 \text{ кг/м}^3$.

В стандартах на топливо плотность не нормируется, однако определять ее по ГОСТу обязательно. Это необходимо для учета расхода и движения

нефтепродуктов на нефтескладах и заправочных станциях, так как приход фиксируют в единицах массы (кг, т), а расход при заправке тракторов и автомобилей учитывается в единицах объема (л). Поэтому для пересчета топлива из единиц массы в единицы объема и обратно нужно знать плотность получаемых и отпускаемых нефтепродуктов.

По плотности определить сорт бензина невозможно, так как она колеблется у всех сортов автобензинов от 0,730 до 0,760. Однако в некоторых случаях по плотности можно ориентировочно дать заключение о сорте топлива. Ниже приведена ориентировочная плотность некоторых нефтепродуктов при 20°C (табл. 1).

Таблица 1

Марки нефтепродуктов	Плотность ρ_4^{20}
Пусковой бензин	не более 0,7
Б-70	0,72-0,75
А-66, А-72, А-76, АИ-93	0,73-0,76
Лигроин тракторный	0,77-0,79
Керосин тракторный	0,79-0,83
Керосин осветительный	не более 0,84
Дизельное топливо	0,83-0,86
Автомобильное масло МС-8	не более 0,86
Моторное масло М-6Б	0,89
Моторное масло М-12В (ДС-12)	0,90
Моторное масло М-14В (АС-14)	0,91

ПОРЯДОК ИЗМЕРЕНИЯ ПЛОТНОСТИ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Плотность жидких нефтепродуктов определяют по ГОСТ 3900 ареометром (нефтенсисметром), гидростатическими весами и пикнометром. Наиболее точные результаты получаются при определении плотности пикнометром, менее точные — ареометром. Смазочные масла обладают высокой вязкостью, что не позволяет непосредственно измерить их плотность с помощью нефтенсисметра. Поэтому вязкие нефтепродукты разбавляют керосином (1:1) известной плотности.

Ареометр дает возможность просто и быстро определить плотность нефтепродукта в полевых условиях. Ареометр применяется для измерения плотности выше единицы. Нефтенсисметр — для измерения плотности ниже единицы. Нефтенсисметр представляет собой стеклянный пустотелый поплавок, снабженный внизу балластом и сверху тонкой трубкой, внутри которой помещена шкала плотностей. Нефтенсисметр работает по принципу изменения глубины его погружения в испытуемую жидкость в зависимости от ее плотности (рис. 1).

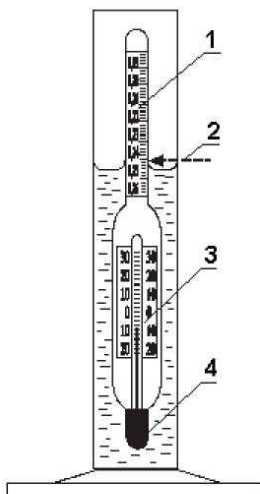


Рис. 1. Отсчет плотности по шкале нефтеденсиметра:
 1 - шкала плотности; 2 - линия отсчета; 3 - термометр; 4 - груз

1. Нефтепродукт перед определением плотности выдерживают при температуре окружающей среды с тем, чтобы он принял эту температуру. В момент определения допускаются отклонения температуры нефтепродукта от температуры окружающей среды не более чем на 5°C .

2. Устанавливают цилиндр на прочной подставке и в него осторожно наливают испытуемый нефтепродукт. Затем выбирают из набора нефтеденсиметр с такой градуировкой шкалы, которая соответствует плотности испытуемого нефтепродукта.

Набор состоит из пяти нефтеденсиметров со следующей градуировкой:

от 0,648 до 0,712 — нефтеденсиметр для легких бензинов;

от 0,708 до 0,772 — нефтеденсиметр для авиационных и автомобильных бензинов;

от 0,768 до 0,832 — нефтеденсиметр для лигроинов и легкого керосина;

от 0,828 до 0,892 — нефтеденсиметр для дизельных топлив и легких масел;

от 0,888 до 0,952 — нефтеденсиметр для автомобильных и дизельных масел.

При отсутствии указанных нефтеденсиметров можно пользоваться другими, но точность определения плотности будет меньше.

3. Чистый и сухой прибор медленно погружают в нефтепродукт, держа его за верхний конец. Поддерживать нефтеденсиметр прекращают в том случае, если он свободно плавает. Нельзя отпускать нефтеденсиметр, если он

быстро погружается, так как при ударе о дно цилиндра, ртутная капсула может разбиться.

4. Отсчет показаний производится по верхнему краю мениска, когда прекратятся колебания нефтенсиметра. Для каждого прибора надо определить цену самого маленького деления шкалы, чтобы правильно и точно установить фактическую плотность, то есть плотность при данной температуре ρ_4^t .

5. Температуру в момент определения плотности фиксируют по термометру, впаянному в нижнюю часть нефтенсиметра, или отдельным термометром.

После проведения эксперимента проводят вычисление значения плотности при нормальной температуре следующим образом.

Плотность нефтепродукта зависит от температуры: при повышении температуры она уменьшается. Д.И. Менделеев установил, что изменение плотности от температуры для большинства нефтепродуктов (малопарафинистых) происходит по линейному закону, выраженному формулой

$$\rho_4^t = \rho_4^{20} - \gamma(t - 20), \quad (1)$$

где ρ_4^t — плотность нефтепродукта при $t^\circ\text{C}$, отнесенная к плотности воды при 4°C ; ρ_4^{20} — плотность нефтепродукта при 20°C , отнесенная к плотности воды при 4°C ; γ — температурная поправка плотности на 1°C ; t — температура нефтепродукта, $^\circ\text{C}$.

Если фактическая плотность определена при температуре выше или ниже 20°C , то надо произвести пересчет на ρ_4^{20} по следующей формуле

$$\rho_4^{20} = \rho_4^t + \gamma(20 - t). \quad (2)$$

Средние температурные поправки для нефтепродуктов различной плотности различны. Температурные поправки плотности нефти и нефтепродуктов впервые разработаны Д.И. Менделеевым. Приведенные в табл. 2 температурные поправки плотности установлены советским ученым М.М.Кусаковым.

Например, фактическая плотность при 25°C оказалась 0,750, следовательно γ надо брать в графе 0,7500-0,7599, то есть 0,000831.

Тогда в результате расчета находим:

$$\rho_4^{20} = 0,750 + 0,000831(25 - 20) = 0,754155 \approx 0,754.$$

Таблица 2

Плотность	Температурная поправка на 1°C	Плотность	Температурная поправка на 1°C
0,6900-0,6999	0,000910	0,8500-0,0599	0,000699
0,7000-0,7099	0,000897	0,4600-0,8699	0,000686
0,7100-0,7199	0,000884	0,8700-0,8799	0,000673
0,7200-0,7299	0,000870	0,6800-0,8899	0,000660
0,7300-0,7399	0,000857	0,8900-0,8999	0,000647
0,7400-0,7499	0,000844	0,9000-0,9099	0,000633
0,7500-0,7599	0,000831	0,9100-0,9199	0,000620
0,7600-0,7699	0,000818	0,9200-0,9299	0,000607
0,7700-0,7799	0,000805	0,5300-0,9399	0,000594
0,7800-0,7899	0,000792	0,9400-0,9499	0,000581
0,7900-0,7999	0,000778	0,9500-0,9599	0,000567
0,8000-0,8099	0,000765	0,9600-0,9699	0,000554
0,8100-0,8199	0,000752	0,9700-0,9799	0,000541
0,8200-0,8299	0,000738	0,9800-0,9899	0,000528
0,8400-0,8499	0,000712		

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. На панели управления, расположенной справа, нажмите кнопку «Наполнить сосуд» (Рис. 2), после чего колба наполнится нефтепродуктом.

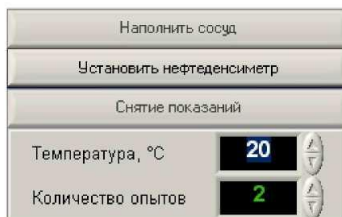


Рис. 2. Панель управления процессом

2. На счетчике «Температура, °C» (Рис. 2) установите температуру нефтепродукта.

3. На счетчике «Количество опытов» (Рис. 2) установите необходимое число опытов (3).

4. Нажмите кнопку «Установить нефтенсисметр» (Рис. 2), после чего нефтенсисметр установится в колбу.

5. Нажмите кнопку «Снятие показаний» (Рис. 2), после чего результаты измерения отобразятся на шкалах «Плотность, гр. / см. куб.» (Рис. 3) и «Температура, °C» (Рис. 3).

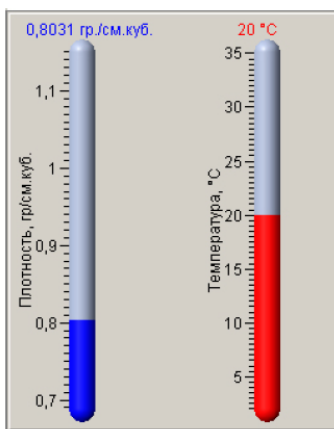


Рис. 3. Панель снятия показаний

6. Для данного опыта повторите измерения три раза, запишите полученные значения плотности в таблицу 3, найдите среднее значение плотности для данного опыта.

7. Опираясь на полученное значение плотности, выберите нефтепродукт нажатием соответствующей кнопки (Рис. 4).

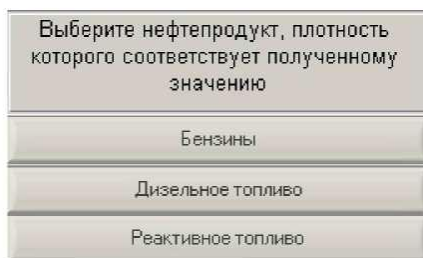


Рис. 4. Меню выбора нефтепродукта

8. Убедитесь в правильности выбора (Рис. 4).

9. Повторите опыт еще два раза.

10. Рассчитайте значение плотности нефтепродукта при 20°C для каждого из трех опытов, используя формулу (2) и таблицу 2 (в соответствии с заданием, см. приложение).

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет выполняется на листах формата A4 и должен содержать:

- Название, цель и задачи лабораторной работы.
- Порядок проведения лабораторной работы (включая описание прибора для определения плотности нефтепродуктов).

в) Полученные в ходе лабораторной работы данные и результат их обработки (занесенные в таблицу 3)

Таблица 3

№ опыта	Замеренная плотность нефтепродукта	Средняя плотность нефтепродукта	Плотность нефтепродукта при 20°C
1			
2			
3			

г) Выводы по проделанной работе (в том числе указать, какому нефтепродукту соответствуют полученные значения плотности).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дайте определение абсолютной плотности.
2. Дайте определение относительной плотности.
3. Назовите стандартную температуру для определения плотности нефтепродуктов.
4. Назовите единицу измерения абсолютной плотности в системе СИ.
5. Назовите единицу измерения относительной плотности в системе СИ.
6. Какие шкалы имеет ареометр (нефтенсиметр)?
7. Опишите порядок определения плотности нефтепродуктов.
8. Назовите формулу для перевода плотности нефтепродукта к плотности измеренной при нормальных условиях (формула Д. И. Менделеева).
9. Для чего вязкие нефтепродукты разбавляют керосином 1:1 при определении плотности?
10. Напишите формулу, по которой определяют плотность испытуемого вязкого нефтепродукта.
11. Для чего определяют показатель плотности для нефтепродуктов?
12. Какая плотность определяется в лабораторной работе (относительная или абсолютная)?
13. Перечислите приборы, с помощью которых определяют плотность нефтепродуктов.

14. Назовите пределы величин, в которых находится абсолютная плотность дизельного топлива в системе СИ.
15. Назовите пределы величин, в которых находится абсолютная плотность бензина в системе СИ.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4.

Определение водорастворимых кислот и щелочей

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Приобретение навыков содержания водорастворимых кислот и щелочей в бензине.

ЗАДАЧИ:

1. Изучение влияния водорастворимых кислот и щелочей на двигатель внутреннего сгорания.
2. Изучение принципа содержания водорастворимых кислот и щелочей в бензине.
3. Изучение причин появления водорастворимых кислот и щелочей в бензине.
4. Проведение исследований.
5. Подготовка выводов по результатам исследований.
6. Подготовка отчета и защита его

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Коррозионный износ двигателя во многом зависит от присутствия в топливе сильнодействующих водорастворимых кислот и щелочей.

Водорастворимые кислоты и щелочи могут оказаться в топливе из-за нарушения технологий его очистки. Так, например, при неполной нейтрализации после воздействия серной кислотой (сернокислотная очистка) не исключено наличие остатков как самой кислоты, так и ее производных — сульфокислот и кислых эфиров. Щелочь попадает в топливо при плохой отмывке в процессе очистки.

Вследствие исключительно сильного влияния водорастворимых кислот и щелочей на коррозию металлов нормы ГОСТ предусматривают их полное отсутствие как в бензинах и дизельных топливах, так и в моторных маслах. При наличии в топливах водорастворимых кислот и щелочей последние безоговорочно бракуются и к применению не допускаются.

ПОРЯДОК ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАЛИЧИЯ ВОДРАСТВОРИМЫХ КИСЛОТ И ЩЕЛОЧЕЙ

Определение наличия водорастворимых кислот и щелочей производится качественной пробой по ГОСТ 6307.

Сущность этого метода заключается в извлечении кислот и щелочей из испытуемого нефтепродукта в водную вытяжку, и в проверке ее индикаторами.

Перед тем, как провести опыт, необходимо подогреть воду и бензин для активизации растворения примесей (кислот и щелочей) в водной вытяжке.

1. Пробу исследуемого топлива тщательно перемешать путем взбалтывания в склянке в течение 3 мин.

2. Отмерить 25 мл испытуемого топлива и вылить в делительную воронку, туда же долить 25 мл дистиллированной воды.

3. Смесь тщательно взболтать в течение 5 мин.

Дать смеси отстояться и водную вытяжку (нижний слой) спустить из делительной воронки в две пробирки (рис.1).

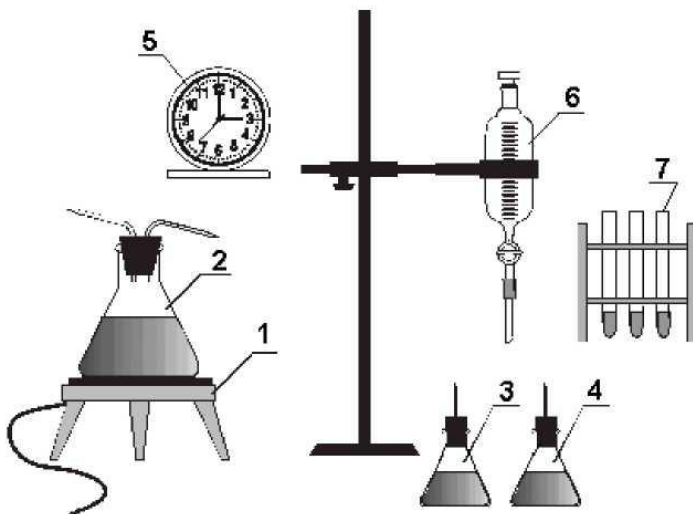


Рис. 1. Установка для определения наличия водорастворимых кислот и щелочей:

1 - электроплитка; 2 - промывалка с дистиллированной водой; 3 -капельница с раствором метила оранжевого; 4 - капельница с фенолфталеином; 5 - сигнальные часы; 6 - делительная воронка с нефтепродуктами и дистиллированной водой; 7 - пробирки

4. В одну из пробирок к водной вытяжке прибавить 2-3 капли раствора метилоранжа, а в другую — 2-3 капли раствора фенолфталеина, записать окраску водной вытяжки от индикаторов и дать заключение о качестве топлива по табл. 1.

Таблица 1

Индикатор	Среда		
	нейтральная	кислая	щелочная
Метилоранж	желтый	розовый	желтый
Фенолфталеин	бесцветный	бесцветный	красный

В случае образования стойкой эмульсии при взбалтывании нефтепродуктов с водой, рекомендуется произвести обработку его нейтрализованным водно-спиртовым раствором (1:1), нагретым до 5°C.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. На панели управления, расположенной справа, нажмите кнопку «Включить эл. плиту» (Рис. 2), после чего включится электроплита на которой установлены колбы с бензином и дистиллированной водой, после чего произойдет повышение температуры жидкости в колбах. Значение температуры отобразится на панели числовых значений (Рис. 3)

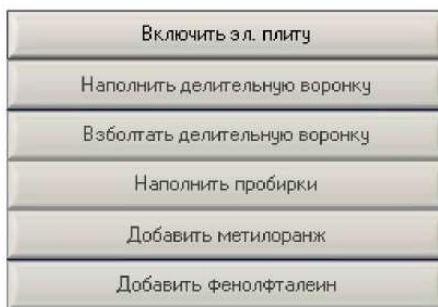


Рис. 2. Кнопки управления процессом

2. Нажмите кнопку «Наполнить делительную воронку» (Рис. 2) на панели управления, после чего произойдет наполнение делительной воронки бензином и дистиллированной водой.

3. Нажмите кнопку «Взболтать делительную воронку» (Рис. 2), после чего пройдет процесс взбалтывания и отстаивания жидкости в делительной воронке. Время взбалтывания и отстаивания воды отобразится на секундомерах, расположенных на панели числовых значений (Рис. 3).

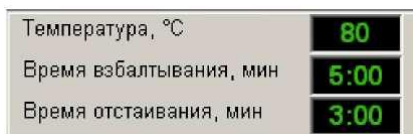


Рис. 3. Числовые значения температуры компонентов, времени взбалтывания и отстаивания жидкости в делительной воронке

4. Нажмите кнопку «Наполнить пробирки» (Рис. 2), после чего первая и третья пробирки наполнятся водной вытяжкой (отстоявшей водой из делительной воронки с нефтепродуктом и дистиллированной водой), а вторая

и четвертая пробирки - дистиллированной водой из делительной воронки расположенной справа.

5. Проверка наличия кислоты в водной вытяжке. Нажмите кнопку «Добавить метилоранж» (Рис. 2), после чего произойдет изменение цвета веществ в первой и второй пробирках. Также изменение цвета произойдет у элементов панели управления (Рис. 4). Если кислоты в бензине не содержится, то цвета веществ в двух пробирок будут одинаковыми - светло-оранжевыми. В противном случае цвет вещества в первой пробирки станет розовым, а цвет вещества во второй - светло-оранжевым.

Если кислоты в бензине не содержится, то проверьте водную вытяжку на наличие щелочи.

6. Нажмите кнопку «Добавить фенолфталеин» (Рис. 2), после чего произойдет изменение цвета веществ в третьей и четвертой пробирках. Также изменение цвета произойдет у элементов панели управления (Рис. 4). Если щелочи в бензине не содержится, то цвета веществ в третьей и четвертой пробирки будут одинаковыми - мутно-белыми. Если же щелочь содержится в бензине, то цвет вещества в третьей пробирки станет розово-красный, а цвет вещества в четвертой пробирке стане мутно-белым.

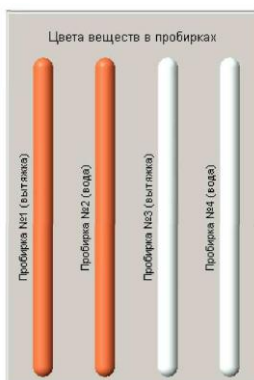


Рис. 4. Цвета веществ в пробирках

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет выполняется на листах формата А4 и должен содержать:

- а) Название, цель и задачи лабораторной работы.
- б) Порядок проведения лабораторной работы (включая рисунок установки для определения наличия водорастворимых кислот и щелочей).
- в) Полученные в ходе лабораторной работы данные и результат их обработки (занесенные в таблицу 2)

Таблица 2

№ опыта	Наличие кислоты	Наличие щелочи
1		
2		
3		

г) Выводы по проделанной работе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каким образом кислоты и щелочи попадают в нефтепродукты?
2. В чем сущность определения водорастворимых кислот и щелочей?
3. В чем заключается подготовка к определению водорастворимых кислот и щелочей?
4. Каков порядок определения водорастворимых кислот и щелочей?
5. Для чего проводят контрольное определение холодного нефтепродукта?
6. Для чего бензин и воду подогревают перед испытанием?
7. До какой температуры подогревают бензин и воду?
8. Какой цвет принимает вода, содержащая кислоту при реакции с метилоранжем?
9. Какой цвет принимает вода, содержащая щелочь при реакции с фенолфталеином?
10. Допускает ли ГОСТ содержание водорастворимых кислот и щелочей в бензине?
11. Могут ли в бензине одновременно содержаться водорастворимые кислоты и щелочи?
12. Какого процентное соотношение нефтепродукта и воды в делительной воронке?
13. Исправляется ли качество нефтепродукта, содержащего водорастворимые кислоты и щелочи?
14. Каким образом можно ускорить процесс отстаивания содержимого делительной воронки после смешивания?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5.

Испытание на медной пластинке

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Приобретение навыков определения наличия в бензине серы и активных сернистых соединений (сероводородных меркаптанов).

ЗАДАЧИ:

1. Изучение причин появления активных сернистых соединений в топливе.
2. Изучение принципа определения наличия в топливе активных сернистых соединений.
3. Проведение исследований.
4. Подготовка выводов по результатам исследований.
5. Подготовка отчета и защита его.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Сернистые соединения по коррозионной агрессивности подразделяют на **активные** и **неактивные**. Их содержание в топливе отрицательно сказывается на его эксплуатационных свойствах таких, как стабильность, способность к нагарообразованию, коррозионная агрессивность и др. Активные сернистые соединения вызывают коррозию металлов даже при нормальных условиях, присутствие их в топливе крайне нежелательно.

Неактивные сернистые соединения (сульфиды и дисульфиды) не опасны для резервуаров, трубопроводов, топливных баков и других деталей автомобилей, так как при контакте с металлами коррозионный процесс не возникает.

Активными сернистыми соединениями являются сера, сероводороды, сероводородные меркаптаны. Меркаптаны — это тиоспирты, общей формулы $R-SH$. Например, $C_8H_{17}SH$ — октантиол (октилмеркаптан), кипит при 199°C ; $C_6H_{13}SH$ — н-гексантиол (н-гексилмеркаптан), кипит при 130°C и др.

При сгорании как активные, так и неактивные соединения образуют серный и сернистый ангидриды SO_2 и SO_3 , а при конденсации из продуктов сгорания воды, соединяясь с ней, соответственно сернистую и серную кислоты. Серный ангидрид при работе прогретого двигателя вызывает газовую коррозию цилиндра, поршня и выпускных клапанов. По результатам многочисленных экспериментов и практическим данным установлено, что коррозионный износ в значительной степени зависит от изношенности двигателя, количества серы, содержащейся в топливе, и конкретных условий эксплуатации: при увеличении содержания серы в бензине от 0,05 до 0,1% износ двигателей возрастает в 1,5-2 раза, с 0,1 до 0,2% - еще в 1,5-2 раза, а с 0,2 по 0,3% - в 1,3-1,7 раза (рис. 1).

Полное удаление серы из топлива - процесс трудоемкий и требует больших затрат. Часть сернистых соединений, в основном неактивных, в количестве, практически не влияющем на износ двигателя, в топливе остается. Максимальное содержание серы в отечественных автомобильных бензинах регламентируется ГОСТ 2084-77 и равно 0,12%.

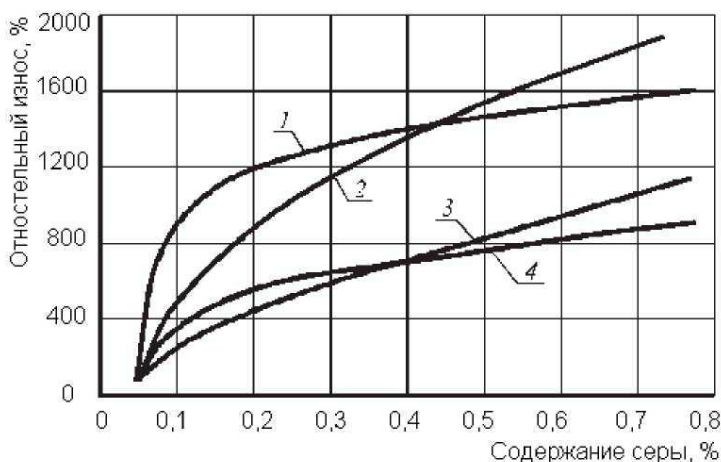


Рис. 1. Влияние серы, содержащейся в бензине, на износ двигателя:
1 - толкатели; 2 - поршневые кольца; 3 – стержень клапана; 4 - цилиндр

Испытание на медной пластинке является качественным, оно позволяет обнаружить наличие в топливе растворенной серы и активных сернистых соединений. Сущность определения заключается в фиксировании изменения (или в отсутствии изменения) цвета медной пластинки под воздействием топлива в стандартных условиях испытания.

Если топливо не выдержало испытания на медной пластинке, то в нем содержится сера или активные сернистые соединения. Сера, растворенная в топливе, и активные сернистые соединения вызывают коррозию топливной аппаратуры, а также влияют на работу двигателя, снижают надежность и экономичность автомобиля. Исследованиями установлено, что увеличение содержания даже неактивной серы в бензине 0,05 до 0,10% увеличивает износ двигателя в два раза. При увеличении содержания неактивной серы в бензине с 0,1 до 0,2% износ двигателя увеличивается еще в два раза. Топливо, не выдержавшее испытания на медной пластинке, применять для эксплуатации автомобилей запрещается.

ПОРЯДОК ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАЛИЧИЯ АКТИВНЫХ СЕРНИСТЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Для определения наличия активных сернистых соединений применяют пластинки из электролитной меди марок М0 или М1 размером 40х10х2 мм. Новые пластинки изготавливают с шероховатостью поверхностей $Ra\ 0,5... 2,5$ мкм

1. Непосредственно перед проведением опыта пластинки шлифуют шкуркой или шлифовальным порошком, нанесенным на вату, смоченную в изооктане (зернистость шлифовального материала 6-8). Шлифовка ведется вдоль обрабатываемой пластинки (туда и обратно). Пятна и царапины на всех шести сторонах медной пластинки удаляют шлифовальным порошком более крупной зернистости.

2. Для получения гладкой поверхности пластинки обрабатывают шлифовальным микропорошком (корунд или карбокорунд зернистостью № 14 или 10) на вате, смоченной в изооктане, до удаления всех следов, оставшихся от первой обработки. Затем пластинки промывают спиртом и высушивают. Для каждого испытуемого топлива проводят не менее двух параллельных определений.

3. Испытуемое топливо фильтруют через бумажный фильтр и наливают его в пробирки по 10 см^3 в каждую. В пробирки с топливом опускают пинцетом подготовленные пластинки и закрывают их корковыми пробками.

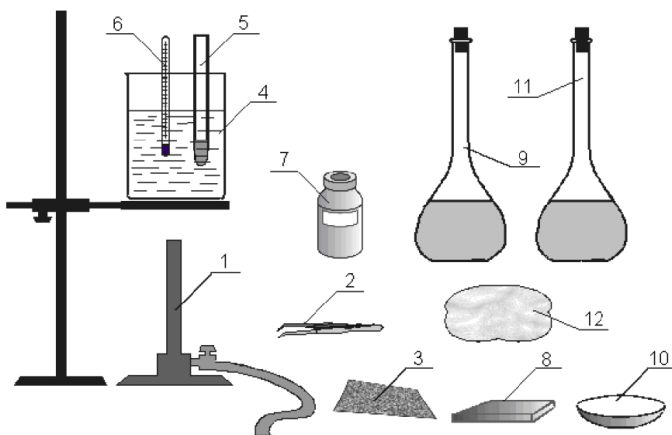


Рис. 2. Приборы и реактивы для определения наличия активных сернистых соединений:

1 - горелка; 2 - пинцет; 3 - шлифовальная шкурка; 4 - стакан с термостатирующей жидкостью; 5 - пробирка с испытуемым продуктом и медными пластинками; 6 - термометр; 7 - склянка со шлифовальным порошком; 8 - фильтр; 9 - колба с изооктаном; 10 - фарфоровая чашка; 11 - колба со спиртом; 12 - вата

4. Пробирки с испытуемым топливом и медными пластинками помещают в вертикальном положении в нагретую водяную баню. Уровень жидкости в бане должен быть выше уровня топлива в пробирках не менее чем на 30 мм. Пробирки выдерживают в бане в течении 2 часов. Изменение цвета пластинки характеризует наличие в топливе сернистых соединений. Если пластинка покрылась черными, темно-коричневыми или серо-стальными налетами и пятнами, топливо считается не выдержавшим испытание. При других изменениях или отсутствии изменений цвета пластинки топливо считают выдержавшим испытание.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. После загрузки программы наводите указатель мыши на интересующие вас приборы и материалы лабораторной работы. Через некоторое время после наведения появляется описание элемента.
2. Нажмите кнопку «Подготовка» (рис. 3) на панели управления. Произойдет наполнение пробирок бензином. Затем произойдет включение бани, о чем будет свидетельствовать загоревшаяся красная лампочка на панели управления бани. Повышение температуры в бане отобразится на шкале температуры (рис. 4).

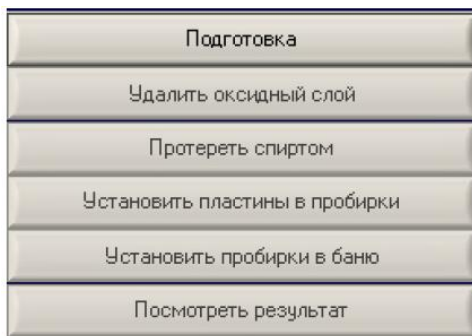


Рис. 3. Кнопки панели управления

3. Нажмите кнопку «Удалить оксидный слой» (рис. 3) на панели управления. Произойдет процесс удаления оксидного слоя с медных пластинок.

4. Нажмите кнопку «Протереть спиртом» на панели управления (рис. 3). Произойдет процесс обезжиривания медных пластинок.

5. Нажмите кнопку «Установить пластины в пробирки» (рис.3) на панели управления. Пластины будут помещены в пробирки с пробами топлива.

6. Нажмите кнопку «Установить пробирки в баню» (рис. 3) на панели управления. Произойдет процесс установки пробирок в баню с термостатической жидкостью (в случае испытания бензина – с водой). Время выдержки пластин в бане будет отображаться на соответствующей панели (рис. 4).

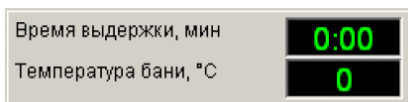


Рис. 4. Время выдержки пластин и температура бани

7. Нажмите кнопку «Посмотреть результат». Произойдет изменение цвета пластин на панели «Вид медных пластинок» (рис. 5). Потемнение пластинок характеризует наличие сернистых соединений в бензине. Неизменность вида пластинок означает отсутствие таких соединений в бензине.



Рис. 5. Вид медных пластинок

8. Повторите опыт еще два раза.
9. Составьте отчет о проделанной работе.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет выполняется на листах формата А4 и должен содержать:

- а) Название, цель и задачи лабораторной работы.

б) Порядок проведения лабораторной работы (включая рис. 2).

в) Полученные в ходе лабораторной работы данные и результат их обработки (занесенные в таблицу).

Пример формулировки заключения: при исследовании образца топлива № 1 (№ 2 или № 3), оказалось, что он выдерживает (не выдерживает) испытание на медной пластинке, что указывает на допустимое (не допустимое) содержание серы. В соответствии с ГОСТ топливо может (не может) применяться для автомобильных двигателей.

Таблица

№ опыта	Цвет образца	Заключение
1		
2		
3		

г) Выводы по проделанной работе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каково влияние сернистых соединений на эксплуатационные свойства двигателя?

2. В чем сущность определения содержания сернистых соединений в бензинах?

3. В чем заключается подготовка к определению содержания сернистых соединений в бензинах?

4. Каков порядок определения содержания сернистых соединений в бензинах?

5. Какое максимальное содержание серы в отечественных автомобильных бензинах допускает ГОСТ 2084-77?

6. Содержание каких (активных или неактивных) сернистых соединений позволяет определить опыт на медной пластинке?

7. Какая марка меди применяется при проведении опыта на медной пластинке?

8. Каково минимальное количество параллельных опытов при проведении опыта на медной пластинке?

9. Сколько времени пробирки с пластинами и испытуемым топливом находятся в бане?

10. Какая жидкость используется в качестве термостатирующей?

11. Какие изменения медных пластинок указывают на содержание сернистых соединений в испытуемом топливе?
12. Для чего перед опытом медные пластины шлифуют?
13. Возможно ли присутствие в топливе неактивных сернистых соединений?

ПРИЛОЖЕНИЯ

Начальная температура верхней камеры бомбы t°C	Поправки для различных значений барометрического давления, мм рт. ст.				
	770	760	750	740	730
10	116	115	114	113	112
11	112	111	110	109	108
12	109	108	107	105	105
13	105	104	103	102	101
14	101	100	99	99	98
15	98	97	96	95	94
16	94	93	92	91	91
17	89	89	88	88	87
18	86	85	85	84	83
19	83	82	81	80	80
20	78	78	77	77	76
21	74	74	73	73	72
22	70	70	69	69	68
23	67	66	66	65	65
24	63	62	62	61	61
25	59	58	58	57	57
26	55	54	54	53	53
27	51	50	50	49	49
28	—	46	45	45	45
29	—	42	41	41	41
30	—	37	37	37	36

Варианты заданий для выполнения лабораторной работы № 3
«Определение плотности нефтепродуктов»

№ варианта	Температура измерения, °С		
	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3
1.	11	30,5	21
2.	12	29,5	22
3.	13	28,5	23
4.	14	27,5	24
5.	15	26,5	25
6.	16	25,5	26
7.	17	24,5	27
8.	18	23,5	28
9.	19	22,5	29
10.	20	21,5	30