

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

ТАШКЕНТСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ИНСТИТУТ

КАФЕДРА «ХИММОТОЛОГИЯ»

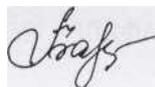
**ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО КУРСУ  
«ХИММОТОЛОГИЯ ТОПЛИВ»**

**Для магистрантов I и II курсов специальности  
5A521207 – «Химмотология»**

**Ташкент - 2006**

Лабораторные работы по курсу «Химмотология топлив» рассмотрена на заседании кафедры «Химмотология» от «\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г. Протокол № \_\_\_\_\_

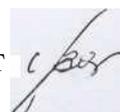
Зав. кафедрой, доцент



А.Л. Барханаджян

Утверждена на научно-методическом совете КСД «\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г  
Протокол № \_\_\_\_\_

Председатель НМС КСД, доцент



М.З. Мусаджанов

Составитель:

К.х.н., доцент

Ст. преподаватель

Ст. преподаватель

Ассистент

А.Л. Барханаджян

Р.М. Хакимов

С.В. Генкина

Т.А. Садыков

Рецензенты

К.т.н., профессор

К.т.н., доцент

Начальник отдела АК Узнефтемахсулот»

В.А. Акопов

И.К. Умаров

Выходные данные:

Заказ \_\_\_\_\_

Тираж \_\_\_\_\_

Множительный участок ТАДИ

Формат \_\_\_\_\_

Объем \_\_\_\_\_

## ВВЕДЕНИЕ

По значимости и массовости применения в народном хозяйстве нефтепродукты занимают первостепенное место. Значительные объемы потребления нефтепродуктов на автомобильном транспорте требуют всемерной экономии топливо-смазочных (ТСМ) материалов, затраты на которые составляют 15...20% себестоимости автомобильных перевозок.

Знание свойств ТСМ, экономное и рациональное применение имеет наибольшее значение для экономии ТСМ, позволяет правильно решать на практике вопросы транспортирования, хранения, эксплуатации.

Настоящее методическое указание предназначено для проведения исследовательских лабораторных работ по определению качества топлив, для магистрантов – химмотологов. Разработка данного исследовательского методического указания необходимо для систематизирования знаний по свойствам топливо-смазочных материалов, области их применения, кроме того, помогут выработать навыки самостоятельности при решении практических задач в области исправления качества ТСМ, правильного их хранения, эксплуатации.

Целью данной работы является расширение и более глубокого изучения химмотологии топливо-смазочных материалов. В отличие от занятий в бакалавриате магистр должен самостоятельно проводить эксперименты, определять класс нефтепродуктов, экспериментально оценивать качество и давать рекомендации об использовании данного образца нефтепродуктов, о возможных заменителях, об условиях хранения и т.д.

Учитывая большое значение практической подготовки молодого специалиста в области химмотологии ТСМ, в настоящем руководстве даются порядок выполнения исследования, нормативные документы, действующие стандарты, для возможности сравнения полученных экспериментальных данных, и оценки качества опытного образца.

Результат каждой лабораторной работы оформляется в журнале лабораторных работ. Методика проведения экспериментов базируется на знаниях полученных при обучении в бакалавриате.

## **ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА № 1**

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОРТА ТОПЛИВА ДЛЯ КАРБЮРАТОРНЫХ И ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

#### *Цель работы*

Определить принадлежность данного образца моторного топлива к конкретной марке, определить важнейшие показатели качества и дать рекомендации к его применению

Основными показателями качества моторных топлив являются плотность, фракционный состав, вязкость и визуальный анализ. Для определения принадлежности нефтепродуктов к определенному классу необходимо предварительно определить вышеуказанные параметры. Затем на основании предварительных исследований определить класс нефтепродуктов.

После выявления класса нефтепродуктов, например, к автомобильным бензинам или дизельным топливам уточняется марка топлива путем сопоставления полученных результатов с нормируемыми показателями прилагаемых ГОСТов. Полученные экспериментальные данные заносятся в таблицу. На основании сравнения экспериментальных данных с нормируемыми показателями ГОСТа дается заключение о принадлежности нефтепродукта и рекомендации к применению.

#### *Порядок выполнения исследовательской работы*

При проведении исследования необходимо вначале подготовить образцы проб к работе, необходимые приборы и оборудование.

Для начала работы руководителем выдается неизвестный для магистрант образец нефтепродукта, которые следует исследовать по параметрам ГОСТа.

Вначале определяется плотность, вязкость и визуальный анализ. Это считается предварительным анализом для того, чтобы определить, к какому классу нефтепродуктов относится исследуемый образец.

После выявления принадлежности нефтепродукта к определенному классу подбирается соответствующий ГОСТ, и по его показателям проводят эксперименты для определения соответствия качества нефтепродукта требованиям ГОСТа (ГОСТы прилагаются)

Данные, полученные в результате эксперимента, заносятся в сравнительные таблицы и дается заключение о пригодности нефтепродукта и рекомендации к его применению.

## Лабораторная работ № 1

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕЙТРАЛЬНОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ БЕНЗИНОВ

**Задание:** Произвести анализ опытных образцов на содержание водорастворимых кислот и щелочей.

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 технологии 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 (обычно NaOH и реже Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>). Другие водорастворимые кислоты и щелочи могут оказаться в топливе случайно и крайне редко.

В следствие исключительно сильного действия 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.

Определение наличия водорастворимых кислот и щелочей производится качественный пробой по ГОСТу 6307-60.

#### Аппаратура и реактивы

Воронки делительные вместимостью 50 - 100 мл;  
Мерный цилиндр на 10 мл;  
Пробирки из бесцветного стекла,  
Пипетки;  
Вода дистиллированная по ГОСТ 5607-53, проверенная на нейтральность;  
Фенолфталеин по ГОСТ 5850-51, 1%-ный спиртовой раствор;  
Метилоранж 0,0-2%-ный водный раствор  
Химический штатив.

#### 1. Порядок проведения работы

1. Образец топлива тщательно перемешивают взбалтыванием в бутылке, затем наливают в делительную воронку (рис. 1) 10 мл испытуемого топлива, добавляют такое же количество дистиллированной воды и взбалтывают смесь в течение 5 мин.

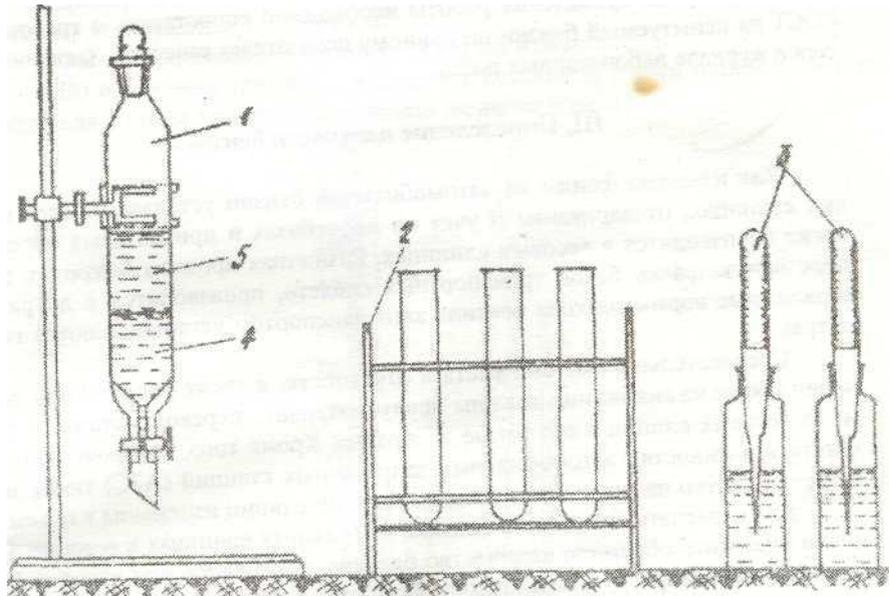


Рис. 1 Приборы для определения в топливе водорастворимых кислот и щелочей

1 - делительная воронка; 2 - штатив с пробирками; 3 - индикаторы; 4 - вода; 5 - топливо

2. Дают смеси отстояться, после чего водный слой находящийся внизу делительной воронки, спускают через кран в две пробирки.

3. В одну пробирку добавляют 1-2 капли метилоранжа. При наличии в топливе минеральных кислот водная вытяжка в пробирке окрашивается в розовый или оранжево-красный цвет, при отсутствии кислот цвет водной вытяжки будет желто-оранжевый.

4. В другую пробирку добавляют 1-2 капли фенолфталеина. При наличии в топливе щелочей водная вытяжка окрасится в фиолетово-розовый цвет, при отсутствии щелочей водная вытяжка останется бесцветной или слегка побелеет.

Бензин может быть допущен к применению только при неизменяющейся окраске его водной вытяжки, что будет свидетельствовать о полном отсутствии в нем водорастворимых кислот и щелочей.

## 2. Заключение

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ БЕНЗИНОВ

Система учета и отчетности, а также расчеты при составлении заявок на снабжение должны предусматривать перевод количеств бензина из весовых единиц в объемные и обратно. Кроме того, контроль наличия и остатков в емкостях автомобильных заправочных станций (АЗС) также невозможен без четко налаженного перевода весовых единиц измерения в объемные.

Для пересчета количества бензина в объемных единицах в весовые достаточно умножить объемное количество бензина, замеренное при какой-либо определенной температуре, на плотность бензин при той же температуре, т.е.

$$G_T = V_T \rho_t$$

где:  $G_T$  - количество бензина в весовых единицах [кг]

$V_T$  - количество бензина в объемных единицах [литры]

$\rho_t$  - плотность бензина при той же температуре [кг/м<sup>3</sup>]

Или при обратном пересчете и тех же обозначениях:

$$V_T = \frac{G_T}{\rho_t}$$

Практическое определение плотности бензина при данной температуре и приведение ее к заданной температуре составляет основное целевое назначение работы.

### 1. Необходимые аппаратура и приборы

1. Стеклянный цилиндр
2. Нефтеденсиметр по ГОСТ 1284-41 с ценой деления 0,0005 г/см<sup>3</sup> или 0,001 г/см<sup>2</sup>; ГОСТ 1289-41

### 2. Проведение испытаний

Для определения плотности бензина стеклянный цилиндр устанавливается на прочный горизонтальный стол. По стеклянной палочке осторожно наливают в него бензин, причем температура бензина не должна отклоняться от температуры в помещении, где производят измерение более, чем на  $\pm 5$  С.

Далее, чистый и сухой нефтеденсиметр медленно погружают в бензин до момента его свободной плавучести.

Отсчет производится по верхнему краю мениска.

Во избежание явления параллакса и связанной с этим ошибкой глаз наблюдателя должен находиться на уровне мениска (рис. 2)

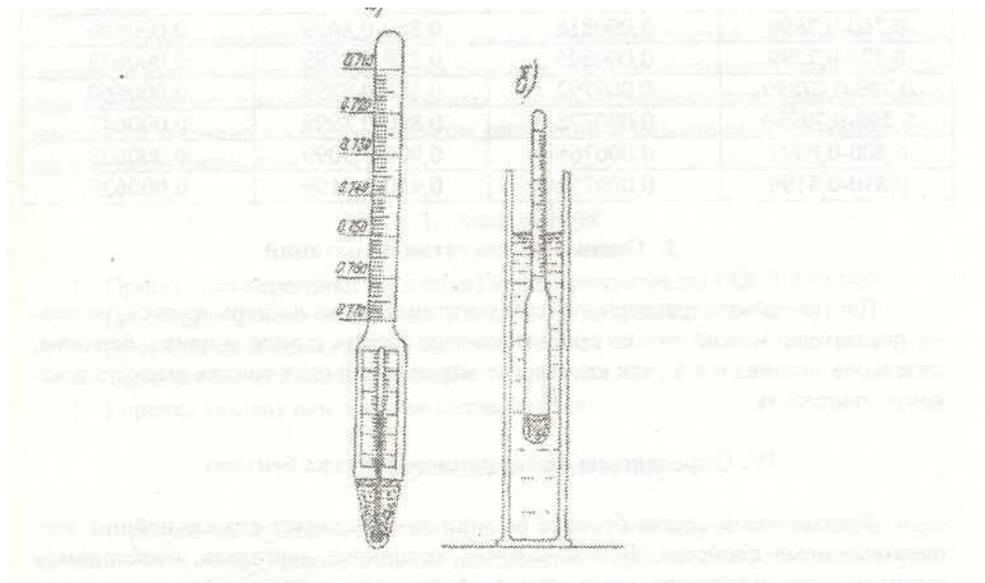


Рис. 2 Определение плотности нефтесимметром.  
 А - нефтесимметр; б - замер плотности топлива

Температура бензина определяется термометром.

Плотность бензина принято указывать при температуре 20°C. Если температура бензина в момент определения его плотности отличалась от указанной, следует ввести температурную поправку.

Температурная поправка определяется по формуле:

$$\rho_{20} = \rho_t + y(t - 20)$$

где  $\rho_{20}$  - плотность при температуре +20°C

$\rho_t$  - плотность при температуре замера,

$t$  - температура бензина в момент замера

$y$  - температурная поправка (табл. 1)

Таблица 1. Средние температурные поправки плотности			
Замерная плотность нефтепродуктов	Температурная поправка на 1 МС	Замеренная плотность нефтепродуктов	Температурная поправка на 1°C
1	2	3	4
0,720-0,7299	0,870	0,820-0,8299	0,738
0,730-0,7399	0,857	0,830-0,8399	0,725
0,740-0,7499	0,844	0,840-0,8499	0,712
0,750-0,7599	0,831	0,850-0,8599	0,699
0,760-0,7699	0,818	0,860-0,8699	0,686
0,770-0,7799	0,805	0,870-0,8799	0,673

1	2	3	4
0,780-0,07899	0,792	0,880-0,8899	0,660
0,790-0,79999	0,778	0,890-0,8999	0,647
0,800-0,8099	0,765	0,900-0,9099	0,633
0,810-0,8199	0,752	0,910-0,9199	0,620

### **3. Оценка результатов испытаний**

Плотность автотракторного топлива стандартами не нормируется, но этому показателю можно только ориентировочно судить о виде топлива: бензины, дизельное топлива и т.д., так как многие марки различных топлив имеют одинаковую плотность.

### **Заключение**

## Лабораторная работа № 3

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИСПАРЯЕМОСТИ БЕНЗИНОВ

Испаряемость бензина во многом определяет его важнейшие эксплуатационные свойства. Легкость пуска холодного двигателя, необходимая интенсивность подогрева впускного трубопровода, мощностные показатели, топливная экономичность, наконец, интенсивность износа двигателя тесно связаны с фракционным составом бензина.

Для оценки испаряемости бензина определяют зависимость количества испарившегося бензина от температуры. Дело в том, что по температурам, при которых перегоняются отдельные фракции бензина можно косвенно судить о давлении насыщенных паров этих фракций. Чем ниже температура перегонки какой-либо фракции, тем выше давление насыщенных паров.

График, показывающий зависимость объема отогнанного топлива (в %) от температуры, называется кривой перегонки. Кривая перегонки дает наглядное представление о фракционном составе топлива.

По характерным точкам на кривой фракционного состава можно приближенного судить о некоторых эксплуатационных качествах бензина.

Например, температура выкипания 10% бензина характеризует его пусковые свойства, в частности, возможность пуска при низких температурах воздуха.

Температура выкипания 50% бензина характеризует необходимую интенсивность подогрева впускного трубопровода, а также скорость прогрева двигателя и возможность более быстрого прекращения обогащения горючей смеси при пуске.

Температура 90% выкипания и конца перегонки достаточно полно характеризует противоизносные свойства бензина, т.к. с повышением этих температур увеличивается количество тяжелых трудно испаряющихся фракций, попадающих в цилиндр в капельножидком состоянии и смывающих масляную пенку с зеркала цилиндров.

#### 1. Аппаратура

1. Прибор для перегонки (разгонки) нефтепродуктов по ГОСТ 1392-63
2. Цилиндры измерительные на 100 и 10 мл по ГОСТ 1770-64
3. Круглодонная колба на 200 мл
4. Термометр с корковой пробкой
5. Горелка газовая или электрическая плитка

## 2. Проведение испытаний

Отмерив измерительным цилиндром 100 мл исследуемого бензина, переливают его в колбу, держа в таком положении, чтобы носок (отводная трубка) был направлен вверх. После заполнения колбы бензином (100 мл) в шейку вставляется термометр так, чтобы ось термометра совпала с осью колбы, а верх ртутного шарика находился бы на уровне нижнего края отводной трубки в месте ее припая, после чего колба ставится на место и закрывается кожухом. Измерительный цилиндр, не высушивая, следует поставить под нижний конец отводной трубки холодильника так, чтобы трубка входила в цилиндр не менее, чем на 25 мм, но не ниже метки 100 мл (см. рис. 3)

После проведения указанных подготовительных операций приступают непосредственно к проведению перегонки.

Перегонка производится в следующем порядке:

1 Включается электроплитка или зажигается газовая горелка. Интенсивность нагрева должна быть такой, чтобы первая капля дистиллята упала из трубки холодильника через 5-10 мин (высота пламени горелки 60-70 мм).

2. Температуру, показанную термометром в момент падения первой капли, условно принимают за температуру начала перегонки

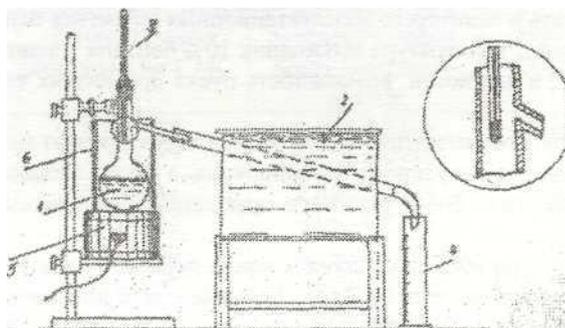


Рис. 3. Прибор для определения фракционного состава бензина

1. Колба с испытуемым топливом. 2 - Холодильник. 3 - Термометр. 4 - Мерный цилиндр. 5 - Электрическая плитка. 6 - Защитный кожух

3. Дальнейшую перегонку ведут со скоростью 4-5 мл/мин, что соответствует 20-25 каплям за 10 секунд. Запись показаний термометра производится через каждые 10 мл перегонки дистиллята.

4. После отгона 90% дистиллята колбы регулируют так, чтобы до конца перегонки прошло 3-5 мин. Перегонку заканчивают, когда ртутный столбик остановится. В этот момент записывают температуру конца перегонки, выключают подогрев, снимают верхний кожух и дают колбе охладиться в течение 5 минут.

5. После остывания колбы из нее вынимают термометр и снимают с прибора. Оставшийся в колбе остаток сливают в измерительный цилиндр на 10 мл и измеряют с точностью до 0.1 мл.

### **3. Обработка результатов**

По результатам перегонки, которые должны быть записаны в виде таблицы, строится график перегонки.

По вертикали откладывается объем дистиллята в %, а по горизонтали - температура. Кривая должна иметь плавный характер и не доходить до 100% на величину остатка в колбе и потерь при перегонке, т.е. практически на 2-3 %.

### **Заключение.**

## Лабораторная работа № 4

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОКТАНОВОГО ЧИСЛА РАСЧЕТНЫМ МЕТОДОМ

Детонационная стойкость бензинов оценивают по октановому числу.

Склонность исследуемого топлива к детонации определяется сравнением с заранее приготовленными топливами, детонационная стойкость которых известна.

Для составления таких топлив, называемых эталонными, применяются два чистых углеводорода: изооктан, детонирующий при высокой степени сжатия, и нормальный гептан, обладающий плохими детонационными свойствами. Он легко детонирует при низких степенях сжатия, и его октановое число принято за 0.

Октановое число - это показатель детонационной стойкости бензина, численно равный процентному содержанию изооктана в смеси его с нормальным гептаном, которая эквивалентна по детонационной стойкости испытываемому бензину.

Оценку детонационных свойств производят на установках с одноцилиндровым двигателем. Степень сжатия которого можно менять от 4 до 10. Эти установки стандартизированы и испытания топлив на них производят в одних и тех же условиях.

Приняты два метода определения октановых чисел автомобильных бензинов: моторный на установках ИТ9-2 и УИТ-65 и исследовательский на установках ИТ9-6 и УИТ-65.

Октановое число топлива может быть подсчитано по формуле (приближению соответствует октановому числу, определенному исследовательским методом)

$$О.Ч. = 120 - 2 \left( \frac{t_{cp} - 58}{5 \rho_{20^0}} \right)$$

$$t_{cp} = \frac{t_{н.р.} + t_{к.р.}}{2}$$

где  $t_{cp}$  - средняя температура разгонки топлива;  $t_{н.р.}$  - температура начала разгонки;  $t_{к.р.}$  - температура конца разгонки топлива;  $\rho_{20^0}$  - плотность топлива при  $20^0\text{C}$

### Заключение

## Лабораторная работа № 5

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПУСКОВЫХ СВОЙСТВ АВТОМОБИЛЬНЫХ БЕНЗИНОВ

**Цель работы:** установить возможность пуска двигателя при минимальной температуре воздуха.

**Задание:**

1. Определить температуру начала кипения и температуру перегонки 10%.
2. Рассчитать минимальную температуру воздуха, при которой возможен пуск двигателя.
3. Установить зависимость предельных температур нагрева бензина  $t_{п}$ , при которых двигатель останавливается вследствие образования паровых пробок, от температуры начала кипения  $t_{н.к.}$  и перегонки 10%  $t_{10\%}$ .

При пуске двигателя бензин во впускной системе должен испаряться настолько, чтобы образовать смесь с воздухом, способную воспламениться от искры. Пусковые свойства бензина тем лучше, чем больше в нем низкокипящих фракций. Установлена следующая эмпирическая зависимость минимальной температуры воздуха  $t_{в}$ , при которой возможен пуск двигателя, от температуры перегонки 10% (об.) бензина  $t_{10\%}$  и температуры начала его перегонки  $t_{н.к.}$ :

$$t_{в} = \frac{0,5t_{10\%} - 50,5 + (t_{н.к.} - 50)}{3} \quad (1)$$

Для выполнения задания необходимо произвести разгонку бензина, отметить температуру начала перегонки и температуру 10%. По формуле (1) вычислить и сделать заключение о минимальной температуре, при которой возможен пуск двигателя

Необходимые приборы:

Установка для перегонки

Перегонная колба

Термометр

Холодильник

Приемник

Нагревательный прибор

Зависимость предельных температур нагрева бензина  $t_{п}$ , при которых двигатель останавливается вследствие образования паровых пробок, от температуры начала кипения  $t_{н.к.}$  и перегонки 10%  $t_{10\%}$  определяется по формулам:

$$t_{п} = 1,85t_{н.к.} - 4$$
$$t_{п} = t_{10\%} + 10$$

Рассчитать предельную температуру, при которой двигатель остановится по данным опыта для различных образцов бензина и дать заключение.

### **Заключение**

## Лабораторная работе № 6

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ВЯЗКОСТИ И ПЛОТНОСТИ ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ

**Цель работы:** определить для каких условий эксплуатации можно рекомендовать данный образец и сделать заключение о качестве смесеобразования

**Задание:** провести анализ опытного образцов, рассчитать величину вязкости.

Подача топлива в цилиндры двигателя, его движение по трубопроводам и распыл зависит от вязкости, т.е. от свойств жидкости, в данном случае топлива, оказывать сопротивление перемещению ее частиц относительно друг друга под влиянием действующих на них сил.

Различают вязкость динамическую, кинематическую и условную.

При практических и теоретических расчетах часто приходится встречаться с кинематической вязкостью, равной отношению динамической вязкости к плотности жидкости при той же температуре.

Единицей кинематической вязкости является  $1 \text{ мм}^2/\text{с}$ .

Вязкость является одной из важнейших характеристик качества дизельного топлива.

Слишком большая вязкость топлива затрудняет прокачиваемость его через фильтры и трубопроводы, а также приводит к плохому распыливанию его при впрыске в цилиндры двигателя.

При применении дизельных топлив с очень малой вязкостью ухудшается смазка топливного насоса и возрастает износ его. Кроме того, увеличивается подтекание через зазоры насоса и форсунки.

Все это привело к ограничению вязкости дизельных топлив и установлению для нее верхнего и нижнего пределов.

Существующие ГОСТы устанавливают эти пределы для каждого сорта дизельного топлива.

**Определение кинематической вязкости.** Кинематическая вязкость обычно определяется в капиллярном вискозиметре. Вискозиметр (рис. 5) представляет собой стеклянную U-образную трубку, в одно колено которой впаян капилляр б. переходящий две расширенные емкости. Вискозиметр заполняется испытуемой жидкостью и помещается в термостат (обычно в стеклянный стакан с водой или какой-либо другой термостатной жидкостью), где и принимает температур)' опыта (например  $20^\circ\text{C}$ ). Испытуемой жидкости дают возможность перетекать из правого колена вискозиметра в левое и с помощью секундомера замеряют время протекания определенного объема жидкости, находящейся между двумя метками А и В нижнего расширения правого колена.

Кинематическая вязкость испытуемой жидкости (в случае ламинарного потока) прямо пропорциональна времени истечения.

$$V_1 = c\tau$$

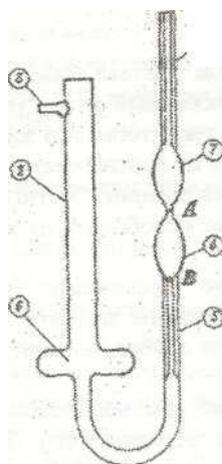


Рис. 5. Капиллярный вискозиметр

где  $c$  - постоянная вискозиметра ( $\frac{мм^2}{сек^2}$ ), зависящая в основном от геометрических размеров прибора. В частности, от длины и диаметра капилляра.

Постоянной вискозиметра называют отношение кинематической вязкости калибровочной жидкости при температуре  $20^\circ C$  к среднему времени ее истечения через капилляр вискозиметра.

$$C = \frac{V_{20мм^2}}{\tau_{сек^2}}$$

## 1. Аппаратура и реактивы

1. Капиллярный вискозиметр
2. Водяной термостат с электроподогревом и мешалкой
3. Секундомер
4. Стаканчик емкостью 50-100 мл
5. Образец дизельного топлива

## 2. Подготовка к испытанию

Для определения вязкости налить из бутылки в открытый сосуд (стаканчик) 30-40 мл испытуемого образца дизельного топлива (не содержащего воды и механических примесей).

Надев на отводную трубку 3 вискозиметра (рис. 5) резиновую трубку длиной 15-20 см, перевернуть вискозиметр и опустить его в узкое колено 1 в сосуд с испытуемым образцом топлива. Зажать большим пальцем правой руки широкое колено 2 и, взяв свободный конец резиновой трубки в рот, засосать образец дизельного топлива так, чтобы оно заполнило без пузырьков и разрывов всю внутреннюю полость от конца колена 1 до метки В. В тот момент, когда уровень топлива (при засасывании) достигнет метку В, повернуть вискозиметр в нормальное положение, освободить от зажатия пальцем широкое колено и снять резиновую трубку.

Надеть на узкое колено 1 резиновую трубку, погрузить вискозиметр в стакан, надеть резиновый манжет на широкое колено 2 и осторожно закрепить его в зажиме штатива, обратив особое внимание на то, чтобы вискозиметр принял вертикальное положение.

При работе с вискозиметром необходимо проявить максимум осторожности, чтобы не сломать и не загрязнить его. Для этого необходимо соблюдать следующие правила:

а) при заполнении, установке и других операциях держать вискозиметр только за одно колено (или широкое, или узкое);

б) надевая или снимая резиновую трубку, держать вискозиметр за то колено, на которое надевается или с которого снимается эта трубка;

в) не допускать попадания в вискозиметр воздуха;

г) не затягивать чрезмерно сильно зажим при закреплении вискозиметра в штативе.

Установить и поддерживать в термостате необходимую для испытания температуру  $20 \pm 0,1$  С. Контроль температуры вести по термометру с ценой деления шкалы  $0,1^\circ\text{C}$ .

При нагреве жидкости в термостате до заданной температуры необходимо избегать перегрева ее, что достигается медленным нагреванием стакана, начиная с того момента, когда температура на  $3-5^\circ\text{C}$  ниже заданной.

Выдержать вискозиметр с дизельным топливом при температуре испытания в течение 10 мин.

## 3. Проведение испытания

1. Медленно засосать дизельное топливо, находящееся во время термостатирования в расширении 6, в узкое колено немного выше метки А (см. рис. 5), следя за тем, чтобы в капилляре 5 и в расширении 4 не образовалось пузырьков воздуха и разрывов жидкости.

Наблюдая за спусканием жидкости в расширении; пустить секундомер в момент прохождения уровня жидкости через метку А.

Записав время истечения, отмеченное секундомеров, с точностью до 0,2 сек. повторить опыт не менее двух раз, чтобы получить три замера, отличающихся друг от друга не более чем на 0,5%.

2. Вычислить кинематическую вязкость испытуемого дизельного топлива при температуре испытания по формуле  $\nu = ct$ . Постоянную вискозиметра С взять из паспорта на вискозиметр значение  $t$  берется как среднеарифметическое из трех отсчетов времени истечения испытуемого топлива.

Результаты вычисления выразить в мм /сек и округлить, оставив три значащие цифры (например 0,835; 0,883).

## **II. Определение плотности дизельного топлива**

Производится также как и для бензинов

## **IV. Заключение**

Данные полученные при выполнении работы — вязкость, плотность, цетановое число (приблизительно подсчитанное по формуле), сравнивается с нормами ГОСТ на дизельные топлива и дается заключение на соответствие или несоответствие испытуемого образца дизельного топлива нормам ГОСТ. (Отклонение цетанового числа в сторону понижения - не допускается).

## Лабораторная работа № 7

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОСПЛАМЕНЯЕМОСТИ ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ

**Цель работы:** установить соответствие данного образца на воспламеняемость требованиям ГОСТ

**Задание:** определить цетановое число расчетным путем.

Принцип определения цетанового числа топлива состоит в том, что на установке при строго стандартных условиях сравнивают воспламеняемость топлива с воспламеняемостью эталонных смесей.

Существует несколько методов определения цетанового числа для топлив.

Цетановое число топлива приближенно может быть подсчитано по формуле (отличается от действительного на 2-3 ед.).

$$Ц.ч. = \nu_{20} + 17,8 \left( \frac{1,5879}{\rho_{20}} \right)$$

где  $\nu_{20}$  - вязкость топлива при 20°C;  $\rho_{20}$  - плотность топлива при 20°C.

Имеются более точные формулы, дополнительно учитывающие влияния фракционного состава топлива.

Таблица

Цетановые числа различных продуктов

Группа соединений	Наименование	Цетановое число
1	2	3
Парафины	Гептан	56,3
	Октан	63,8
	Гексадекан (цетан)	100
	Октадекан	102,5
Олефины	1-октен	40,5
	1-гексадецен (цетен)	84,2
	1-октодецен	90,0
Нафтены	Метилциклогексан	20,0
	Декалин	42,1
Ароматические углеводороды	$\alpha$ -метилнафталин	0
	Толуол	0
Нафтеновые фракции	140...160°C	30
	250...270°C	60
	330...350°C	68

1	2	3
Кислородсодержащие соединения	Метанол	3
	Этанол	8
	Метилтретбутиловый эфир	1,5

Замечено, что тем выше детонационная стойкость (октановое число) продукта, тем ниже его воспламеняемость (цетановое число) (табл.) Например, цетановое число современных высокооктановых бензинов составляет всего 10...20 ед., а в связи, с чем добавление бензинов к дизельным топливам всегда ухудшает их воспламеняемость. На этом основании получена следующая эмпирическая зависимость цетанового числа топлива от величины его октанового числа

$$Ц.Ч. = 60 - 0,5О.Ч.$$

### **Заключение**

## Лабораторная работа № 8

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ АКТИВНОЙ СЕРЫ

**Цель работы:** определить коррозионную активность дизельного топлива

**Задача:** провести перегонку образца и качественно оценить присутствие серы.

Некоторые соединения серы, вызывающие особенно сильную коррозию металлов и в частности меди и ее сплавов, в топливах не допускается. Эти соединения условно называют активной серой.

К активной сере относятся - элементарная сера  $S_2$ , меркаптаны (соединения в виде  $RSH$ ) и сероводородов  $H_2S$ .

Требования ГОСТ предусматривают полное отсутствие активной серы.

Проверка топлива на отсутствие в нем активной серы производится методом испытания на медную пластинку.

Приняты два метода испытания топлив на медную пластинку - стандартный и ускоренный.

По стандартному методу испытание длится 3 часа при температуре  $+50^\circ C$ , при ускоренном методе - 18 мин, при температуре  $100^\circ C$ .

Ниже приводится описание ускоренного метода, дающего вполне надежные результаты..

При наличии активной серы медная пластинка покрывается темным налетом (от серо-стального до черного цвета в зависимости от содержания активной серы). В этом случае топливо бракуется и к эксплуатации не допускается.

#### 1. Аппаратура и реактивы

1. Колба коническая емкостью 250 мл
2. Обратный холодильник
3. Водяная баня
4. Пластинки размером  $40 \times 10 \times 2$  из электролитической меди
5. Газовая горелка или электроплитка

#### 2. Проведение испытаний

Испытуемое топливо заливают (на высоту 20-25 мм) в небольшую коническую колбу и в последней подвешивают на медной проволочке тщательно отшлифованную пластинку ( $40 \times 10 \times 2$  мм) из электролитической меди так, чтобы пластинка была погружена в топливо приблизительно на половину ее высоты (см. рис, 4 ). Дотрагиваться руками до пластинки при подготовке ее и опускании в колбу нельзя.

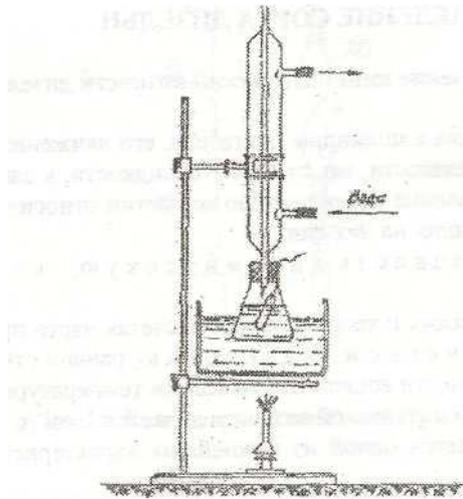


Рис. 4. Содержание активной серы (проба на медную пластинку)

Колбу закрывают корковой пробкой с вмонтированным в ней обратным холодильником, охлаждаемым проточной водой и опускают точно на 18 мин в кипящую водяную баню ( $100^{\circ}\text{C}$ ).

При прошествии 18 мин колбу быстро вынимают из бани, медную пластинку извлекают и тщательно осматривают.

Если на пластинке появились черные, бурые, коричневые или серые пятна и налет, топливо считается не выдержавшим испытание и бракуется. При всех других изменениях цвета (порозовение и т.п.) или при отсутствии изменения цвета пластинки топливо считается выдержавшим испытание .

### 3. Заключение

## Лабораторная работа № 9

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СВОЙСТВ

Низкотемпературные свойства дизельных топлив оцениваются температурой помутнения и температурой застывания.

**Температура помутнения дизельного топлива** - это та температура, при охлаждении до которой оно теряет свою прозрачность, вследствие выделившихся микрокристаллов парафина, церезина или льда. При этом помутнение из-за образовавшихся микрокристаллов льда начинается при температуре немного ниже  $0^{\circ}\text{C}$ , в то время как парафины и церезины могут давать помутнение и при более низких температурах.

Температуру помутнения, образование кристаллов и температуру замерзания определяют прибором, показанном на рис. 6

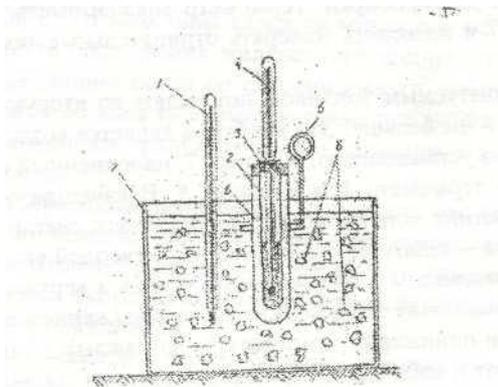


Рис. 6. Прибор для определения температуры застывания

- |                |                       |
|----------------|-----------------------|
| 1 – термометр; | 2 – пробирка;         |
| 3 – пробирка;  | 4 – термометр;        |
| 5 – мешалка;   | 6 – пробирка;         |
| 7 – стакан     | 8 – охлаждающая смесь |

Застывание топлива практически означает невозможность его использования при данной температуре не только для питания двигателя, но для перекачивания из одного резервуара в другой.

Потеря подвижности дизельного топлива характеризуется температурой застывания. Она зависит от состава топлива и от содержания в нем парафиновых углеводородов с большим молекулярным весом. Температура застывания является важнейшим показателем дизельного топлива и определяет возможность его использования при данной температуре воздуха.

Для хорошего качества топлива требуется, чтобы разница между температурными помутнения и застывания была возможно меньше, не более  $4 - 6^{\circ}$ . Чем больше эта разница, тем ниже эксплуатационные свойства топлива.

Температурой застывания называется температура, при которой нефтепродукт полностью теряет подвижность.

## ***Порядок проведения работы***

1. В стеклянную пробирку 2, диаметром 25 - 30 мм, наливают испытуемое топливо на высоту 35 - 45 мм. Топливо перед испытанием должно быть обезвожено, если в нем содержится вода, то помутнение начинается около нуля из-за малейших кристаллов льда.

2. Пробирку с топливом закрывают корковой пробкой 3, в которую вставлен термометр 4, ртутный шарик термометра помещают в испытуемое топливо на высоте 15 - 20 мм от дна пробирки. Термометр должен иметь цену деления не больше, чем через  $1^{\circ}$  и позволять измерять отрицательные температуры до 20 - 30°C.

3. Пробирку с испытуемым топливом помещают во вторую пробирку 6, диаметр которой на 5 - 7 мм больше. Эта пробирка является воздушной ванной для первой пробирки, его устанавливают в стакан 7, наполненный смесью, в которую опущены второй термометр 1 и мешалка 5. В качестве охлаждающей смеси при испытании летних топлив можно использовать снег и поваренную соль, а для зимних сортов - денатурированный спирт с твердой углекислотой.

4. Пробирку устанавливают в охлаждающую смесь в вертикальном положении и непрерывно помешивая топливо, следят за понижением ее температуры. Начиная от  $+10^{\circ}$ , при понижении температуры на каждые  $5^{\circ}$ , пробирку быстро вынимают, вытирают и наблюдают, нет ли помутнения топлива. Помутнение лучше наблюдать в приборе с зеркальным отражением света.

При проведении опыта постепенно понижают температуру охлаждающей смеси, добавляя в снег поваренную соль и интенсивно помешивая смесь.

5. Определив температуру помутнения, проверяют температуру застывания. Для этого пробирку с испытуемым топливом помещают в охлаждающую смесь. При определении температуры застывания топливо не перемешивают, поэтому мешалку вынимают из топлива; когда пробирку, не вынимая из стакана 7, наклоняют под углом  $45^{\circ}$ , смотрят, нет ли смещения уровня испытуемого топлива. Если мениск не сместился, то топливо застыло. И эту температуру записывают как температуру застывания.

## **Заключение**

## Лабораторная работа № 10

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВОДЫ В ДИЗЕЛЬНОМ ТОПЛИВЕ

Для проведения опыта исследуемую пробу (100 мл) переливают в колбу, перемешивают, вращая колбу, туда же добавляют несколько кусочков пористого вещества (пемза, фарфор) для равномерного кипения жидкости во время нагревания (рис. 5).

К колбе 1 плотно прикрепляют приемник – ловушку 2, которую соединяют с холодильником 3.

Отросток ловушки градуирован на 10 мл, причем от 0 до 1 мл деления нанесены через 0,05 мл, а от 1 до 10 мл – через 0,2 мл.

Собрав прибор и пустив тонкой струей воду через холодильник 3, приступают к нагреванию колбы электроплиткой или кольцевой газовой горелкой

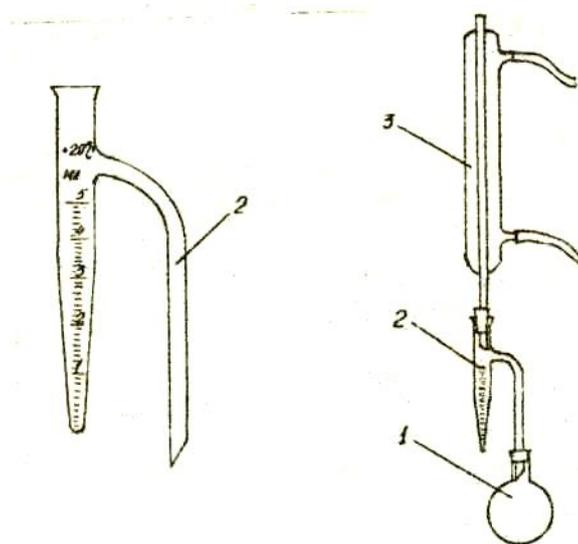


Рис. 5 Прибор Дина и Старка для определения воды в нефтепродуктах  
1 – колбы, 2 – приемник-ловушка; 3 – холодильник

#### *Порядок проведения работы*

1. Когда температура достигнет около  $100^{\circ}\text{C}$ , содержимое колбы начинает кипеть и выделяются пары топлива и воды, которые поднимаются по отводной трубке ловушки в холодильник, где конденсируются и в виде жидкости стекают по трубе холодильника в приемник, при этом вода, как более тяжелая по удельному весу, собирается в нижней части ловушки 2. Нагревание колбы регулируют так, чтобы с конца трубки холодильника в ловушку падало от 2 до 4 капель в секунду. Постепенно вода накапливается в нижней части приемника, сверху отбирается топливо, оно доходит до отводной трубки, стекает обратно в колбу.

2. Процесс нагревания и перегонки продолжают до тех пор, пока объем воды в приемнике не перестанет увеличиваться. Затем несколько усиливают нагревание и, если в течение 5 минут уровень воды не увеличивается, опыт заканчивается.

3. Если к концу перегонки в трубке холодильника соберутся капли воды, их сталкивают в ловушку стеклянной палочкой с резиновым наконечником.

4. Охладив колбу, определяют количество воды, собравшееся в приемнике-ловушке, и подсчитывают влагу в процентах от объема и веса нефтепродукта. Если количество воды меньше половины нижнего деления (0,025 мл), то его принимают как следы влаги.

5. Содержание воды в процентах от объема нефтепродуктов определяют по формуле:

$$W = \frac{b100}{\Phi}, \%$$

где  $b$  – содержание воды в приемнике-ловушке (мл);

$\Phi$  – количество взятого нефтепродукта (мл)

Содержание воды в процентах от веса нефтепродукта определяют по формуле:

$$W = \frac{bd_b 100}{\Phi d_M}, \%$$

где:  $d_b$  – плотность воды;

$d_M$  – плотность нефтепродукта

## **Заключение**

## Лабораторная работа № 11

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ФИЛЬТРАЦИИ

Фильтруемостью дизельного топлива называется общее содержание в топливе фактических смол, механических примесей, нафтеновых кислот и других нежелательных компонентов в топливе, ухудшающих работу фильтров тонкой очистки.

При определении коэффициента фильтруемости дизельного топлива применяется (ГОСТ 1742-79) прибор для определения коэффициента фильтруемости (рис. 6)

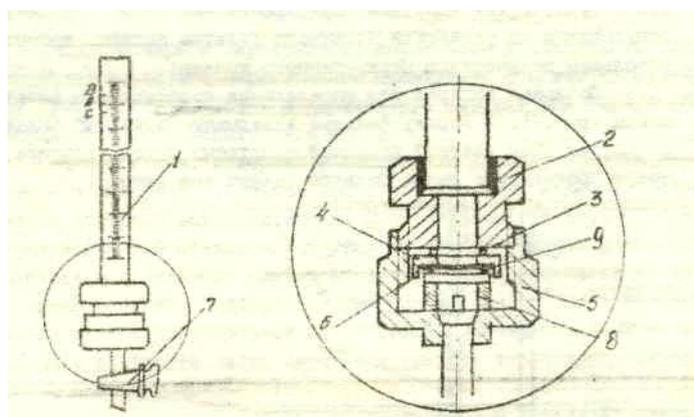


Рис. 6 Прибор для определения коэффициента фильтруемости  
1 – трубка стеклянная градуированная; 2 – оправка металлическая; 3 и 9 – кольца резиновые (прокладки); 4 – оправка фильтра; 5 – корпус; 6 – фильтр;  
7 – кран стеклянный; 8 – седло фильтра

В металлическую оправку укрепляют стеклянную градуированную трубку, отрезанную от бюретки, с нанесением рисками А и В, ограничивающимся объемом в 2 см<sup>3</sup>. Допускается применять градуированную трубку диаметром 13 – 14 мм с расширением в верхней части для заполнения топливом. Конец трубки устанавливают в металлическую оправку и герметизируют наполнителем (эпоксидной смолой и др.) стойким к испытуемому топливу. Одноходовой кран А-2,5 устанавливают в оправку фильтрующего устройства и герметизируют наполнителем.

Для определения коэффициента фильтруемости топлива пробу тщательно перемешивают в течение 2 – 3 мин и 250 мл перемешанной пробы помещают в стеклянную посуду, предварительно промытую и просушенную.

Детали аппарата промывают бензином или петролейным эфиром и сушат сухим воздухом. При проведении серии определений допускается до установки бумажного фильтра аппарат промывать небольшим количеством перемешанного топлива.

Собирают аппарат для определения коэффициента фильтруемости (рис. 7). В оправу фильтра вкладывают бумажный фильтр диаметром 17 мм светлой стороной навстречу потоку топлива, резиновую прокладку и седло фильтра (насечками вверх).

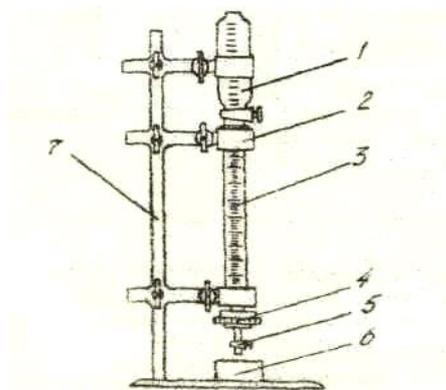


Рис. 7 Общи вид установки

1 – воронка стеклянная; 2 – зажим для крепления прибора; 3 – трубка стеклянная градуированная; 4 – корпус прибора; 5 – кран стеклянный;  
5 – стакан стеклянный; 7 – штатив

Собранную оправу фильтра устанавливают в корпусе аппарата седлом вниз, после этого на оправу фильтра укладывают второе резиновое кольцо.

Корпус аппарата с фильтрующим устройством и укрепленной в нем градуированной стеклянной трубкой соединяют между собой резиновым соединением.

Собранный прибор и стеклянную воронку вертикально зажимают в штативе.

Под прибором устанавливают стакан для отбора отфильтрованного топлива.

Перед испытанием пробу топлива выдерживают 15 мин при температуре испытания.

### ***Порядок проведения работы***

Кран аппарата перекрывают, после чего в стеклянную трубку наливают тщательно перемешанное испытуемое топливо на 0,3 – 0,5 см<sup>3</sup> выше метки В. Затем в делительную воронку или мерную колбу заливают 45 см<sup>3</sup> испытуемого топлива.

После 2 мин выдержки и достижения уровнем топлива верхней метки в аппарате открывают кран, одновременно включают секундомер и замеряют время истечения 2 см<sup>3</sup> топлива от верхней метки градуированной стеклянной трубки до нижней. Не прекращая фильтрации в стеклянную трубку аппарата доливают топливо из делительной воронки, поддерживая уровень на 2 – 3 см<sup>3</sup> выше верхней метки ручной регулировкой или с помощью колбы опроки-

нутой в расширение в верхней части бюретки и уровень топлива опустится от метки В до А ( $\tau - 2$ ).

За коэффициент фильтруемости топлива  $K$  принимают отношение времени фильтрации в секундах последних  $2 \text{ см}^3$  топлива ( $\tau_2$ ) ко времени фильтрации первых  $2 \text{ см}^3$  топлива ( $\tau_1$ ).

$$K = \frac{\tau_2}{\tau_1}$$

Время фильтрации измеряют с погрешностью не более 1 сек.

За результат испытания принимают среднеарифметическое значение двух параллельных определений, допускаемое расхождение между которыми не должно превышать 10% от величины меньшего результата.

### **Заключение**



