

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Казанский государственный аграрный университет»

Институт механизации и технического сервиса

Кафедра «Тракторы, автомобили и энергетические установки»

## ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ (часть 1)

Практикум для выполнения лабораторных и самостоятельных работ по дисциплинам «Эксплуатационные материалы», «Контроль эксплуатационных материалов», «Топливо и смазочные материалы» для студентов очной и заочной формы обучения по направлениям подготовки:  
35.03.06 - «Агроинженерия»,  
23.03.03 - «Эксплуатация транспортно -  
технологических машин и комплексов» и  
23.05.01 – «Наземные транспортно-технологические средства»

Казань, 2017

УДК [62-61/64+621.89]  
ББКМ 40.72

Составители: Нурмиев А.А., Хафизов Р.Н.

Рецензенты:

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Техносферная безопасность» Гаязиев И.Н.

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Дорожно-строительные машины» КГАСУ Земдыханов М.М.

Практикум для выполнения лабораторных и самостоятельных работ по дисциплинам «Эксплуатационные материалы», «Контроль эксплуатационных материалов», «Топливо и смазочные материалы», обсуждены и рекомендованы к печати на заседании кафедры «Тракторы, автомобили и энергетические установки» Казанский ГАУ (протокол №4 от 05.12.2016 года) и на заседании методической комиссии Института механизации и технического сервиса Казанского государственного аграрного университета (протокол №4 от 12.12.2016г).

Нурмиев А.А., Хафизов Р.Н. Эксплуатационные материалы. Часть 1: - Лабораторный практикум. / А.А. Нурмиев, Р.Н.Хафизов - Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2017. – 64 с.

Лабораторный практикум предназначен для выполнения лабораторных и самостоятельных работ по дисциплинам «Эксплуатационные материалы», «Контроль эксплуатационных материалов», «Топливо и смазочные материалы» и способствуют формированию компетенций для направлений подготовки: 35.03.06 «Агроинженерия», 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», 20.03.01 «Техносферная безопасность» и 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства».

УДК [62-61/64+621.89]  
ББКМ 40.72

©Казанский государственный аграрный университет, 2017г.

## СОДЕРЖАНИЕ

Общие методические указания для выполнения лабораторных работ...	4
Краткая инструкция по технике безопасности.....	4
Основные противопожарные мероприятия.....	5
Лабораторная работа №1. Тема: Определение плотности и кинематической вязкости нефтепродуктов.....	7
Лабораторная работа №2. Тема: Определение температуры вспышки дизельного топлива в закрытом тигле.....	16
Лабораторная работа №3. Тема: Определение содержания серы в дизельном топливе.....	20
Лабораторная работа №4. Тема: Определение температуры вспышки моторных масел в открытом тигле.....	28
Лабораторная работа №5. Тема: Определение числа пенетрации пластичных смазок.....	30
Лабораторная работа №6. Тема: Определение условной вязкости и индекса вязкости ИВ.....	34
Лабораторная работа №7. Тема: Исследование качества низкозамерзающих охлаждающих жидкостей.....	39
Лабораторная работа №8. Тема: Исследование качества тормозных жидкостей.....	47
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	52
ЛИТЕРАТУРА.....	63

## **Общие методические указания для выполнения лабораторных работ**

При подготовке к лабораторным работам рекомендуется придерживаться следующего плана:

1. Перед началом лабораторной работы студент должен детально ознакомиться с правилами работы в лаборатории и техникой безопасности.

2. Прочитать название работы, основные теоретические положения и порядок выполнения работы. Выяснить **смысл всех непонятных слов, терминов и определений**.

3. Ознакомиться с **требованиями ГОСТ** на исследуемый показатель качества топливо-смазочных материалов.

4. Продумать, какой **вывод** следует сделать по результатам полученных экспериментальных данных.

Перед началом работы преподаватель в краткой беседе выясняет степень подготовленности студента к лабораторным занятиям.

Во время проведения лабораторных работ по определению физико-химических показателей топлива, масел и специальных жидкостей приходится иметь дело с открытым огнем, нагревательными приборами, ядовитыми и огнеопасными веществами, хрупкими стеклянными приборами и оборудованием. Во избежание несчастных случаев при нахождении в лаборатории и при выполнении лабораторных работ следует строго соблюдать правила техники безопасности и противопожарные меры.

В протоколе должны быть записаны: тема занятий, ход выполнения работы, схема лабораторной установки. В процессе работы в протокол заносятся результаты наблюдений.

После окончания работы студент показывает преподавателю полученные им опытным путем результаты и сделанные из них выводы.

### **Краткая инструкция по технике безопасности**

В лаборатории студенты имеют дело с **легковоспламеняющимися, горючими и токсическими жидкостями**.

К первым относятся бензины и другие нефтепродукты и растворители. Ко второй группе относятся керосины, дизельные топлива и некоторые тормозные жидкости. Токсическими являются различные ароматические углеводороды, антифриз и тормозные жидкости.

Поэтому главной опасностью при работах в данной лаборатории является пожарная опасность, а также возможность отравления парами токсических веществ или от попадания их в пищевой тракт.

Категорически запрещается без преподавателя проводить опыты самостоятельно.

На рабочем столе не должно быть химической посуды или приборов, не имеющих отношения к выполнению лабораторной работы, а портфели, сумки и другие личные вещи студентов должны быть сложены в указанном учебным мастером месте.

Все образцы нефтепродуктов, подлежащие испытанию, должны находиться в лаборатории в стеклянной или пластмассовой посуде с плотно закрывающимися пробками или кранами.

Во избежание ожога при работе с нагревательными приборами нельзя прикасаться или брать нагретые приборы и посуду голыми руками. Особенно внимательно надо относиться к нагретым нефтепродуктам (моторные и трансмиссионные масла, глицерин и т.д.), так как температура их может быть выше 200°C, а по внешним признакам это трудно заметить. Нагретые фарфоровые или металлические тигли берут специальными щипцами, а пробирки - держателями.

В случае теплового ожога необходимо обожженное место немедленно протереть ватой, смоченной в растворе марганцовокислого калия или в этиловом спирте.

Сильно ядовитыми веществами являются также этиленгликоль и все материалы, содержащие его (антифриз, тормозная жидкость и т.п.). Поэтому при работе со специальными жидкостями на этиленгликолевой основе надо остерегаться попадания их в пищевой тракт и на слизистые оболочки лица. После работы с этими жидкостями надо тщательно вымыть руки с мылом.

При мойке, сборке и разборке стеклянных приборов и посуды необходима особая осторожность, нельзя прилагать излишних усилий при закрывании пробок или надевании резиновых трубок, так как это может привести к разрушению стеклянных изделий и порезам рук осколками. При порезах необходимо быстро удалить осколки из раны, протереть кожу вокруг раны ватой, смоченной йодом, наложить на рану стерильную салфетку и забинтовать.

### **Основные противопожарные мероприятия**

При выполнении лабораторных работ с топливом и смазочными материалами важное значение имеет обязательное и точное соблюдение правил противопожарных мероприятий в связи с тем, что работы проводятся с легковоспламеняющимися горючими веществами, обладающими большой летучестью паров и низкой температурой вспышки.

К работе и занятиям допускаются студенты, прослушавшие инструктаж по технике безопасности и ознакомленные с основами противопожарных мероприятий.

Рабочие столы, шкафы и подоконники в лаборатории нельзя загромождать бутылками, банками и другой посудой с нефтепродуктами.

Образцы и пробы нефтепродуктов следует готовить для испытания при выключенных приборах или вдали от них.

Не разрешается оставлять нагреваемые нефтепродукты без надзора даже на короткое время.

Запрещается хождение в лаборатории с открытым огнем и курение.

Легковоспламеняющиеся нефтепродукты нагревают на электронагревательных приборах с закрытой спиралью, на песочной или водяной бане. Не допускается держать посуду с горючими веществами над

газовой горелкой без асбестовой прокладки или сетки.

В лаборатории запрещается находиться и проводить работы в одежде, пропитанной нефтепродуктами.

При воспламенении горючей жидкости на рабочем месте необходимо немедленно выключить нагревательные приборы, которые находятся вблизи места горения. Горящее пламя следует накрыть кошмой, одеялом или другими предметами или засыпать слоем сухого песка, или залить горящую поверхность жидкости слоем пены из огнетушителя.

Если нефтепродукт воспламенился в открытом сосуде, то категорически запрещается толкать или передвигать этот сосуд. Необходимо быстро накрыть его асбестом, листом жести, кошмой, одеялом, но очень осторожно, чтобы не опрокинуть.

Для прекращения растекания горячей жидкости по столу или по полу необходимо быстро вокруг нее насыпать валик из песка, а затем уже тушить пламя.

Если загорится одежда, то на пострадавшего необходимо накинуть кошму, одеяло, халат и т.п. Потушив огонь, надо разрезать и осторожно снять одежду, а обожженные места сразу же обработать.

После выполнения лабораторной работы необходимо убрать за собой рабочее место: выключить электронагревательные приборы, закрыть водопроводные краны, потушить горелки и лампы, закрыть пробками емкости с остатками нефтепродуктов.

Использованные пробы нефтепродуктов и других жидкостей нельзя сливать в раковины: в сифонах раковин эти продукты скапливаются и могут послужить причиной взрыва и травм.

При воспламенении испытуемых проб вне приборов пламя следует тушить струей углекислоты из углекислотного огнетушителя или засыпать очаг пламени песком. Нельзя тушить пенным огнетушителем электроприборы, находящиеся под напряжением: пена электропроводна, и ток может поразить человека, тушащего пожар. Если загорелась одежда, не бежать, а гасить пламя обертыванием полотенцем или одеялом.

## Лабораторная работа №1

### Тема: Определение плотности и кинематической вязкости нефтепродуктов.

**Цель работы.** Определение плотности и кинематической вязкости нефтепродуктов; ознакомление приборами и методикой проведения испытаний.

#### Оборудование и приборы.

1. Нефтеденсиметр;
2. Вискозиметр;
3. Мерный цилиндр;
4. Секундомер;
5. Штатив.

#### Теоретическая часть.

Плотность принадлежит к числу наиболее распространенных показателей, определяемых для нефтепродуктов.

Абсолютная плотность вещества - это количество массы в единице объема. В системе СИ плотность выражается в  $\text{кг}/\text{м}^3$ . За единицу плотности принимается масса  $1\text{м}^3$  дистиллированной воды при температуре  $4^\circ\text{C}$ .

Относительная плотность - это безразмерная величина, отношение массы нефти или нефтепродукта при температуре определения к массе такого же объема дистиллированной воды при  $4^\circ\text{C}$ . Так как плотность воды равна единицы, то численные значения относительной и абсолютной плотности совпадают.

Относительную плотность обозначают  $\rho_4^t$ .

Методы определения плотности:

В России стандартизированы 2 метода определения плотности: ареометрический и пикнометрический (ГОСТ 3900-85 - ГОСТ Р 51069).

1. Ареометрический метод. Сущность метода заключается в погружении ареометра в испытуемый нефтепродукт, снятии показаний по шкале ареометра при температуре определения и пересчете результатов на плотность при температуре  $20^\circ\text{C}$ .

2. Пикнометрический метод. Метод применяется для определения плотности всех нефтепродуктов. Сущность метода в определении относительной плотности нефтепродуктов - отношении массы испытуемого продукта к массе воды, взятой в том же объеме и при той же температуре. Т.к. за единицу массы принимается масса  $1\text{см}^3$  воды, то плотность, выраженная в  $\text{г}/\text{см}^3$ , будет численно равна плотности по отношению к воде при  $4^\circ\text{C}$ .

В США стандартизирован метод определения плотности жидких нефтепродуктов ареометром для нефти по ASTM 1298-90; ASTM D 5002 «Стандартный метод определения плотности и относительной плотности, сырых нефтей цифровым плотномером». Принцип определения плотности основан на измерения частоты осцилляции U-образной трубки. Частотно-резонансный принцип измерения плотности жидкостей - самый точный и

быстрый метод на сегодняшний день. При введении анализируемого образца нефти в осцилляционную трубку изменяется частота колебаний, по которой с учетом калибровочных данных определяется плотность.

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  $\rho^{20}_4$ . Здесь цифра 20 указывает, что плотность нефтепродукта относится к нормальной температуре 20°C, а цифра 4 обозначает, что плотность нефтепродукта относят к плотности воды при 4°C, принятой за единицу.

Относительная плотность автомобильных бензинов колеблется в пределах 0,69...0,75; дизельного топлива 0,82...0,86; керосина 0,750...0,780; мазута ~ 0,950, а абсолютная плотность этих видов топлива в системе СИ соответственно 690...750 кг/м<sup>3</sup>; 820... 860 кг/м<sup>3</sup>; 750...780 кг/м<sup>3</sup>; ~ 950 кг/м<sup>3</sup>.

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.

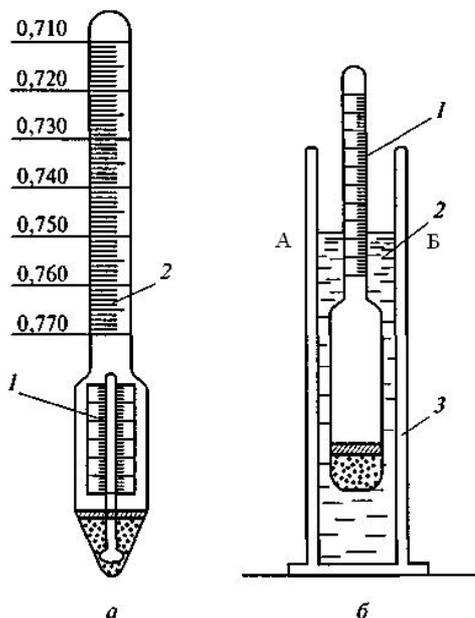
Плотность нефтепродуктов определяют с помощью ареометров (нефтеденсиметров), гидростатических весов Вестфalia и пикнометров. В практике работы обычно используют нефтеденсиметры.

Нефтеденсиметр представляет собой стеклянный пустотелый поплавок, внизу которого находится балласт, а сверху - тонкая трубка со шкалой. Некоторые нефтеденсиметры снабжены внутренним термометром. На рисунке 1 показан прибор для определения плотности нефтепродуктов.

Весы с одной призмой и коромыслом, имеющим на одном плече поплавок в жидкой среде, а на другом - противовес, получили название гидростатических, или весов Мора - Вестфalia (рис. 2). Их применяют в основном для определения плотности жидких и твердых веществ.

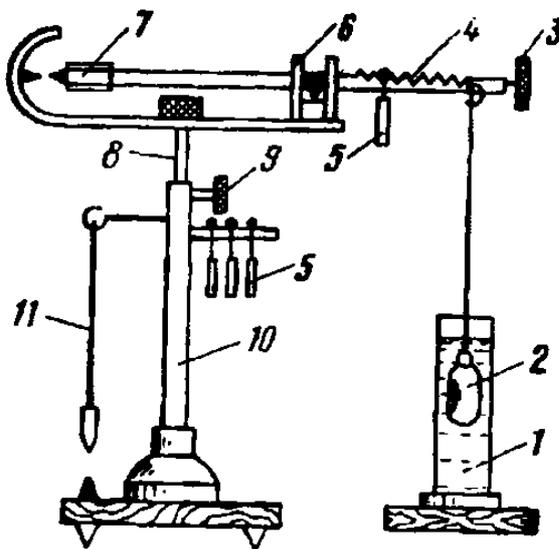
Коромысло 4 таких весов представляет собой неравноплечий рычаг, опирающийся своей призмой на подушку в вилке 6. На правом конце коромысла находится крючок, к которому на тонкой проволоке (диаметр не более 0,1 мм, платина, константан) подвешен стеклянный поплавок 2. На левом конце коромысла помещен противовес 7 с острием-указателем равновесия. Если поплавок не имеет встроенного термометра, то в цилиндр 1 с жидкостью опускают термометр в металлической гильзе, крепящейся к верхнему краю цилиндра. Правая часть коромысла имеет углубления, в которые навешиваются гири-рейтеры 5. Две большие одинаковые гири

имеют массу, равную массе воды, вытесняемой поплавком при 20°C. Масса малых гирь в 10, 100 и 1000 раз меньше массы больших рейтеров. Поплавок, гири и цилиндр составляют единый комплект гидростатических весов. При замене поплавка и гири у конкретных весов, их снова следует прокалибровать.



а - ареометром: 1- шкала термометра; 2 - шкала плотности ( $\rho$ , г/см<sup>3</sup>);  
б - нефтенденсиметром: 1- нефтенденсиметр; 2- бензин; 3- цилиндр.

Рисунок 1 - Определение плотности бензина.

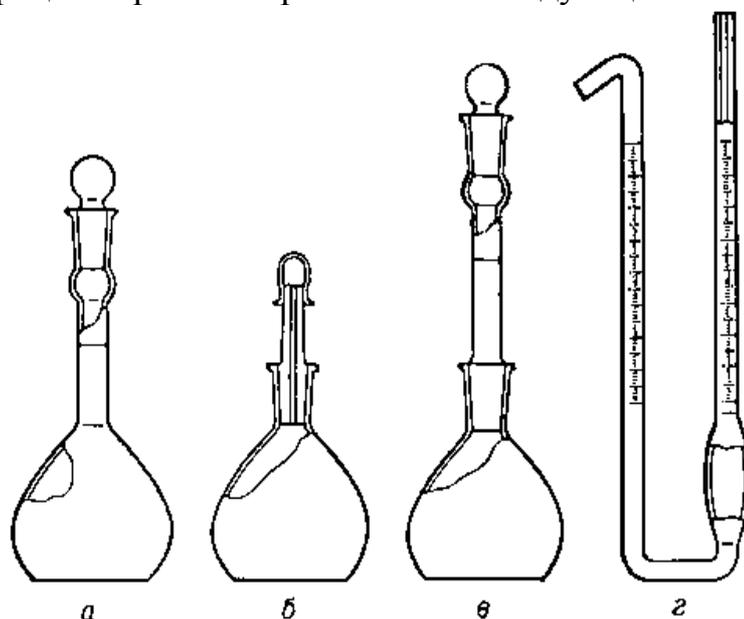


1 - цилиндр с исследуемой жидкостью; 2 - стеклянный поплавок;  
3 - регулировочный винт; 4 - неравноплечее коромысло; 5 - рейтеры; 6 - вилка коромысла с призмой и подушкой; 7 - противовес; 8 - выдвижной стержень;  
9 - стопорный винт-арретир; 10 - стойка весов; 11 - отвес

Рисунок 2 - Гидростатические весы Мора – Вестфalia.

Пикнометр - (от греч. *ρυκνός* - плотный и *μετρ*) стеклянный сосуд специальной формы и определённой вместимости, применяемый для измерения плотности веществ в газообразном, жидком и твёрдом состояниях. Измерение плотности пикнометром основано на взвешивании находящегося

в нём вещества (обычно в жидком состоянии), заполняющего прибор до метки на горловине или до верхнего края капилляра, что соответствует номинальной вместимости пикнометра (рис. 3). Измерение объёма значительно упрощается, если вместо одной метки у пикнометра имеется шкала (рис. 3, г). Очень удобен в работе пикнометр с боковой капиллярной трубкой, у которой пробкой служит тело термометра (рис. 4). Плотность твёрдых тел определяют, погружая их в пикнометр с жидкостью. Для измерения плотности газов применяют пикнометр специальной формы (шаровидные и др.). Основные достоинства пикнометрического метода определения плотности: высокая точность измерений (до  $10^{-5}$  г/см<sup>3</sup>); возможность использования малых количеств вещества (0,5...100 см<sup>3</sup>); малая площадь свободной поверхности жидкости в пикнометре что практически исключает испарение жидкости и поглощение влаги из воздуха; раздельное проведение операций термостатирования и последующего взвешивания.



- а- колбообразный с меткой и глухой притёртой пробкой (для жидкостей);  
 б- колбообразный с капиллярным отверстием в пробке (для жидкостей);  
 в- колбообразный со съёмной горловиной (для твёрдых веществ); г- U-образный капиллярный (для летучих жидкостей).

Рисунок 3 - Пикнометры по ГОСТу 7465-67

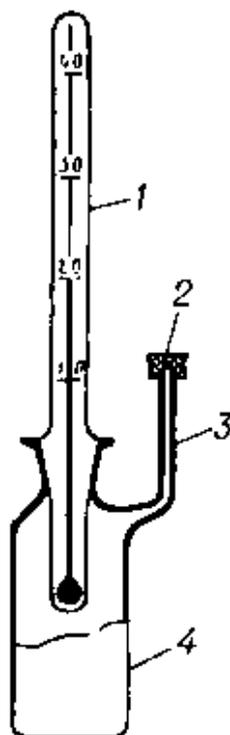
При отсчете по шкале нефтенденсиметра получают плотность нефтепродукта при температуре испытания. Значением этой плотности пользуются для определения объемного количества нефтепродукта (или для обратного пересчета).

Замеренную плотность приводят к плотности при нормальной температуре  $\rho_4^{20}$  по формуле:

$$\rho_4^{20} = \rho_4^t + \gamma(t - 20), \quad (1.1)$$

где  $\rho_4^t$  - плотность испытуемого нефтепродукта при температуре испытания;  $\gamma$  - средняя температурная поправка плотности (Приложение 1);  $t$  - температура испытания, °С.

Это формула была предложена Д.И. Менделеевым. Она показывает, что плотность нефтепродуктов уменьшается с повышением температуры и увеличивается с ее понижением.



1- термометр; 2- колпачок; 3- капиллярная трубка; 4- цилиндрическая колба.

Рисунок 4 - Пикнометр с капиллярной трубкой и термометром

### **Определение кинематической вязкости нефтепродукта.**

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

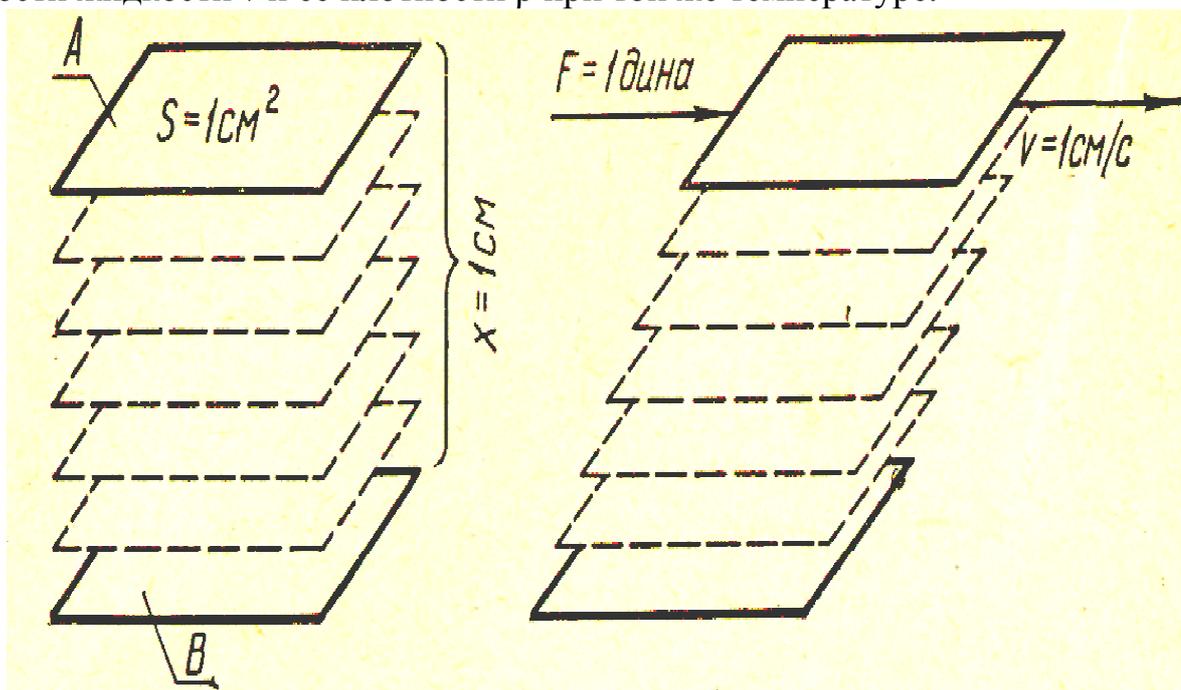
Вязкость определяют для жидких нефтепродуктов, напряжение сдвига которых пропорционально скорости деформации, то есть для ньютоновских жидкостей. Вязкость их не зависит от касательного напряжения и градиента скорости. Различают динамическую и кинематическую вязкости.

Динамическая вязкость или коэффициент динамической вязкости - это отношение действующего касательного напряжения к градиенту скорости. Динамическая вязкость служит мерой сопротивления жидкости течению.

За единицу динамической вязкости в системе СИ принята вязкость такой жидкости, которая оказывает сопротивление в 1 Н взаимному перемещению двух слоев жидкости площадью 1 м<sup>2</sup>, находящихся один от другого на расстоянии 1 м и перемещающихся с относительной скоростью 1 м/с.

Схема взаимного перемещения слоев жидкости показана на рисунке 5. Единицей динамической вязкости в системе СИ является паскаль - секунда (Па·с). На практике применяют мПа·с = 10<sup>-3</sup> Па·с, а также сантипуаз (сП= мПа·с).

Динамическую вязкость  $\eta$  находят как произведение кинематической вязкости жидкости  $\nu$  и ее плотности  $\rho$  при той же температуре.



а- состояние покоя; б- начало движения.

Рисунок 5 - Схема взаимного перемещения слоев жидкости.

Кинематическая вязкость  $\nu$  - это отношение динамической вязкости  $\eta$  жидкости к плотности  $\rho$  при той же температуре.

Кинематическая вязкость служит мерой сопротивления жидкости течению под влиянием гравитационных сил.

Метод определения кинематической вязкости заключается в измерении времени истечения определенного объема испытуемой жидкости под влиянием силы тяжести.

Кинематическую вязкость находят как произведение измеренного времени истечения и постоянной прибора для определения вязкости:

$$\nu = t_{cp} \cdot a, \quad (1.2)$$

где  $t_{cp}$  - среднее время истечения нефтепродукта, с;

$a$  - постоянная вискозиметра,  $\text{мм}^2/\text{с}^2$ .

В системе СИ единицей кинематической вязкости является  $\text{м}^2/\text{с}$ . На практике применяется меньшая единица -  $\text{мм}^2/\text{с} = 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ , а также сантистокс ( $\text{сСт} = \text{мм}^2/\text{с}$ ).

**Аппаратура.** Для определения кинематической вязкости нефтепродуктов применяются капиллярные вискозиметры из стекла с малым коэффициентом температурного расширения (табл. 2).

Для вискозиметров типа Оствальда и с висязим уровнем время истечения должно быть не менее 200 с, а для вискозиметров с обратном протоком - более 200 с.

Таблица 2 - Вискозиметры, применяемые для различных диапазонов вязкости

Тип вискозиметра	Диапазон вязкости, мм <sup>2</sup> /с
Вискозиметры типа Оствальда для прозрачных жидкостей: Канон - Фенске Пинкевича (ВПЖТ - 4) ВПЖТ - 2	0,5...20000 0,6...10000 0,6...17000
Вискозиметры с висячим уровнем для прозрачных жидкостей: ВПЖТ -1 (БС/ИП/СЛ) Уббелоде	0,6...30000 (3,5...100000) 0,3...100000
Вискозиметры с обратным протоком для прозрачных и непрозрачных жидкостей: ВНЖТ (Канон - Фенске - Опакв) БС/ИП/РФ	0,6...20000 (0,4... 20000) 0,6...300000

В качестве термостата или бани вискозиметра используют прозрачный сосуд (рис. 6). Нефтепродукт, находящийся в вискозиметре, погружают не менее чем на 20 мм ниже уровня жидкости в бане и на 20 мм над дном сосуда. Баню вискозиметра снабжают устройством для регулирования температуры жидкости.

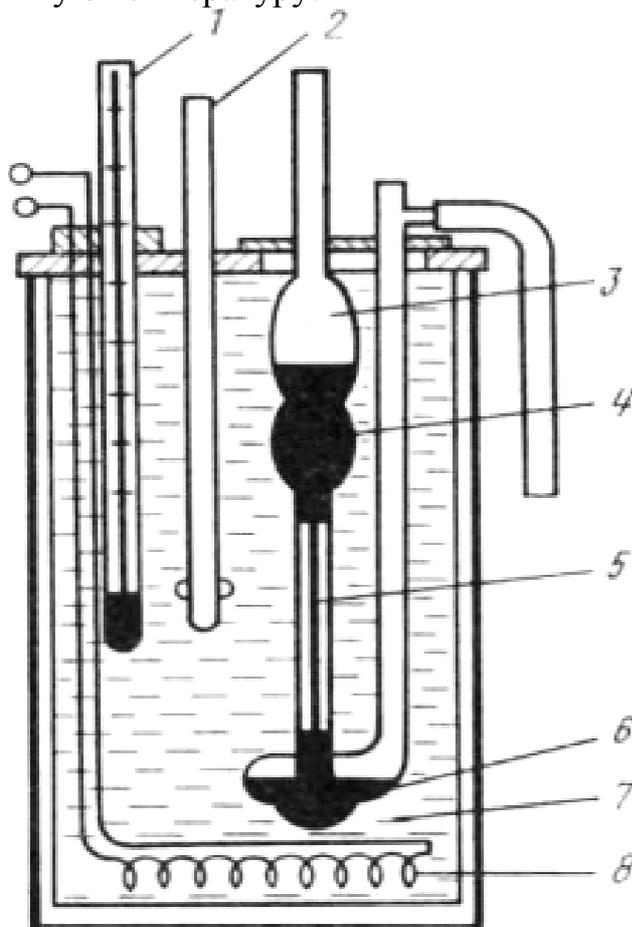
Для заполнения термостата используют следующие жидкости: технический этиловый спирт - для температуры от - 60 до +15°C; дистиллированную воду для температуры от 15 до 60°C; глицерина с водой 1:1 или светлое нефтяное масло - для температуры свыше 60°C.

**Проведение испытаний.** Перед проведением испытания подбирают вискозиметр с пределами измерения, соответствующими ожидаемой вязкости испытуемого нефтепродукта. Вискозиметр должен быть сухим и чистым.

Между определениями вискозиметр промывают растворителем и сушат воздухом. В качестве растворителей применяют бензин - растворитель для резиновой промышленности, нейтральный эфир, ацетон, толуол и т.п. Периодически вискозиметр промывают хромовой смесью, затем прополаскивают дистиллированной водой, ацетоном и сушат воздухом.

Пробу нефтепродукта фильтруют через сито, стеклянный или бумажный фильтр. При необходимости нефтепродукт сушат безводным сульфатом натрия или прокаленной крупнокристаллической поваренной солью и затем фильтруют через бумажный фильтр. Если вязкость нефтепродукта определяют при температуре ниже 95°C, то его предварительно подогревают.

Вискозиметр заполняют испытуемым нефтепродуктом и помещают в баню, где устанавливают нужную температуру.



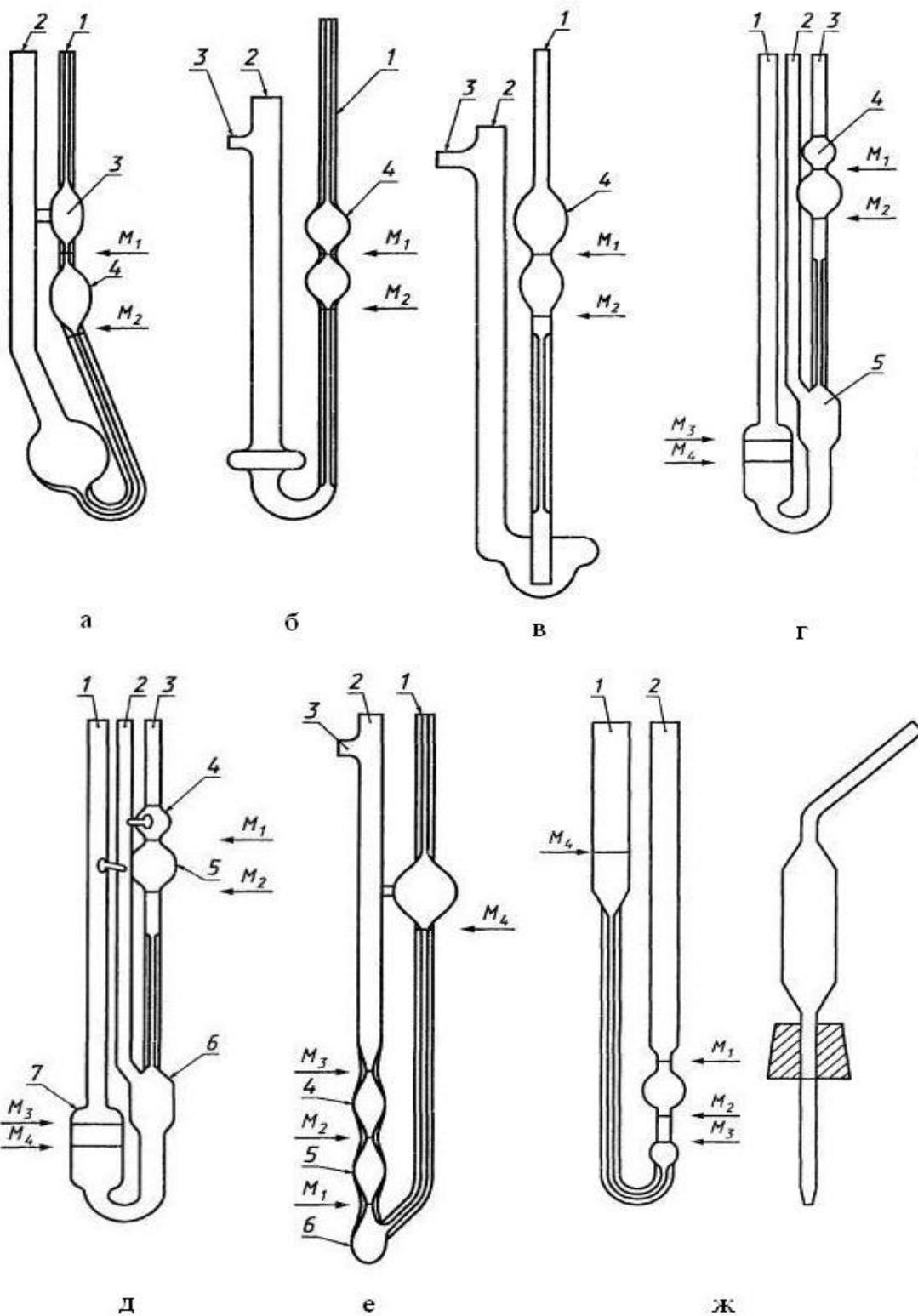
1-термометр; 2- мешалка; 3, 4, 6- расширения вискозиметра; 5- капилляр вискозиметра;  
7- термостат (баня); 8- электроподогреватель

Рисунок 6 - Прибор для определения вязкости нефтепродуктов.

Работа с вискозиметрами различных типов производится следующим образом.

Вискозиметр Пинкевича (ВПЖТ - 4) - ВПЖТ - 2. На отводную трубку 3 (рис. 7 б и в), надевают резиновую трубку. Затем, зажав пальцем колено 2 и перевернув вискозиметр, погружают колено 1 в нефтепродукт и засасывают его до метки  $M_2$  при помощи резиновой груши. Когда уровень нефтепродукта достигнет метки  $M_2$ , вискозиметр вынимают и переворачивают. Снимают с конца колена 1 избыток нефтепродукта. Затем на этот конец надевают резиновую трубку и устанавливают вискозиметр в термостат так, чтобы расширение находилось ниже уровня термостатирующей жидкости. Вискозиметр выдерживают при заданной температуре не менее 15 мин, затем засасывают нефтепродукт в колено 1 примерно на  $1/3$  высоты расширения 4. Сообщив колено 1 с атмосферой, измеряют время перемещения мениска нефтепродукта от метки  $M_1$  до  $M_2$ .

После проведения опытов определить испытуемый нефтепродукт по плотности и сравнить его с показателями стандартов приведенных в приложениях 2 и 3 и написать краткий вывод о работе.



а - вискозиметр Канон-Фенске: 1 и 2 — трубки; 3 и 4 — расширение;  $M_1$  и  $M_2$  — метки; б - вискозиметр Пинкевича (ВПЖГ-4); 1 и 2- колена; 3- трубка;  $M_1$  и  $M_2$  — метки; в - вискозиметр ВПЖГ-2; 1 и 2- колена; 3- трубка; 4- расширение;  $M_1$  и  $M_2$  — метки; г- вискозиметр ВПЖТ-1 (ВС/ИП/СЛ): 1,2 и 3 — трубки; 4 и 5-расширения;  $M_1 \dots M_4$  — метки; д- вискозиметр Уббелоде: 1,2 и 3- трубки; 4- расширение; 5,6 и 7- сосуды;  $M_1 \dots M_4$  —метки; е- вискозиметр ВНЖТ (Канон-Фенске-Опакв): 1,2 и 3- трубки; 4,5 и 6- резервуары;  $M_1 \dots M_4$  —метки; ж- вискозиметр ВС/ИП/РФ: 1 и 2- трубки; 3- пипетка с упором;  $M_1 \dots M_4$  —метки.

Рисунок 7 - Вискозиметры.

### **Контрольные вопросы.**

1. Что характеризует плотность вещества?
2. Дать определение абсолютной плотности, единица измерения.
3. Дать определение относительной плотности, единица измерения?
4. Описать методы определения плотности.
5. Описать методику определения плотности с нефтенсиметром.
6. Дать определение вязкости жидкости.
7. Как определяют кинематическую вязкость, единица измерения?
8. Как определяют динамическую вязкость, единица измерения?
9. Виды вискозиметров.
10. Как определить кинематическую вязкость с помощью вискозиметра?
11. Как влияет изменение температуры на вязкость жидкости?
12. От чего зависит постоянная вискозиметра?

### **Лабораторная работа №2**

#### **Тема: Определение температуры вспышки дизельного топлива в закрытом тигле.**

**Цель работы.** Определение температуры вспышки дизельного топлива в закрытом тигле; ознакомление приборами и методикой проведения испытаний.

#### **Оборудование и приборы.**

1. Аппарат для определения температуры вспышки в закрытом тигле ТВЗ;
2. Термометр ТИН1-1 (0...170°C) или (ТН1-1) ГОСТ 400-80, Термометр ТН-2 (0...360°C) ГОСТ 400- 80 Е;
3. Тигель с крышкой;
4. Зажигательное масляное фитильное устройство;
5. Баня воздушная.

#### **Теоретическая часть.**

Определение температуры вспышки используют для оценки качества нефтепродуктов и для классификации производства, помещений и установок по степени пожарной опасности. Температура вспышки - это минимальная температура, при которой пары топлива, нагреваемые в закрытом тигле (от немецкого Tiegel— горшок), образуют с окружающим воздухом горючую смесь, вспыхивающую при поднесении к ней пламени. Температура вспышки характеризует огнеопасность нефтепродукта при его транспортировании, хранении и заправке.

Температура вспышки в закрытом тигле должна быть для дизельного топлива летнего не ниже 40°C, зимнего не ниже -35°C и арктического - не ниже -30°C. Чем выше температура вспышки, тем меньше пожарная опасность топлива.

Метод заключается в определении самой низкой температуры топлива, при которой в условиях испытания над его поверхностью образуется смесь паров с воздухом, которая вспыхивает при поднесении пламени, но не

способна к дальнейшему горению. Требования окружающей среды при определении температуры вспышки топлива в закрытом тигле: температура  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ; относительная влажность от 30 до 80%; давление от 86 до 106,7кПа.

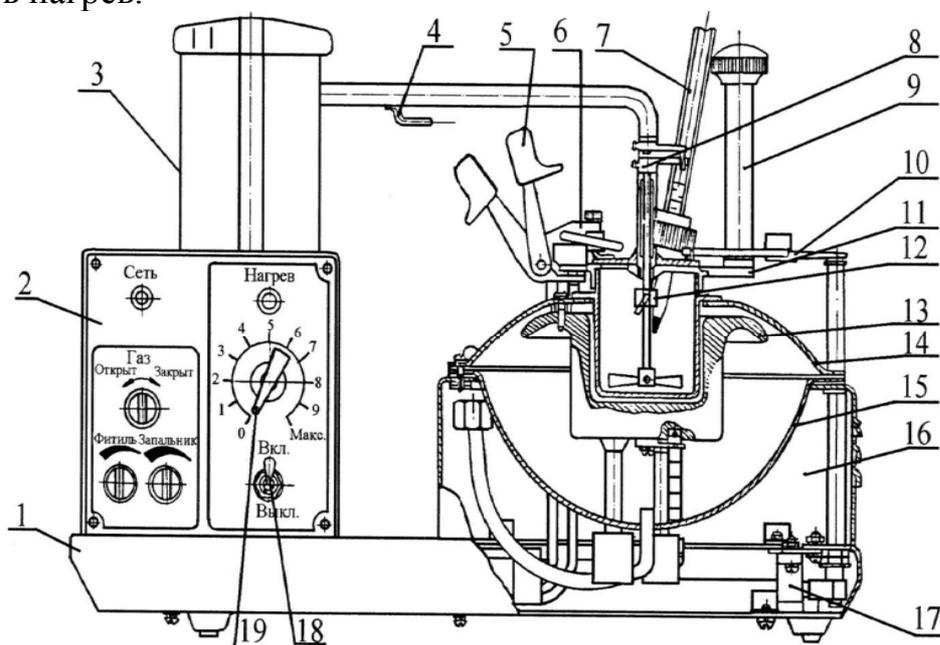
**Проведение испытаний.** Для предварительного определения температуры вспышки продукта, температура вспышки которого даже приблизительно неизвестна, рекомендуется провести ускоренное определение. Для этого залить в тигель продукт до риски, закрыть его крышкой, установить термометр с диапазоном до  $130^\circ\text{C}$ , привести механизм привода мешалки в состояние сцепления с мешалкой. Тумблер включения нагрева установить в положение «ВКЛ», а ручку регулировки нагрева в положение «8». Поджечь и отрегулировать пламя фитиля и запальника. Определение температуры вспышки проводить через каждые 3...5 $^\circ\text{C}$ . Если вспышка не произойдет при градации температур данного термометра, то, не прекращая нагрева заменить термометр на другой с большей градацией, входящий в комплект аппарата. После получения вспышки и регистрации ее по термометру, немедленно поставить тумблер включения нагрева в положение «ВЫКЛ», а ручку регулятора нагрева в положение «0». Точное определение температуры вспышки проводить на другой порции этого же продукта со строгим соблюдением методики ГОСТ 6356-75 [6].

Для выбора положения ручки регулятора нагрева при определении температуры вспышки приближенно можно воспользоваться графиком (рисунок 9). По оси вспышки найти значение предполагаемой или предварительно определенной температуры вспышки испытуемого продукта. Провести горизонтальную прямую до пересечения с кривой зависимости. Из точки пересечения провести вертикальную прямую до пересечения с осью положения ручки регулировки скорости нагрева. При этом скорость нагрева продукта приближенно будет соответствовать требованиям методики ГОСТ 6356 - 75. Контролировать скорость нагрева необходимо с помощью секундомера и при необходимости следует корректировать ручкой регулятора.

Для испытания нефтепродуктов в лабораториях, где нет газовой сети, можно воспользоваться масляным фитильным зажигательным устройством, входящим в комплект аппарата. Отвинтить винты газового устройства 5 и снять его. Установить на его место масляное фитильное устройство с фитилем предварительно смоченным в гарном или машинном масле с добавлением растительного (суренного или подсолнечного) для того, чтобы температура вспышки заправленного масла была ниже температуры вспышки испытуемого нефтепродукта. Пламя отрегулировать так, чтобы форма его была близка к шариком диаметром 3...4 мм.

Для испытания продуктов с температурой вспышки от минус  $30^\circ\text{C}$  до плюс  $120^\circ\text{C}$  установить в термоблок аппарата жидкостную баню. Перед тем, как приступить к переоборудованию аппарата для работы с жидкостной баней, отключить его от электрической и газовой сети. Отсоединить прижим с фитилем и запальником от крышки тигля и повесить его на крючок. Вынуть

термометр из крышки тигля и уложить в футляр. Вывести привод мешалки из положения сцепления с мешалкой. Снять, разобрать, промыть и просушить все элементы тигля и крышки по методике ГОСТ 6356-75. Перевернуть аппарат и отвинтить винты крепления нижней крышки к основанию. Снять крышку. Ослабить винты, удерживающие контакты на выводах воздушной бани. Отсоединить провода нагрева воздушной бани. Отвернуть три винта крепления верхнего отражателя. Осторожно поднять верхний отражатель с укрепленной к нему воздушной баней. Снять воздушную баню, отсоединить провода нагрева и термопары. Установить плоский нагреватель, находящийся в комплекте аппарата. Подсоединить к соответствующим проводам. Перевернуть аппарат и подключить нагреватель. Поставить крышку основания на место и закрепить винтами. Подключить аппарат к электросети. Включить нагрев и проверить работу нагревательного элемента. Отключить нагрев.



- 1 - основание; 2 - блок управления; 3 - рукоятка; 4 - крючок; 5 - прижим; 6 - устройство зажигательное; 7 - термометр; 8 - мешалка; 9 - ручка; 10 - поводок; 11 - крышка; 12 - мешалка; 13 - баня воздушная; 14 - отражатель верхний; 15 - отражатель нижний; 16 - термоблок; 17 - колодка с герконом; 18 - тумблер; 19 - ручка регулировки нагрева.

Рисунок 8 - Аппарат ТВЗ.

При давлении выше или ниже 101,325 кПа (760 мм рт. ст.) вводят поправку на стандартное давление. Ее определяют по формуле:

$$\Delta t = \frac{(101,325 - p)}{3,3} \square 0,9$$

или

$$\Delta t = 0,362 \square (760 - p_1) \quad (2.1)$$

где  $p$  и  $p_1$  — фактическое барометрическое давление, соответственно кПа и мм рт. ст.

Можно также воспользоваться поправками, приведенными в таблице 3.

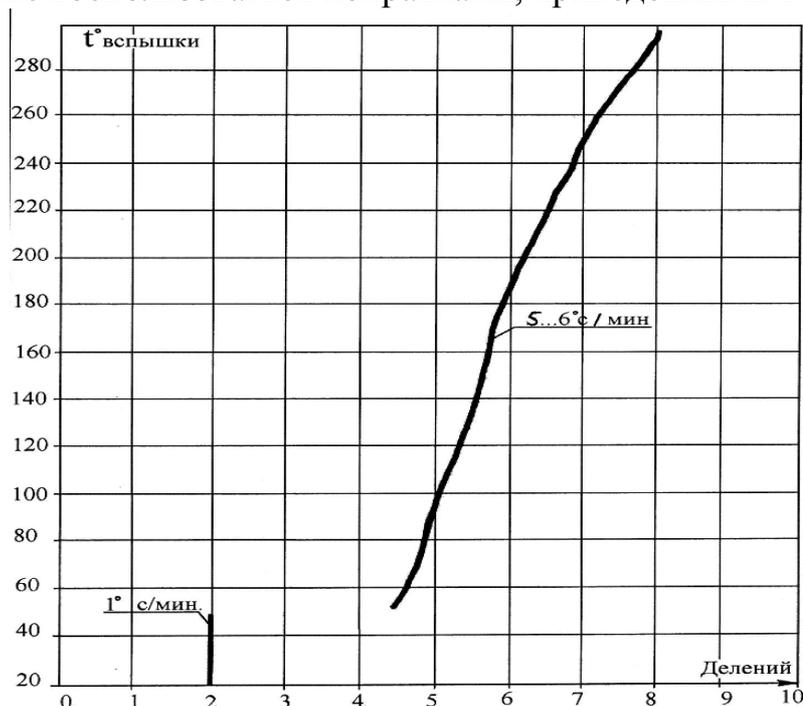


Рисунок 9 - График ориентировочного положения ручки регулятора нагрева в зависимости от предполагаемой температуры вспышки продукта при номинальном напряжении сети (для воздушной бани).

Температуру вспышки с поправкой вычисляют алгебраическим сложением найденной температуры и поправки. За результат испытаний принимают среднее арифметическое двух последовательных определений.

По окончании вычислений делается вывод о пригодности к применению данного образца топлива и о характере работы двигателя на этом топливе. Полученные результаты сравнить с нормативными значениями приведенные в приложениях 2 и 3.

Таблица 3 - Поправка на барометрическое давление

Давление, кПа	Давление, мм рт. ст.	Температурная поправка, °C
84,8...88,4	636...663	+4
88,5...92,1	664...691	+3
92,2...95,7	692...718	+2
95,8...99,4	719...746	+1
103,2...106,8	774...801	-1

### Контрольные вопросы.

1. Что характеризует температура вспышки топлива в закрытом тигле?
2. Как можно изменить температуру вспышки топлива в закрытом тигле?
3. Как изменится температура вспышки топлива в закрытом тигле при облегчении углеводородного состава топлива?

4. К чему может привести, если в составе топлива преобладают тяжелые углеводороды?
5. Как влияет атмосферное давление на температуру вспышки топлива в закрытом тигле?
6. Дайте описание методики определения температуры вспышки топлива в закрытом тигле.
7. К чему приведет снижение температуры вспышки топлива в закрытом тигле?
8. К чему приведет слишком большое значение температуры вспышки топлива в закрытом тигле?
9. Перечислите основные узлы аппарата ТВЗ и принцип работы.
10. Какие требования должны выполняться при определении температуры вспышки топлива в закрытом тигле?

### **Лабораторная работа №3**

#### **Тема: Определение содержания серы в дизельном топливе**

**Цель работы.** Определение содержания серы в дизельном топливе; ознакомление приборами и методикой проведения испытаний.

#### **Оборудование и приборы.**

1. Кювета жидкостная;
2. Пленка полиэтилентерефталатная;
3. Набор Государственных Стандартных Образцов для калибровки и поверки: белое масло, СН-0,005 (0,005%), СН-0,01 (0,01%), СН-0,1(0,1%), СН-5 (5%);
4. Термобумага для принтера;
5. Кювета вентилируемая;
6. Анализатор рентгенофлуоресцентный энергодисперсионный серы в нефти и нефтепродуктах «СПЕКТРОСКАН S»;
7. Мерная мензурка или медицинский шприц.

#### **Теоретическая часть.**

Сера и ее соединения являются постоянными составляющими частями сырой нефти. Большое количество серы в нефти увеличивает расходы на ее транспортировку, усложняет переработку и ухудшает качество нефтепродуктов, активно действует на металлы. Широкое применение различных видов топлива на основе нефти (бензин, керосин, мазут и другие) на автомобильном, судовом и авиационном транспорте и для выработки электроэнергии приводит к загрязнению атмосферы продуктами горения, в первую очередь сернистым газом, что непосредственно угрожает здоровью людей и вызывает кислотные дожди, снижающие плодородие почвы. В связи с этим содержание серы, как в сырой нефти, так и в продуктах ее переработки регламентируется множеством национальных и международных стандартов.

В зависимости от массовой доли серы в России нефть подразделяют на четыре класса (ГОСТ Р 51858-02. «Нефть. Общие технические условия»): малосернистая, сернистая, высокосернистая, особо высокосернистая.

Контроль на содержание серы подлежит каждая товарная партия нефти. При этом концентрация серы в российской нефти имеет значения от 0,05% (Ямало-Ненецкий автономный округ) до 3,5% (Республика Башкортостан). Нефтеперерабатывающие организации также вынуждены контролировать содержание серы на всех технологических этапах и при оформлении паспорта качества товарной продукции. При этом диапазон анализируемых концентраций в соответствии с действующими в России ГОСТами на нефтепродукты может составлять от 0,015 до 0,5% и выше.

Рентгенофлуоресцентный анализ (РФА).

Физическая сущность РФА объясняется классической моделью взаимодействия излучения с атомом вещества. На рисунке 10 представлена классическая модель атома.

Электронные оболочки, начиная от ядра атома, обозначаются буквами латинского алфавита: К, L, M, N, O и т.д. Чем дальше от ядра, тем больше возрастает сложность этих оболочек, растет число энергетических подуровней и число электронов на них, уменьшается энергия связи электрона с атомом. Квант электромагнитного излучения возникает в случае перехода электрона с одной из удаленной от ядра оболочки на более близкую к ядру оболочку при наличии в ней вакансии, образующейся в результате ионизации. При этом энергия излученного кванта определяется разностью энергий уровней, между которыми произошел переход электрона. В результате бомбардировки атомов образца рентгеновскими квантами, исходящими из рентгеновской трубки, выбивается один из электронов атома с одной из ближайших к ядру оболочек К-, L-, M- и образуется вакансия на соответствующей оболочке.

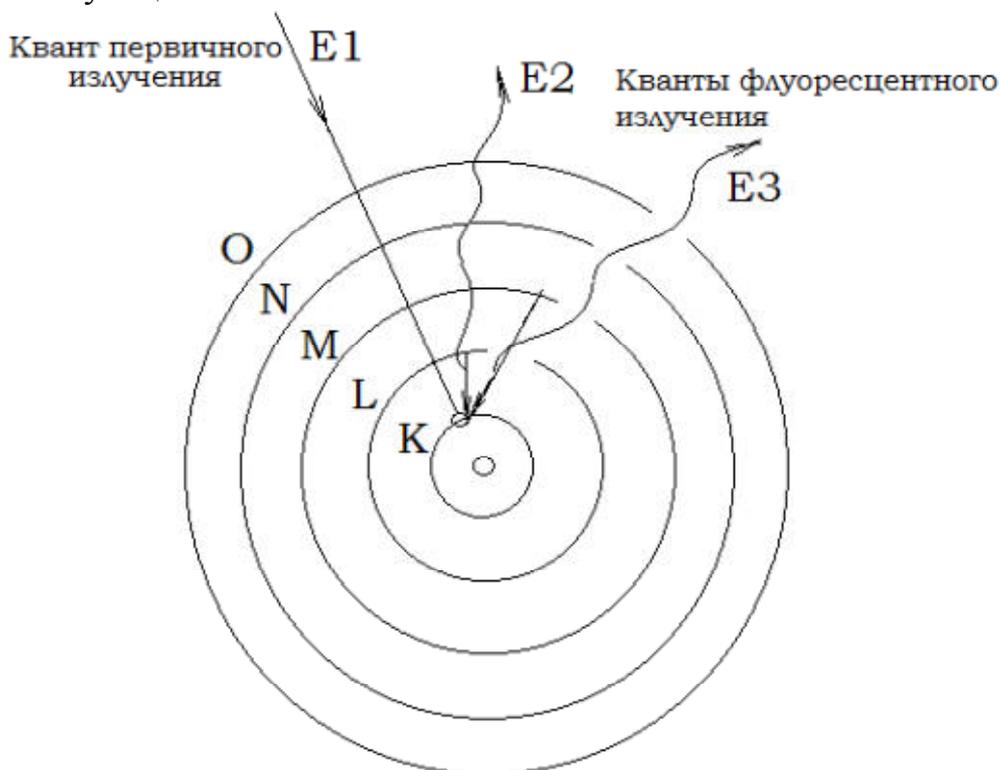


Рисунок 10 - Классическая модель атома

Процесс возбуждения рентгеновской флуоресценции носит вероятностный характер, т.е. возникновение разных линий определяется вероятностью соответствующих переходов, этим определяется и «яркость» различных линий спектра. Первичный квант E1 выбивает электрон на К-оболочке, где образуется вакансия, которая заполняется электроном с L-, M- и происходит излучение вторичного (флуоресцентного) кванта. В процессе одновременно участвует огромное число атомов, в то же самое время происходят и те и другие переходы, но вероятность перехода с ближайшего (L) уровня в несколько раз выше, поэтому количество излученных квантов E2, определяемых переходом L-K, в то же число раз больше, чем для случаев перехода M-K (E3). «Яркость» возникающих при этом линий рентгеновского спектра различна в той же пропорции.

Все линии, образующиеся при заполнении вакансии на К-уровне относятся к так называемой К-серии, а внутри серии эти линии обозначаются буквами греческого алфавита ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ...). Аналогично, при образовании вакансии на L-оболочке и дальнейшем ее заполнении образуются линии, называемые L-серией. Переходу L-K отвечает  $K_{\alpha}$  линия, переходу M-K отвечает  $K_{\beta}$ -линия и т.д.

Принцип действия анализатора состоит в том, что анализируемая проба облучается маломощной рентгеновской трубкой. При этом с поверхности пробы исходит вторичное излучение, спектральный состав которого адекватно отражает элементный состав образца.

С помощью пропорционального счетчика и селективного фильтра анализатор выделяет из вторичного излучения аналитическую линию серы и автоматически пересчитывает ее интенсивность в массовую долю серы в пробе. Массовая доля серы выражается либо в процентах, либо в миллиграммах на килограмм - по желанию оператора.

#### **Проведение испытаний.**

Под руководством лаборанта подготовить прибор (рисунок 11) к работе: Для выполнения анализа необходимо подготовить четыре образца: холостую пробу (ХП), контрольный образец (КО), и две параллельные пробы анализируемого вещества - №1 и №2.

#### **Подготовка образцов к работе**

Подготовьте четыре пустые кюветы (рисунок 12).

В первую вложите контрольный образец (КО).

Во вторую налейте холостую пробу (ХП). В качестве ХП желательно применять белое масло из той же партии, которая использовалась для приготовления стандартных образцов при калибровке анализатора. При отсутствии белого масла допускается использовать другие нефтепродукты с массовой долей серы не более 2 ppm (0,0002%).

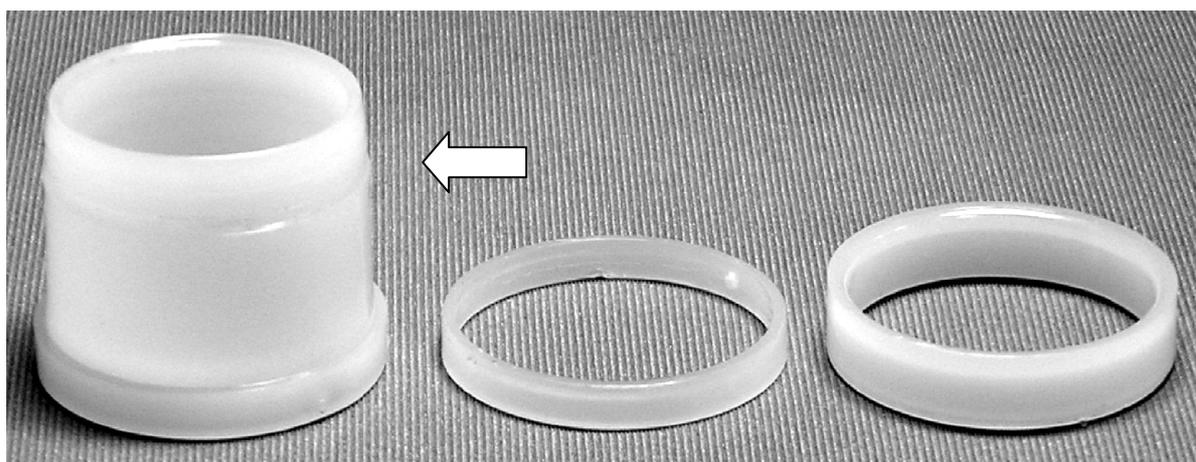
В третью и четвертую кюветы налейте анализируемый нефтепродукт (образец).

Отрезок пленки длиной 20...25 см разрежьте на четыре части и накройте ими все четыре кюветы - с контрольным образцом, холостой и измеряемыми пробами.

Накройте кюветы пленкой и зафиксируйте ее обсадным и зажимным кольцами.



1 - Индикатор включения в сеть; 2 - Индикатор включения рентгеновской трубки;  
3 – Дисплей; 4 – Клавиатура; 5 - Пробозагрузочное устройство; 6 - Встроенный принтер  
Рисунок 11 - Анализатор рентгенофлуоресцентный энергодисперсионный серы в нефти и нефтепродуктах «СПЕКТРОСКАН S».



1 - корпус кюветы; 2 - обсадное кольцо; 3 - зажимное кольцо.

Рисунок 12 - Устройство кюветы.

Перед заполнением кюветы разбирается. Затем в корпус кюветы наливается образец в количестве  $5,0...7,0 \text{ см}^3$  (минимальное допустимое количество образца -  $5 \text{ см}^3$ ). Уровень образца в кювете должен быть чуть

выше уступа (на рисунке помечен стрелкой), находящегося в верхней части корпуса.

Накройте кювету с образцом пленкой, избегая при этом соприкосновения пленки с поверхностью жидкости, поскольку может произойти втягивание пленки внутрь кюветы.

При работе с пленкой очень важно следить за тем, чтобы ее рабочая поверхность не оказалась загрязнена посторонними веществами - результат анализа пробы с использованием такой пленки может оказаться ошибочным. Поэтому старайтесь брать отрезки пленки только за край и только чистыми руками.

Зафиксируйте пленку с помощью обсадного кольца (2), убедившись при этом, что она ровно натянута (рисунок 13 а). Закрепите пленку зажимным кольцом (3) до характерного щелчка (рисунок 13 б). При установке зажимного кольца (3) ориентируйте его таким образом, чтобы выступ на его внутренней поверхности находился сверху. В противном случае кольцо не оденется. В правильно заполненной кювете допускается наличие небольшого количества воздуха (рисунок 13 в). Пузырек воздуха должен занимать приблизительно одну четверть диаметра кюветы. После заполнения кювет **ОБЯЗАТЕЛЬНО** нужно убедиться, что пленка не повредилась при закреплении ее обсадным (2) и обжимным (3) кольцами.

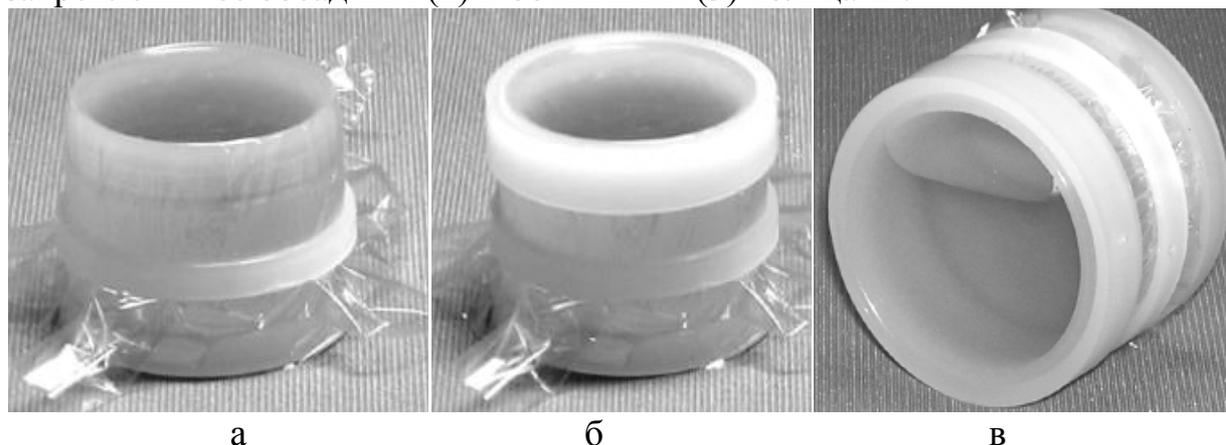


Рисунок 13 - Подготовка кюветы с пробой

Для этого положите готовую кювету на чистый лист фильтровальной бумаги пленкой вниз - на бумаге не должно оставаться следов нефтепродукта. В противном случае замените пленку и повторите проверку.

При необходимости кювету следует предварительно протереть ватой, смоченной ацетоном.

#### **Включение анализатора.**

Включите анализатор. Через 2...3 секунды он будет готов к работе. Для продолжения работы нажмите на клавишу <Enter> (рисунок 14 а).

Если нужно, введите имя оператора (рисунок 14 б). Длина имени оператора - не более 14 символов. Ввод имени (фамилии) оператора осуществляется посимвольно при помощи клавиш <0...9>. При каждой нажатии любой из этих клавиш на текущем знакоместе экрана появляется соответствующая цифра или одна из букв, указанных на клавише. После

ввода очередного символа нажмите на клавишу <Вправо> - указатель текущего знакоместа переместится вправо, предоставляя возможность ввода следующего символа слова. По завершении ввода нажмите на клавишу <Enter>. Введенное имя запоминается и будет указываться на распечатках результатов анализа до тех пор, пока не будет изменено.



а

б

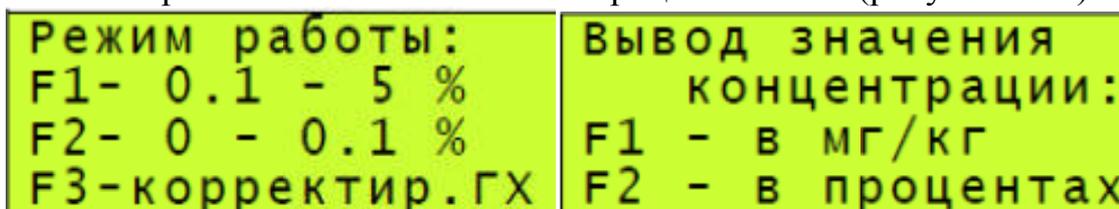
Рисунок 14 - Выбор текущих параметров

### Выбор режима измерений.

В анализаторе предусмотрено два режима анализа - измерение больших концентраций (<F1>) и измерение малых концентраций (<F2>) (рисунок 15а).

### Измерение контрольного образца.

Если вы выбрали диапазон измерений малой серы (0..0,1%), то перед началом измерений необходимо выбрать в каких единицах будут выводиться результаты измерений. В мг/кг <F1> или в процентах <F2> (рисунок 15 б).



а

б

Рисунок 15 - Выбор режимов работы анализатора

Установите контрольный образец и нажмите клавишу <Enter>(рисунок 16 а,б).

Сначала на экране будет отображаться установка тока и напряжения, затем процесс автоматической подстройки амплитуды сигнала, после чего измерения сигнала на контрольном образце (рисунок 16 в).



а

б

в

Рисунок 16 - Установка контрольного образца.

### Измерение холостой пробы.

Установите холостую пробу и нажмите на клавишу <Enter> (рисунок 17а). На экране будет отображаться процесс измерения холостой пробы (рисунок 17 б).

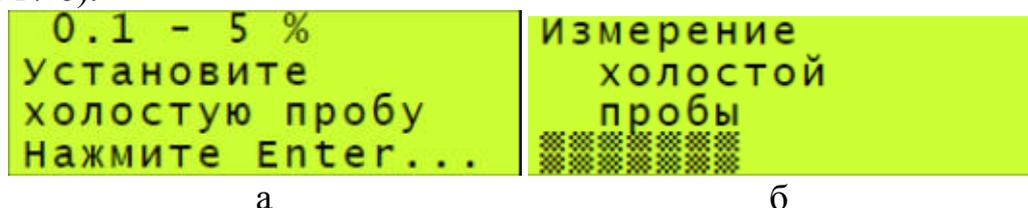


Рисунок 17 - Установка и измерение холостой пробы

### Измерение пробы 1.

Введите перед №1 обозначение (наименование) анализируемого продукта – не более 13 цифровых или буквенных символов. Ввод символов «%», «-», «=», «.», «#» осуществляется клавишей <Shift>.

Установите первую из двух параллельных проб и нажмите на клавишу <Enter>(рисунок 18 а). На экране будет отображаться процесс измерения пробы (рисунок 18 б).

### Измерение пробы 2.

Установите вторую пробу и нажмите на клавишу <Enter> (рисунок 18 в) На экране будет отображаться процесс измерения пробы (рисунок 18 г).

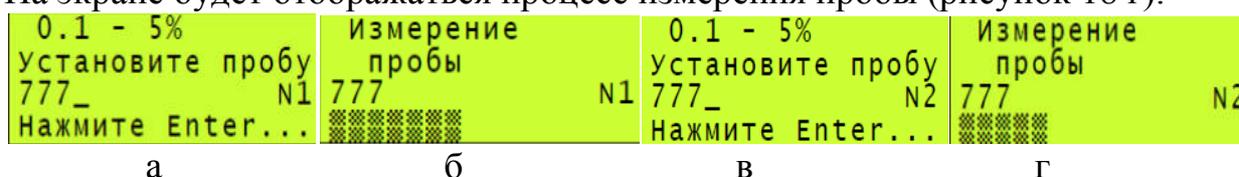


Рисунок 18 - Установка и измерение контрольных образцов.

### Результат анализа.

По окончании измерения второй пробы результат анализа показывается на экране (рисунок 19), а затем - автоматически распечатывается на встроенном принтере.

Здесь «X1 - X2» - повторяемость показаний анализатора: разность между значениями серы (в процентах или мг/кг), рассчитанными для проб №1 и №2, а «% масс.» или «С» - среднее значение серы (в процентах или мг/кг) по этим двум измерениям.

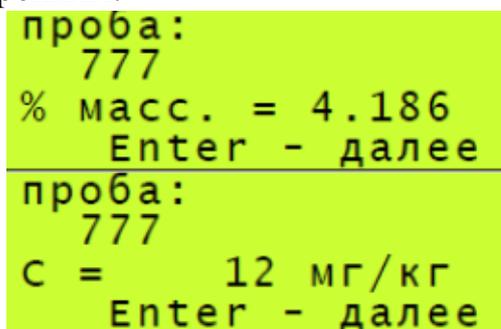


Рисунок 19 - Результаты анализа

После вывода результатов нажмите на клавишу <Enter> - автоматически откроется пробозагрузочное устройство для установки следующей пробы.

Чтобы изменить параметры измерения, перемерить контрольный образец и холостую пробу нажмите клавишу <Esc>.

Для смены режима измерений нажмите клавишу <Esc> еще раз. Для дальнейшей работы в текущем режиме измерений возьмите новый отрезок пленки (длиной 20...25 см) и подготовьте две очередные пробы для анализа («N1» и «N2») и контрольный образец.

Обратите внимание, что при работе в режиме измерения больших содержаний серы (0,1...5%) допускается не приготавливать заново холостую пробу, а использовать уже имеющуюся - в случае, если пленка, которой покрыта кювета с холостой пробой не повреждена.

Если же предполагается работа в режиме анализа малых содержаний, изготовление холостой пробы следует также повторить.

Если по результатам анализа содержание серы оказалось вне диапазона градуировки, указанного в верхней части экрана, следует повторить измерения, предварительно выбрав соответствующий режим. Для этого нажмите на клавишу <Esc> - на экране появится меню режимов работы.

После проведения опыта необходимо сделать выводы о соответствии испытуемого образца топлива по содержанию серы современным требованиям стандартов (Приложения 2 и 3).

### **Контрольные вопросы.**

1. На какие виды делятся топлива по содержанию серы согласно ГОСТ 305-2013?
2. К чему может привести повышенное содержание серы в дизельном топливе?
3. Положительная сторона наличия в топливе серы.
4. Как можно снизить содержание серы в дизельном топливе?
5. Расскажите методику проведения опыта по определению содержания серы в нефтепродуктах.
6. Какие современные нормативные требования дизельных топлив по содержанию серы?
7. Нормативные значения дизельного топлива стандарта Евро 3,4,5 по содержанию серы.
8. Перечислите негативные последствия в работе ДВС при использовании топлива с повышенным содержанием серы.
9. Как будет влиять на работу системы питания с электронным управлением двигателей внутреннего сгорания топливо с повышенным содержанием серы?
10. На чем основан метод рентгенофлуоресцентного энергодисперсионного анализа?
11. К чему может привести повышенное содержание серы в бензиновом топливе?
12. Как влияет содержание серы в топливах на токсичность отработавших газов?
13. Как можно снизить количество серы в топливах?

## Лабораторная работа №4

### Тема: Определение температуры вспышки моторных масел в открытом тигле

**Цель работы.** Определение температуры вспышки моторных масел в открытом тигле; ознакомление приборами и методикой проведения испытаний.

#### **Оборудование и приборы.**

1. Тигель;
2. Термометр;
3. Испытуемое масло;
4. Нагреватель.

#### **Теоретическая часть.**

Температура вспышки – это косвенный параметр, оценивающий фракционный состав масла. По температуре вспышки можно судить о наличии в масле легкоиспаряющихся фракций, а также о разбавлении масла топливом.

Температурой вспышки называют минимальную температуру, до которой необходимо нагреть масло, чтобы его пары образовали с воздухом смесь, вспыхивающую при поднесении пламени. Чем ниже эта температура, тем больше в масле низкокипящих углеводородов, тем более склонно оно при повышенных температурах к испарению и, следовательно, тем больше будет его расход (угар).

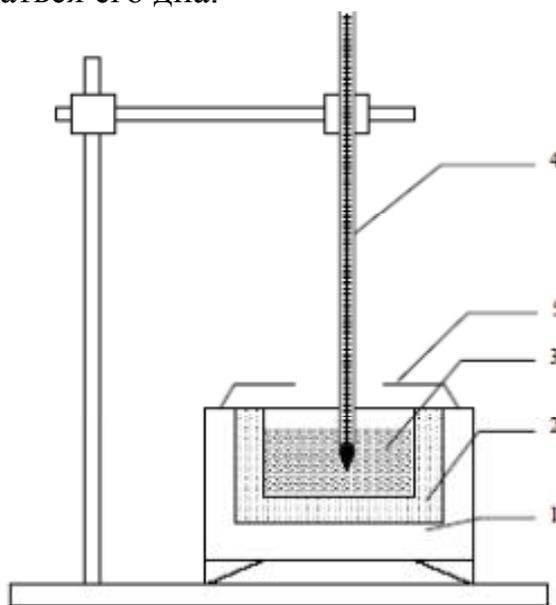
Температура вспышки автомобильных масел должна находиться в пределах 190...220°C. Лучшие масла имеют более высокую температуру вспышки. Резкое снижение температуры вспышки работавшего масла свидетельствует о наличии в нем топлива. Это может произойти по ряду причин: вследствие конденсации продуктов неполного сгорания топлива, поступающих в картерное пространство с прорывающимися газами; из-за повышенного износа цилиндропоршневой группы, отсутствие искры в одном из цилиндров, трещины в диафрагме бензонасоса. Попадая в масло, топливо оказывает преимущественное влияние на процесс накопления в масле различных органических отложений (продукты неполного сгорания топлива), соединений серы и свинца; ухудшает тепловой режим, подвод масла к узлам трения, повышает износ деталей двигателя.

Температуру вспышки масел определяют с использованием прибора с открытым тиглем. Прибор состоит (рис. 20) из металлического тигля, помещённого в песчаную баню, обогреваемую электрическим нагревателем.

**Проведение испытаний.** Испытание можно проводить только тогда, когда в масле содержится не более 0,1% воды. В ином случае масло обезвоживают, выдерживая его в течение 5 ч со свежeproкаленным хлористым кальцием или серноокислым натрием. На рисунке 20 показан прибор для определения температуры вспышки в открытом тигле.

Перед испытанием тигель промывают бензином и высушивают, затем его устанавливают в баню, на дно которой насыпан слой (5...8 мм) прокаленного песка. Пространство между тиглем и баней заполняют песком

так, чтобы уровень его был на 12 мм ниже края тигля. Баню и термометр устанавливают в штативе. Ртутный шарик термометра должен находиться в середине тигля и не касаться его дна.



1– нагреватель; 2–прокалённый песок; 3–тигель с маслом; 4–термометр; 5–щиток  
Рисунок 20 - Прибор с открытым тиглем для определения температуры вспышки масла.

В тигель наливают испытуемое масло до уровня на 12 мм ниже края тигля, если температура вспышки масла  $210^{\circ}\text{C}$ , и на 18 мм, если температура более высокая. По металлическому шаблону, устанавливаемому в тигель, контролируют уровень масла. Прибор закрывают кожухом для защиты от резкого движения воздуха. Под песчаную баню помещают газовую горелку или нагреватель и нагревают масло со скоростью  $10^{\circ}\text{C}$  в 1 мин. За  $40^{\circ}\text{C}$  до ожидаемой температуры вспышки скорость нагревания снижают до  $4^{\circ}\text{C}$  в 1 мин.

Испытания начинают за  $10^{\circ}\text{C}$  до ожидаемой температуры вспышки. На расстоянии 10...14 мм от поверхности испытуемого масла через каждые  $2^{\circ}\text{C}$  проводят пламенем зажигательного устройства. Длина пламени должна быть 3...4 мм, длительность испытания - 2...3 с. За температуру вспышки масла принимают температуру, при которой наблюдается пробегающее и быстро исчезающее синее пламя.

При повторном определении берут порцию испытуемого масла. Расхождение между параллельными значениями не должно превышать  $6^{\circ}\text{C}$ . За окончательный результат принимают среднее арифметическое двух последовательных определений.

### **Контрольные вопросы.**

1. Что характеризует температура вспышки моторного масла?
2. Что характеризует температура воспламенения моторного масла?
3. Какие требования должны быть выполнены при определении температуры вспышки моторного масла в открытом тигле?

4. О чем характеризует резкое снижение температуры вспышки моторного масла в открытом тигле?
5. Как повлияет на качество моторного масла попадание дизельного и бензинового топлива?
6. Как можно снизить негативные последствия попадания топлива на моторные масла?
7. Расскажите принцип определения температуры вспышки моторного масла в открытом тигле.
8. За что принято определение температуры вспышки моторного масла в открытом тигле?
9. Как определяется температура вспышки, как по ней оценивают качество масла?
10. Меры пожарной безопасности при определении температуры вспышки моторного масла в открытом тигле.

### **Лабораторная работа №5**

#### **Тема: Определение числа пенетрации пластичных смазок**

**Цель работы.** Определение числа пенетрации пластичных смазок; ознакомление приборами и методикой проведения испытаний.

**Оборудование и приборы.**

1. Лабораторный пенетрометр ЛП;
2. Цилиндрический сосуд для заполнения пластичной смазкой;
3. Испытуемая пластичная смазка (Литол-24, Солидол, смазка ШРУС, и т.д.).

**Общие сведения.**

Пластичные смазки – сложные коллоидные системы, в состав которых входят основа и загуститель (стабилизатор для сохранения однородности). В качестве основы широкое распространение получили минеральные и синтетические масла, силиконовые жидкости, эфиры. Пластичность смазкам придают загустители: кальциевые, натриевые, литиевые, алюминиевые, бариевые, а также смешанные мыла, твердые углеводороды (парафин, церезин и их смеси).

Основные функции смазок те же, что и для жидких масел: уменьшение износа, снижение коэффициента трения, уплотнение зазоров, защита металлов от коррозии.

В соответствии с классификацией по ГОСТ 23258–78 пластичные смазки разделены на 4 группы:

- 1 –антифрикционные;
- 2 –защитные (З) или консервационные;
- 3 –канатные (К);
- 4 –уплотнительные:
  - 4.1 –арматурные (А);
  - 4.2 –резьбовые (Р);
  - 4.3 –вакуумные (В).

Антифрикционные смазки необходимы для уменьшения износа и трения; консервационные – для защиты от коррозии при хранении, транспортировке, эксплуатации; уплотнительные – уплотнение зазоров между деталями. Наиболее обширная группа смазок – антифрикционные, которые в свою очередь делятся на подгруппы, обозначаемые индексами:

С –среднеплавкие (солидолы); температурный диапазон до 700°С;

О –общего назначения до 110°С;

М –многоцелевые от –30 до 130°С;

П –приборные;

52Х –химически стойкие;

Ж –жаростойкие (термостойкие) более 150°С;

Н –низкостойкие (морозостойкие) ниже –40°С;

Кроме назначения и области применения, в классификационном обозначении смазок указывают тип загустителя, рекомендуемый температурный диапазон применения и консистенцию.

Загуститель обозначают первыми двумя буквами металла, входящего в состав мыла: кальциевое - Ка, натриевое - На, литиевое - Ли, смешанное литиево-кальциевое - Ли-Ка. Рекомендуемый температурный диапазон применения указывают в виде дроби: в числителе - уменьшенная в 10 раз без знака минус минимальная, а в знаменателе - уменьшенная в 10 раз максимальная температура применения. Консистенцию смазки обозначает число пенетрации, определяемое глубиной погружения стандартного металлического конуса в смазку. Чем больше число пенетрации, тем мягче смазка. Например, МЛи4/13-3 (Литол-24): М -многоцелевая антифрикционная, Ли - загущена литиевым мылом, работоспособна в условиях повышенной влажности; 4/13 -рабочий интервал температур от - 40 до 130°С; 3 - класс густоты; Литол-24 – название пластичной смазки.

Пенетрация характеризует консистенцию или степень мягкости пластичных смазок. Пенетрацию (число проницаемости) определяют на лабораторном пенетрометре ЛП глубиной погружения в испытуемую смазку стандартного по форме и массе тела (конуса или иглы) за 5 с при заданной нагрузке и температуре. Число проницаемости (пенетрации) выражается целым числом десятых долей миллиметра глубины погружения конуса или иглы в смазку.

Изменение числа пенетрации пластичных смазок при хранении в условиях эксплуатации указывает на изменение ее структуры. Такую смазку необходимо быстрее использовать.

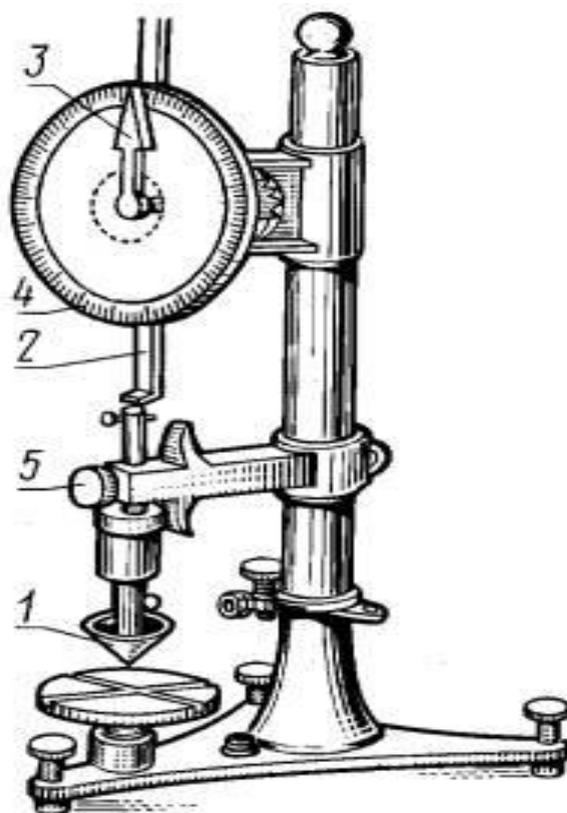
В таблице 4 приведены значения чисел пенетрации при 25°С для некоторых пластичных смазок, применяемых в сельском хозяйстве.

**Проведение испытаний.** Лабораторный пенетрометр ЛП (рис.21) состоит из штатива с плитой, на которой установлены круглый уровень и столик. Его положение по высоте можно регулировать. На штативе укреплен кронштейн с плунжером, индикатор 4 и зеркало. Плунжер свободно перемещается в направляющей втулке и фиксируется с помощью зажима.

Пусковая кнопка 5 служит для освобождения плунжера. К плунжеру прикреплены игла с грузом и конус 1. Индикатор состоит из кремальеры 3, с осью шестерни которой соединена стрелка 5. Стрелка соединяется с осью шестерни на конусе, поджимаемой пружиной и может устанавливаться на нуль при любом положении рейки кремальеры.

Таблица 4 - Значения чисел пенетрации пластичных смазок при 25 °С

Смазка	Пенетрация при 25°С	Коллоидная стабильность, %
Солидол С	270...330	1...5
Пресс- солидол	330...360	2...10
Графитная УСсА	250...270	05...4
Литол- 24	220...250	8...12
Фиол-1	310...340	15...20
Униол-1	280...320	2...7
ЦИАТИМ-221	280...320	4...7
ЦИАТИМ-201	290...320	16...30
Лита	290...320	15...20
Смазка №158	305	8...15
КСБ	245...275	4...8



1 - конус; 2 - кремальера; 3 - стрелка циферблата; 4 - циферблат; 5 - пусковая кнопка

Рисунок 21 - Лабораторный пенетромтр ЛП.

Стеклянный стакан с тщательно перемешанной испытуемой смазкой помещают на столик и выравнивают поверхность смазки. Избыток смазки

снимают. С помощью зажима перемещают кронштейн по стойке, так, чтобы наконечник конуса коснулся поверхности смазки. Положение наконечника контролируют с помощью зеркала. При этом необходимо предотвратить возможность соприкосновения конуса со стенкой стакана. Рейку снабженную сферическим наконечником, перед измерением подводят к установленному и зафиксированному зажимом плунжеру, после стрелку устанавливают на нуль по шкале (360 делений ценой 0,1 мм). При установке индикатора следят за тем, чтобы осталось необходимая длина хода рейки кремальеры 2 (30...35мм). Этого достигают смещением стойки. Затем одновременно включают секундомер и нажимают кнопку 5. Конус свободно погружается в смазку в течение 5с, после чего отпускают рейку до соприкосновения с плунжером, при этом передвигают стрелку 3 индикатора.

После отчета показаний по шкале индикатора приподнимают кремальеру и плунжер с конусом, тщательно очищают конус от смазки, выравнивают поверхность испытуемой смазки в стаканчике и повторяют опыт.

За результаты испытания принимают среднее арифметическое четырех последовательных определений:

$$h_{CP} = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{4}. \quad (5.1)$$

По результатам лабораторных исследований определяют марку пластичной смазки, и соответствие показателей качества требованиям стандарта, указывают область применения данной смазки (Приложение 5).

### **Контрольные вопросы.**

1. Что характеризует число пенетрации пластичных смазок?
2. Дать описание установки для определения числа пенетрации пластичных смазок.
3. Что принято принимать за результат испытания при определении числа пенетрации пластичных смазок?
4. На что указывает изменение числа пенетрации пластичных смазок при хранении и в эксплуатации?
5. Что входит в состав пластичных смазок?
6. Для чего нужны антифрикционные смазки?
7. Классификация пластичных смазок.
8. Какие требования должны соблюдаться при определении числа пенетрации пластичных смазок?
9. Какими индексами обозначают обширную группу антифрикционных смазок?
10. Дать описание методики определения числа пенетрации пластичных смазок.
11. Где применяется пластичные смазки?
12. Как влияет изменение температуры на параметры пластичных смазок?
13. Зарубежная классификации по пластичным смазкам.

## Лабораторная работа №6

### Тема: Определение условной вязкости и индекса вязкости ИВ

**Цель работы.** Определение условной вязкости и индекса вязкости ИВ; ознакомление приборами и методикой проведения испытаний.

#### Оборудование и приборы.

1. Прибор для определения условной вязкости ВУ-М;
2. Термометры;
3. Лабораторная посуда.

#### Теоретическая часть.

Условной или относительной вязкостью называется отношение времени истечения (из стандартного вискозиметра) 200 мл испытуемой жидкости при температуре опыта во времени истечения 200 мл дистиллированной воды при температуре +20°C.

Условная вязкость является безразмерной величиной, показывающей, во сколько раз вязкость нефтепродукта больше вязкости воды. Условной вязкостью широко пользуются в производственных условиях, но для расчетов она непригодна.

В России условную вязкость определяют вискозиметром Энглера, выражают в градусах и обозначают ВУ (вязкость условная при данной температуре).

Между условной и кинематической вязкостью установлена эмпирическая зависимость, которая выражается следующими приближенными формулами:

$$\text{для } \nu \text{ от } 1 \text{ до } 120 \text{ мм}^2/\text{с} \quad \nu_t = 7,31 \cdot \text{ВУ}_t - 6,31/\text{ВУ}_t, \quad (6.1)$$

$$\text{для } \nu > 120 \text{ мм}^2/\text{с} \quad \nu_t = 7,4 \cdot \text{ВУ}_t \text{ или } \text{ВУ} = 0,135 \cdot \nu_t. \quad (6.2)$$

Этими формулами можно пользоваться при переводе кинематической вязкости в градусы условной вязкости для практической оценки нефтепродукта. Обратный перевод градусов ВУ в мм<sup>2</sup>/с для расчетных целей делать не рекомендуется, так как определение, условной вязкости недостаточно точно, а главное, условная вязкость не отражает физических свойств жидкости.

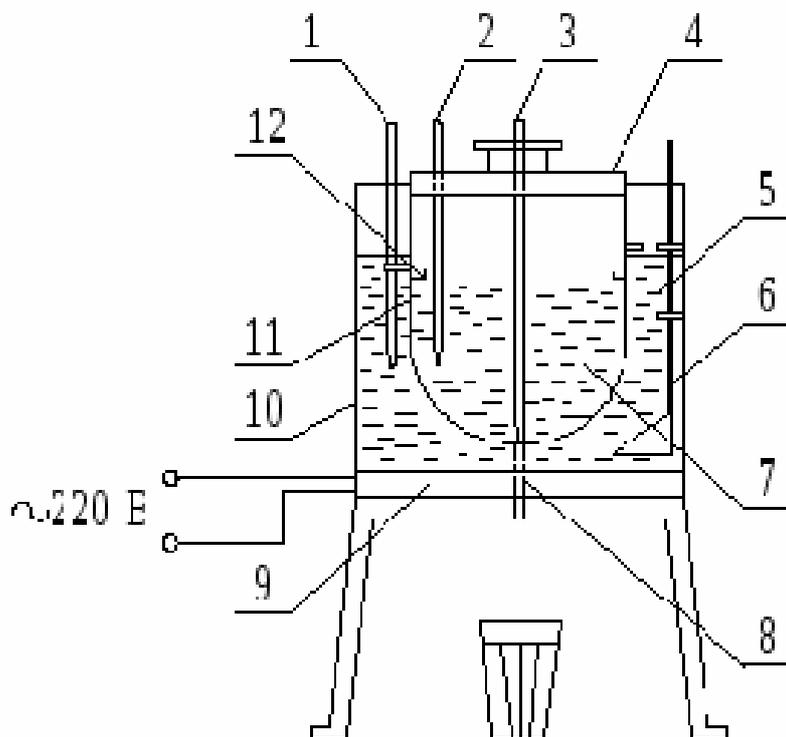
Общий вид прибора для определения условной вязкости показан на рисунке 22.

Вискозиметр типа ВУ (рис. 22) состоит из латунного резервуара 11 со сферическим дном и алюминиевой ванны 10. В резервуар заливается испытуемая жидкость 7, в ванну - масло или вода 5 для более равномерного нагрева испытуемого масла.

Ко дну резервуара припаяна калиброванная сточная трубка 8 из нержавеющей стали с отполированной внутренней поверхностью.

Резервуар закрывается пустотелой латунной крышкой 4 с двумя сквозными отверстиями: боковое служит для установки термометра 2 для измерения температуры испытуемой жидкости; центральное - для стержня 3, закрывающего отверстие сточной трубки.

На внутренней стороне резервуара 11 укреплены три штифта 12, служащие указателем продольного уровня жидкости и позволяющие проверить горизонтальность установки прибора.



1,2 – термометры; 3 – стержень; 4 – латунная крышка; 5 – масло или вода;  
6 – мешалка; 7 – испытываемая жидкость; 8 – сточная трубка; 9 – нагревательный элемент; 10 – алюминиевая ванна; 11 – латунный резервуар; 12 – штифт

Рисунок 22 - Схема вискозиметра типа ВУ.

Алюминиевая ванна 10 снабжена зажимом для крепления термометра 1, служащего для измерения температуры в ванне, и кронштейном для мешалки 6, служащей для перемешивания заливаемой в ванну термостатной жидкости.

Объем испытываемой жидкости, вытекающей через сточную трубку, измеряется мерной колбой. Прибор имеет электрический подогрев (нагревательный элемент) 9.

Водное число вискозиметра устанавливается заранее по времени истечения 20 мл дистиллированной воды при 20°C через калиброванное отверстие трубки, диаметр которой 2,8 мм. Водное число должно находиться в пределах от 50 до 52 сек.

#### **Проведение испытаний.**

В чистый и сухой внутренний сосуд вискозиметра заливают испытываемый нефтепродукт так, чтобы три острия крючков виднелись на поверхности и были на одном уровне. Уровень регулируют установочными винтами.

Ванну осторожно подогревают электронагревателем до заданной температуры (для дизельного топлива до 21°C, тогда во внутреннем сосуде дизельное топливо будет иметь температуру 20°C, для моторных масел 40°C). По достижении этой температуры под калиброванное отверстие подставляют колбу, поднимают штифт, закрывающий калиброванное

отверстие, и включают секундомер. После истечения 200 мл нефтепродукта (пену в расчет не принимать) секундомер выключают, штифт закрывают и снова повторяют опыт. Среднее арифметическое время истечения 200 мл нефтепродукта переводят в секунды и делят на водное число вискозиметра. Частное от деления дает условную вязкость исследуемого продукта.

$$ВУ = \tau_{cp} / a, \quad (6.3)$$

где  $\tau_{cp}$  - время истечения нефтепродукта, сек;

$a$  – водное число вискозиметра, сек.

В таблице 5 представлены значения перевода кинематической вязкости в условную.

Таблица 5 - Перевод кинематической вязкости в условную

Сантистоксы	Услов. градусы	Сантистоксы	Услов. градусы	Сантистоксы	Условные градусы
1,00	1,00	8,00	1,6	15,00	2,37
2,00	1,10	9,00	1,76	16,00	2,48
3,00	1,20	10,00	1,86	17,00	2,60
4,00	1,29	11,00	1,96	18,00	2,72
5,00	1,39	12,00	2,05	19,00	2,83
6,00	1,48	13,00	2,15	20,00	2,95
7,00	1,57	14,00	4,26	21,00	3,07
22,0	3,19	31,0	4,33	40,0	5,50
23,0	3,31	32,0	4,46	45,0	6,16
24,0	3,43	33,0	4,59	50,0	6,81
25,0	3,56	34,0	4,72	55,0	7,47
26,0	3,68	35,0	4,85	60,0	8,13
27,0	3,81	36,0	4,98	65,0	8,80
28,0	3,95	37,0	5,11	70,0	9,48
29,0	4,07	38,0	5,24	75,0	10,15
30,0	4,20	39,0	5,37		

### Определение вязкостно-температурных свойств моторного масла

**Общие сведения.** Вязкость служит основным параметром моторных масел. По нему масла маркируют. От вязкости моторного масла при рабочих температурах в двигателе зависит качество смазывания трущихся деталей и их износ.

Вязкость моторного масла изменяется в зависимости от температуры: с повышением температуры вязкость понижается. Интенсивность изменения вязкости масла при изменении температуры у различных моторных масел неодинакова. Характер вязкостно-температурной кривой оценивается индексом вязкости (ИВ).

Индекс вязкости характеризует изменение вязкости масел в зависимости от температуры, то есть пологость вязкостно-температурной кривой масла.

Вязкость моторных масел с высоким индексом при изменении температуры изменяется незначительно, а вязкость масел с низким индексом - значительно.

Индекс вязкости масел оценивают в условных единицах. Определяют его способом сравнения кривой вязкости испытуемого масла с аналогичными кривыми двух эталонных масел. Одно из них характеризуется очень полой кривой, его индекс вязкости принят за 100 единиц, другой - крутой кривой, индекс вязкости принят за 0 единиц. Вязкость эталонных и испытуемого масел одинакова при температуре 100°C.

Моторные масла с более высоким индексом вязкости обладают лучшими технико-эксплуатационными свойствами. Для повышения индекса вязкости в моторные масла добавляют вязкостные присадки.

Загущенными называются масла, содержащие вязкостную присадку. Маловязкое минеральное масло характеризуется полой кривой. В это масло добавляют вязкостные присадки (полиизобутилены и полиалкилметакрилаты). Получают загущенное моторное масло, вязкость которого при 100°C увеличена за счет добавления вязкостной присадки, а вязкость при 0° с примерно такая же, как и у маловязкого незагущенного минерального масла. Таким образом, получают загущенное масло с полой вязкостно-температурной кривой и высоким индексом вязкости.

Загущенные масла обладают хорошими вязкостно-температурными свойствами и текучестью при низких температурах, способствуют легкому и быстрому пуску двигателя в холодное время года, образуют небольшое количество нагара и обеспечивают минимальные потери мощности на трение, что ведет к экономии топлива.

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

#### **Обработка результатов.**

Индекс вязкости ИВ вычисляют по формулам:

$$ИВ = \frac{v - v_1}{v - v_2} \cdot 100\%; \quad (6.4)$$

$$ИВ = \frac{v - v_1}{v_3} \cdot 100\%. \quad (6.5)$$

где  $v$  - кинематическая вязкость масла при 40°C с индексом вязкости, равным 0, обладающего при 100°C такой же кинематической вязкостью, как испытуемое масло, мм<sup>2</sup>/с (сСт);  $v_1$  - кинематическая вязкость испытуемого масла при 40° С, мм<sup>2</sup>/с (сСт);  $v_2$  - кинематическая вязкость масла при 40°C с индексом вязкости, равным 100, обладающего при 100°C такой же кинематической вязкостью, как испытуемое масло, мм<sup>2</sup>/с (сСт),

По этим формулам вычисляют ИВ, если кинематическая вязкость масла при 100°C находится в пределах 2...70 мм<sup>2</sup>/с (сСт).

Значения  $v$  и  $v_3$  берут из приложения 6. Если для найденного значения кинематической вязкости испытуемого моторного масла в этой таблице не указаны  $v$  и  $v_3$ , но оно находится в диапазоне приведенных значений, то  $v$  и  $v_3$  рассчитывают методом линейной интерполяции.

Индекс вязкости моторного масла округляют до целого числа. Точность расчета при 95%-ной доверительной вероятности должна соответствовать данным таблицы 6.

Если для измеренного значения кинематической вязкости испытуемого масла в таблице 6 не указана точность, но эти значения находятся в диапазоне приведенных значений, их рассчитывают методом линейной интерполяции.

Таблица 6 - К определению индекса вязкости.

Кинематическая вязкость при 100°С, мм <sup>2</sup> /с (сСт)	Точность			
	ИВ = 0		ИВ = 100	
	Повторяемость	Воспроизводимость	Повторяемость	Воспроизводимость
4	2,4	4,8	1,7	3,4
6	2,1	4,2	1,3	2,6
8	1,9	3,7	1,1	2,2
15	1,5	3,0	0,7	1,4
30	1,2	2,5	0,4	0,9

Пример расчета. В результате проведенных испытаний было установлено, что вязкость испытуемого моторного масла при 40°С равна 61,58 мм<sup>2</sup>/с (сСт), а при 100°С - 8 мм<sup>2</sup>/с (сСт).

По таблице в приложении 6 находим  $V = 100$ ,  $V_3 = 40,4$  мм<sup>2</sup>/с (сСт).

Полученные данные подставляем в уравнение 6.5.

$ИВ = [(100-61,58)/ 40,4] 100 = 95,1$ .

По таблице 6 находим повторяемость и воспроизводимость для кинематической вязкости 8 мм<sup>2</sup>/с (сСт): ИВ = 0 повторяемость 1,9, воспроизводимость 3,7. ИВ = 100 повторяемость 1,1, воспроизводимость 2,2.

По этим данным интерполяцией для ИВ - 95 получают повторяемость 1,14, воспроизводимость 2,28.

### Контрольные вопросы

1. Дайте определение вязкости.
2. Чем отличается кинематическая вязкость от динамической?
3. Вязкость при каких контрольных температурах необходимо знать для расчета индекса вязкости по ГОСТ 53371-97?
4. Объясните определение «условная вязкость».
5. Объясните определение «индекс вязкости».

6. Что такое вязкостно-температурные свойства масел и какими показателями они оцениваются?

7. Как влияет вязкость на эксплуатационные свойства масел?

8. Единицы измерения кинематической и динамической вязкости.

9. Как изменяется вязкость с увеличением температуры?

## Лабораторная работа №7

### Тема: Исследование качества низкотемпературных охлаждающих жидкостей

**Цель работы.** Исследование качества низкотемпературных охлаждающих жидкостей, ознакомление приборами и методикой проведения испытаний.

#### Оборудование и приборы.

1. Гидрометр;
2. Лабораторная посуда;
3. Ареометр;
4. Образцы охлаждающей жидкости.

#### Теоретическая часть.

Низкотемпературные охлаждающие жидкости (антифризы, ТОСОЛ) широко используются в системах охлаждения двигателей внутреннего сгорания. Низкотемпературные охлаждающие жидкости могут быть на основе солей, спиртов, глицерина и гликолей

**Солевые антифризы.** Если добавить в воду около 23% обычной поваренной соли (NaCl), то этот раствор не замерзнет при температуре до минус 21°C, если добавить 30% CaCl<sub>2</sub>, то вода не замерзнет до минус 55°C, а добавление приблизительно 20% MgCl<sub>2</sub> – снижает температуру замерзания воды до минус 33°C. На этом принципе разрабатывались солевые антифризы типа "Асол". Однако они вызывают сильную коррозию, а при постепенном выкипании воды вся соль остается на стенках системы охлаждения.

**Спиртовые антифризы.** Спиртовые антифризы обладают высокой испаряемостью, низкой температурой кипения (метанол - 64,5°C, этанол - 78°C, изопропанол - 82,7°C) и высокой пожароопасностью.

Этиленгликоль C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> (ОН)<sub>2</sub> - двухатомный спирт, представляет собой ядовитую жидкость без цвета и запаха, хорошо смешивается с водой в любых соотношениях, плотность при 20°C составляет 1113 кг/м<sup>3</sup>, замерзает при - 11,5°C.

Однако при смешивании этиленгликоля с водой температура застывания смеси ниже, чем каждого из компонентов (рис.23) При смешивании этиленгликоля с водой в различных соотношениях можно получить смеси, замерзающие от 0 до - 70...-75°C.

В связи с тем, что этиленгликоль и вода обладают различной плотностью, при смешивании их в различных соотношениях меняется плотность антифриза. По плотности антифриза можно судить о его температуре замерзания.

В наибольшем количестве в этиленгликолевые антифризы добавляют ингибиторы коррозии, которые условно можно разделить на 3 группы: 1) на

основе азота, фосфора и бора; 2) на основе метасиликатов; 3) на основе карбоксилатов.

К первой группе относятся амины  $RN(H)_x$ , нитриты  $NaNO_2$ , бензатризол  $C_6H_5N_3$ , фосфаты ( $NaHPO_4 \cdot 12H_2O$ ,  $Na_3PO_4 \cdot 12H_2O$ ,  $Na_5P_3O_{10}$ ), бораты  $NaBO_2 \cdot H_2O$ , декстрин и другие неорганические ингибиторы на основе N, P и B. Эти ингибиторы коррозии являются самыми старыми и токсичными и в настоящее время используются для производства более низкосортных антифризов.

Неорганические ингибиторы коррозии на основе метасиликатов  $MeSiO_3$ , в частности  $NaSiO_3$ , образуют на поверхности металла защитный слой, достигающий порой 0,5 мм. Защищая металл от коррозии, этот слой одновременно значительно ухудшает теплоотвод (до 50%) за счет своей низкой теплопроводности. В данном случае он работает как изолятор, ухудшающий теплопередачу. Кроме того, присутствие метасиликатов в антифризе способствует образованию осадка из окиси кремния (кварцевый песок), закупоривающего узкие каналы системы охлаждения двигателя и вызывающего ускоренный износ подшипников водяного насоса.

Органические карбоксилатные ингибиторы коррозии  $R_2Me(OCOR)_2$  - охлаждающие жидкости, марки «CoolStream», в частности, обладают повышенной эффективностью охлаждения двигателя. Они образуют защитный слой только в местах образования коррозии толщиной 0,0006 мм (60 ангстрем). При этом на остальной внутренней поверхности не образуется защитный слой, ухудшающий теплоотвод. Эти ингибиторы коррозии являются самыми современными.

Антифризы, производимые по карбоксилатной технологии, стабильны практически весь период эксплуатации. За счет «адресной» защиты расход присадок происходит гораздо медленнее нитритных или силикатных, поэтому, например, ресурс эксплуатации антифриза марки CoolStream Premium составляет 250000 км или 5 лет эксплуатации; антифризы с силикатными ингибиторами - 100000 км или 3 года эксплуатации, с нитридными - 60000 км или 2 года.

Карбоксилатные антифризы не агрессивны по отношению к пластиковым, эластомерным, резино-силиконовым и другим материалам, используемым в системе охлаждения двигателей автомобилей. Карбоксилатные антифризы не образуют засоров и отложений в системе охлаждения двигателя в процессе всего периода эксплуатации. Карбоксилатные антифризы обладают высокой стабильностью свойств и не образуют в процессе эксплуатации осадков.

Основной причиной износа водяного насоса является физический процесс - гидродинамическая кавитация. Этот процесс представляет собой образование и схлопывание пузырьков газа охлаждающей жидкости у поверхности движущихся лопастей насоса. При схлопывании пузырьков происходят гидродинамические микроудары по поверхности лопасти, вырывающие молекулы, а при длительном воздействии происходит образование каверн (раковин) и разрушение лопастей. К сожалению ни одна

из существующих охлаждающих жидкостей не может химическим способом полностью предотвратить данное физическое явление. Однако, в отличие от традиционных охлаждающих жидкостей, карбоксилатные антифризы, благодаря «адресной» защите, снижают воздействие кавитации и увеличивают срок эксплуатации водяного насоса до 50%.

В антифризе и тосоле содержится этиленгликоль, он ядовит (смертельная доза при приеме внутрь - 50 мл.), поэтому в настоящее время получают распространение антифризы на основе пропиленгликоля  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2(\text{OH})$ .

Пропиленгликоль представляет собой бесцветную густую жидкость без запаха со сладким вкусом. Плотность пропиленгликоля немного выше плотности воды и составляет 1,03 г/л при 20°C, температура застывания: -60°C. Водные растворы с концентрацией пропиленгликоля 60% замерзают при температуре около -70°C. Точное определение температуры замерзания затруднено из-за высокой вязкости и склонности растворов к переохлаждению. Пропиленгликолевые водные растворы по сравнению с этиленгликолевыми при одной и той же концентрации имеют несколько более высокую температуру замерзания. В отличие от этиленгликоля, диэтиленгликоля и некоторых других гликолей пропиленгликоль в малых и средних дозах безопасен для организма и может применяться в пищевой промышленности. Пропиленгликоль в отличие от многих других гликолей нетоксичен, не опасен даже при длительном вдыхании паров и не вызывает отравления при случайном приеме внутрь. Практически во всех странах пропиленгликоль признан безопасным для использования в составе в продуктах питания (ему присвоен код E-1520), лекарственных, парфюмерных и косметических средствах.

Промышленность выпускает антифризы марок 40,65 и концентрат марки 40к (табл.7).

Таблица 7 – Показатели антифризов марок 40,65 и 45к

Показатель	Норма для марки		
	40	65	45к
Цвет	Светло-желтый	Оранжевый	Желтый
Плотность при 20°C, кг/м <sup>3</sup>	1067...1072	1085...1090	1110..1115
Состав, % масс. этиленгликоль, не менее	52	64	94
Вода, не более	47	35	5
Температура замерзания, не выше	-40	-65	-
Температура применения, °C	-40...+95	-60...+95	-

Антифриз марки 40 предназначен для эксплуатации двигателей в зимнее время в средней полосе.

Антифриз марки 65 выпускается для эксплуатации двигателей в холодное время года в районах Севера и Сибири. При смешивании 1 л концентрата 40к с 0,73 л воды получают охлаждающую жидкость марки 40.

Этиленгликоли обладают коррозионными свойствами, поэтому в низкозамерзающие охлаждающие жидкости вводят противокоррозионные присадки (декстрин, динатрийфосфат, молибденовокислый натрий). Декстрин - это углевод типа крахмала, его вводят в антифриз в количестве 1 г/л. Он защищает от коррозии алюминий, медь и свинцовооловянный припой. Некоторая часть декстрина (5...10%) не растворяется в антифризе и находится в нем в виде коллоида. Поэтому антифриз становится несколько мутным. Декстрин при хранении может выпасть в осадок, антифриз приобретает прозрачность. Антифриз мутный или с выпавшим осадком декстрина пригоден к употреблению.

Динатрийфосфат вводят в количестве 2,5...3,5 г/л. Он предотвращает коррозию стальных, чугунных и частично медных деталей.

Молибденовокислый натрий вводят в антифриз в количестве 7...8 г/л для предупреждения коррозии цинковых и хромовых покрытий.

Применяется также низкозамерзающая охлаждающая жидкость Тосол. Выпускают три марки этой жидкости: «Тосол А-40», «Тосол А- 65» и «Тосол А». Все они окрашены в голубой цвет. Тосол применяют всесезонно. В него добавляют антикоррозионные и антипенные присадки.

Тосол А представляет собой концентрат, при разбавлении которого на 50% дистиллированной водой получают антифриз с температурой кристаллизации - 35° С. При соответствующем разбавлении концентрата дистиллированной водой получают «Тосол А – 40» с температурой замерзания - 40° С и «Тосол А – 65» с температурой замерзания - 65°С.

Марку Тосола можно определить по его плотности при 20°С, которая для «Тосола А» составляет 1120...1140 кг/м<sup>3</sup>, для «Тосола А – 40» - 1075...1085, для «Тосола А- 65» - 1085...1095 кг/м<sup>3</sup>.

Этиленгликолевые охлаждающие жидкости - сильные яды, поэтому с ними следует работать осторожно.

#### **Концентрат ОЖК «Тосол» - «ТОРСА» и жидкости охлаждающие ОЖ-40 «Тосол» - «ТОРСА» и ОЖ-65 Тосол -«ТОРСА»**

Концентрат ОЖК «Тосол» - «ТОРСА» и жидкости охлаждающие ОЖ-40 «Тосол» - «ТОРСА» и ОЖ-65 «Тосол» - «ТОРСА» представляют собой этиленгликоль, содержащий антикоррозионные, антивспенивающие, стабилизирующие и красящие добавки (таблица 8).

Тосол не содержит в своем составе нитрит - натриевые соединения, вторые в соответствии с письмом Заместителя Главного Государственного санитарного врача РФ № М/193 - 11 от 01.10.96г., необходимо исключить из состава тосолов как канцерогенные для человека.

Составы охлаждающих жидкостей определяют их низкотемпературные свойства:

- температура начала кристаллизации ОЖ-40 «Тосол» - «ТОРСА» не выше 40°С;

- температура начала кристаллизации ОЖ-65 «Тосол»- «ТОРСА» не выше 65°С.

Таблица 8 - Показатели качества концентрата ОЖК «Тосол» - «ТОРСА» жидкостей ОЖ-40 «Тосол» - «ТОРСА» и ОЖ - 65 «Тосол» - «ТОРСА» ТУ 6-15-2007-98 с изм. №1-3

Наименование	Норма		
	Концентрат ОЖК	ОЖ-40	ОЖ-65
	Однородная подвижная прозрачная жидкость от ярко-голубого до темно-синего цвета без механических примесей		
Плотность при 20°С, г/см <sup>3</sup>	1,115...1,135	1,075...1,085	1,085...1,100
Температура кипения при давлении 101,3 кПа (760 мм.рт.ст.), °С, не ниже	160	108	110
Температура начала кристаллизации °С, не выше	- 35°	-40°	- 65°
Массовая доля воды, % не более	5	-	-
Вспениваемость: объем пены 88°С через 5 мин, см <sup>3</sup> , не более	30	30	30
Время исчезновения пены, не более	5 при разб. дист. водой аб.соот. 1:1	3	3
Набухание резины (изменение объема при температуре 100°С в течение 70 часов), стандартные образцы резины 57-5006 (ТУ 38 –105-250-91) код ТРП 100-60, % не более	5	5	5
Стандартные образцы резины 57-7011(ТУ 38-105-262-78) код ТРП 100-60, %, не более	5	5	5
Щелочность, см <sup>3</sup> , не менее	10	10	10
Устойчивость к жесткой воде	отсутствие расслоения, осадка		

### **Концентрат смазочно-охлаждающей жидкости СОЖ «ТОРСА».**

Концентрат СОЖ «ТОРСА» (таблица 9) представляет собой смесь минерального масла, эмульгаторов и ингибиторов коррозии, которая при смешивании с водой образует мелкодисперсную эмульсию, предназначенную для применения в виде 2...15% водной эмульсии при лезвийной и абразивной к черных и цветных металлов и сплавов.

Таблица 9 - Показатели качества СОЖ «ТОРСА» ТУ 0258 - 003-49254410-2001

Наименование показателя	Норма
<b>Концентрат СОЖ «ТОРСА»</b>	
Внешний вид	Однородная маслянистая жидкость коричневого цвета
Запах	Специфический, не раздражающий
Вязкость кинематическая, мм <sup>2</sup> /с, при 50°С, не более	100,0
Кислотное число, мг КОН/г не более	40,0
Биостойкость концентрата: зона ингибирования, мм, не менее	25
<b>3% водная эмульсия</b>	
Внешний вид	Полупрозрачная, однородная жидкость молочного цвета со слегка желтоватым оттенком
Стабильность эмульсии после 24 часов выдержки	Выдерживает
Водородный показатель, рН при 20°С	8,0...10,0
Склонность к пенообразованию, см <sup>3</sup> , не более	500
Устойчивость пены, см <sup>3</sup> , не более	200
Коррозионная агрессивность по отношению к черным металлам: -метод контактных пар -3% эмульсия -2% эмульсия -метод отпечатков	Гарантирована (выдерживает 168 ч). Гарантирована (выдерживает 5 ч). 0

### **Жидкость стеклоомывающая**

Жидкость стеклоомывающая предназначена для чистки ветровых стекол автомобиля при низких температурах. Жидкость эффективно удаляет жировые, сажевые и другие загрязнения. Жидкость стеклоомывающую заливают в бачок омывателя ветровых стекол автомобиля.

Стеклоомывающую жидкость можно использовать, разбавляя питьевой водой, в зависимости от температуры окружающего воздуха (таблица 10) .

В состав стеклоомывающей жидкости входят:

- ПАВы;
- аммиак водный технический;
- спирт этиловый синтетический денатурированный;
- вода питьевая.

Состав стеклоомывающей жидкости должна быть без метанола.

Таблица 10 – Состав стеклоомывающей жидкости в зависимости от температуры.

Жидкость стеклоомывающая (марка А - концентрат)		Жидкость стеклоомывающая (марка Б - концентрат)	
Температура, °С	Количество воды	Температура, °С	Количество воды
-20 С	Не разбавлять	-30 °С	Не разбавлять
-12°С	1:1	-15°С	1:1
-7°С	1:2	-9°С	1:2
		-5°С	1:4

**Проведение испытаний.** Состав антифриза определяют гидрометром. Существуют специальные ареометры и гидрометры, с помощью которых измеряют содержание этиленгликоля в антифризе и температуру его замерзания. При проведении опыта температура антифриза должна быть 20°С, для чего антифриз, налитый в цилиндр, выдерживают в термостатирующем устройстве в течение 15 мин. В этом случае не требуется вводить в полученный результат температурных поправок.

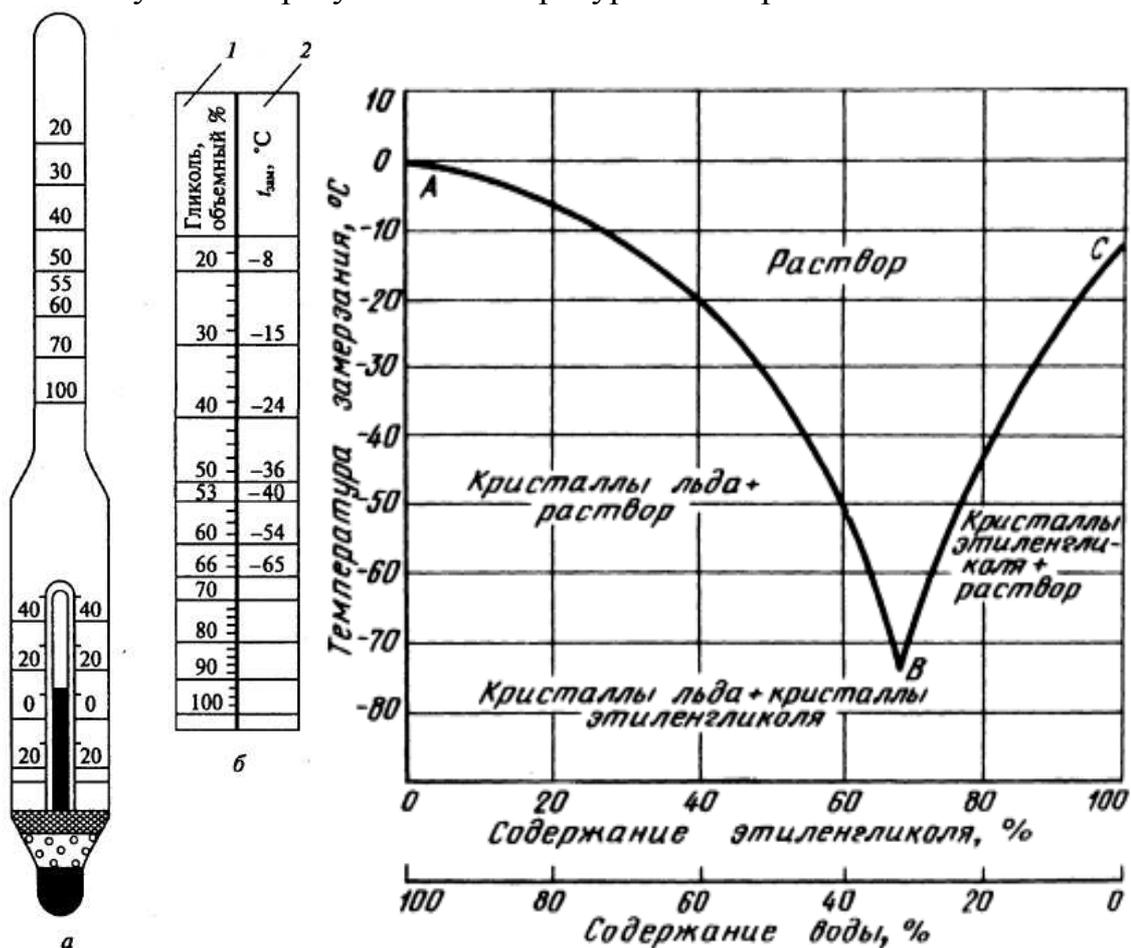


Рисунок 23 - Гидрометр (а) и его шкала (б), (в) кривая кристаллизации водоэтиленгликолевых смесей.

Осторожно опускают гидрометр в цилиндр с антифризом. После того как гидрометр установился, по верхней границе мениска отсчитывают на шкале значения состава антифриза и температуры застывания. Если определение состава антифриза производилось не при 20°C, то в показания гидрометра вносят поправку (табл.11)

В первой графе таблицы находят температуру, при которой проводится опыт, а по горизонтальной строке - показания гидрометра при температуре опыта. Затем в том же столбце, но в строке, соответствующей 20°C, находят истинное содержание этиленгликоля в антифризе.

Таблица 11 - Температурная поправка при определении содержания этиленгликоля в охлаждающих жидкостях

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

### Расчет, приготовление и анализ смеси.

Если показатели качества испытуемого образца не соответствуют нормам на марку антифриза, указанную в задании, то рассчитывают соотношения, в которых данный образец должен быть смешан с водой либо с этиленгликолем с тем, чтобы смесь удовлетворяла техническим требованиям на установленную заданием марку антифриза.

При добавке этиленгликоля расчет выполняют по формуле:

$$x = \frac{a - b}{b - k} \cdot V, \quad (7.1)$$

где:

x – количество добавляемого этиленгликоля в мл на V мл испытуемого образца;

a – объемный процент воды в испытуемом образце;

b – объемный процент в исправленном антифризе (в смеси), % об.;

k – объемный процент воды в добавляемом этиленгликоле, % об..

При расчете количества добавляемой воды используют формулу:

$$y = \frac{c - d}{d} \cdot V, \quad (7.2)$$

где:

y – количество добавляемой воды в миллилитрах на V миллилитров испытуемого образца;

c – объемный процент этиленгликоля в испытуемом образце, % об.;

d – объемный процент этиленгликоля в исправленном антифризе (в смеси), % об..

Вычислить  $x$  или  $y$  на величину  $V = 150$  мл, принимая в соответствии с ГОСТ 150-52 для антифриза марки 40  $b = 45\%$ ;  $d = 55\%$ ; для антифриза марки 65  $b = 35\%$ ;  $d = 65\%$ .

### **Контрольные вопросы.**

1. Какие требования предъявляются к охлаждающим жидкостям?
2. Достоинства и недостатки воды как охлаждающей жидкости.
3. Что называется жесткостью воды? Единицы измерения жесткости.
4. Какие соли, присутствующие в воде, дают накипь в системе охлаждения?
5. Перечислите основные способы умягчения воды. В чем их суть?
6. Способы удаления накипи из системы охлаждения, их краткая характеристика.
7. Низкозамерзающие охлаждающие жидкости. Антифризы и тосолы (А-40, А-65) их состав.
8. Определение температуры кристаллизации низкозамерзающей жидкости при помощи гидрометра.
9. Меры предосторожности при обращении с охлаждающими жидкостями.

### **Лабораторная работа №8**

#### **Тема: Исследование качества тормозных жидкостей.**

**Цель работы.** Изучить свойства тормозных жидкостей, дать рекомендации по их применению.

#### **Оборудование и приборы.**

1. Образцы тормозных жидкостей;
2. Пробирки химические;
3. Вода;
4. Бензин.

#### **Теоретическая часть.**

Основное назначение тормозной жидкости - передача энергии от главного тормозного цилиндра к колесным цилиндрам, которые прижимают тормозные накладки к тормозным дискам или барабанам.

Рабочее давление в гидроприводе тормозов достигает 10 МПа, а температура тормозной жидкости в дисковых тормозах поднимается до 150...190°C. В результате постоянных колебаний температуры в тормозную систему через резиновые уплотнения проникает атмосферная влага. При этом тормозная жидкость «увлажняется», и, соответственно, снижается ее температура кипения.

Если в процессе эксплуатации температура кипения тормозной жидкости становится ниже 150°C, то при высоких скоростях движения и интенсивных торможениях создается опасность ее «закипания». При этом в жидкости выделяются пузырьки газа и пара, образуя паровые пробки, что может привести к отказу тормозов и возможности аварии.

Температура кипения тормозной жидкости - важнейший показатель, определяющий предельно допустимую рабочую температуру гидропривода тормозов.

При эксплуатации вследствие обводнения температура кипения тормозной жидкости неизбежно снижается, поэтому наряду с температурой кипения «сухой» тормозной жидкости определяют температуру кипения «увлажненной» жидкости, содержащей 3,5 % воды.

Температура кипения «увлажненной» жидкости косвенно характеризует температуру, при которой жидкость будет «закипать» через 1,5...2 года ее работы в гидроприводе тормозов автомобиля.

В последние годы основным направлением в улучшении качества тормозных жидкостей являлось увеличение температуры кипения, особенно в «увлажненном» состоянии. Это следует из данных, приведенных в таблице 12.

Тормозные жидкости должны обладать хорошими вязкостно-температурными характеристиками, антикоррозионными, смазывающими свойствами, достаточной совместимостью с резиновыми уплотнениями, стабильностью при высоких и низких температурах.

Таблица 12 - Температуры кипения «сухих» и «увлажненных» тормозных жидкостей

Марка жидкости	Температура кипения, «сухой» жидкости, °С	Температура кипения «увлажненной», °С
«Нева»	195	138
«Томь» (ДОТ-3)	220	155
«Роса» (ДОТ-4)	260	165

Современные тормозные жидкости представляют собой смеси различных эфиров с низкомолекулярными полимерами с добавлением антикоррозионных и антиокислительных присадок.

**Тормозная жидкость «Нева»** (ТУ 6-01-1163-78) - композиция на основе этилкарбитаола, содержит загущающую и антикоррозионные присадки. Работоспособна при температуре окружающего воздуха -40...+45°С. Применяют в гидроприводе тормозов и сцеплений старых моделей грузовых и легковых автомобилей (выпускало 1985 г.). Срок службы - не более одного года.

**Тормозная жидкость «Томь»** (ТУ 6-01-1276-82) разработана взамен жидкости «Нева». Композиция на основе этилкарбитаола и борсодержащего полиэфира, содержит загущающую и антикоррозионную присадку. Имеет лучшие эксплуатационные свойства, чем «Нева», более высокую температуру кипения. Совместима с «Невой» при смешивании в любых соотношениях.

Работоспособность при температуре окружающего воздуха от -40 до +45°С. Применяют в гидроприводе тормозов и сцеплений всех моделей грузовых и легковых автомобилей, за исключением переднеприводных

автомобилей ВАЗ. Срок службы жидкости «Томь» - 2 года.

**Тормозные жидкости «Роса ДОТ-4», «Роса-3» и «Роса»** (ТУ 2451 - 004-10488057-94) - высокотемпературные жидкости, представляющие собой композиции на основе борсодержащего полиэфира, содержат антиокислительные и антикоррозионные присадки.

Жидкости «Роса» и «Роса-3» отличаются от жидкости «Роса ДОТ-4» наличием в составе различных пластификаторов, однако из-за отсутствия сырья эти марки практически не выпускают. Жидкости имеют высокие значения температуры кипения (260°C) и температуры кипения «увлажненной» жидкости (165°C). Работоспособность в диапазоне температур окружающего воздуха от -40 до +45°C. Применяются в тормозных системах современных грузовых и легковых автомобилей, в том числе переднеприводных автомобилей ВАЗ. Совместимы с тормозными жидкостями «Томь» и «Нева» в любых соотношениях. Срок службы - 3 года.

**Тормозная жидкость БСК** (ТУ 6-101533-75) - смесь равных частей касторового масла и бутанола. За счет органического красителя окрашена в оранжево-красный цвет. Работоспособность при температуре окружающего воздуха от -20 до +30°C. Применяют в гидроприводе тормозов и сцеплений старых моделей грузовых и легковых автомобилей, за исключением автомобилей ВАЗ.

Для автомобилей, эксплуатируемых в районах Крайнего Севера, необходима специальная жидкость, у которой кинематическая вязкость при -55°C должна быть не менее 1500 мм<sup>2</sup>/с. Такая жидкость в России не вырабатывается, поэтому практикуется разбавление жидкостей «Нева» и «Томь» 18...20% (массовая доля) этилового спирта. Такая смесь работоспособна до -60°C, однако имеет низкую температуру кипения и не обеспечивает герметичности резиновых уплотнений. Поэтому разбавление жидкости спиртом - вынужденная мера, и по окончании зимней эксплуатации такую смесь следует заменить.

Зарубежными аналогами жидкостей «Нева» и «Томь» являются жидкости, соответствующие международной классификации ДОТ-3, которые имеют температуру кипения более 205°C, а аналогами жидкости «Роса»-жидкости ДОТ-4 с температурой кипения более 230°C.

Основными стандартами, определяющими характеристики синтетических тормозных жидкостей на гликолевой и силиконовой основе являются:

**116 DOT** (Американское Бюро Департамента Транспорта по Безопасности на Шоссе)

В настоящее время действительны три спецификации DOT: DOT 3, DOT 4, DOT 5.

**SAE J 1703** (Общество Американских Автомобильных Инженеров). С тех пор, как спецификации DOT 3 и DOT 4 получили широкое применение среди изготовителей автомобилей, ссылка на спецификацию SAE J 1703 стала реже.

**ISO 4925** (Международная Организация Стандартизации). Этот стандарт

очень напоминает DOT 3, но, тем не менее, на него тоже можно найти ряд ссылок.

Жидкости класса DOT 5.1, не содержащие силикона, иногда обозначают, как DOT 5.1 NSBBF, а силиконовые DOT 5, DOT 5 SBBF. Аббревиатура NSBBF означает “non silicon based brake fluids” (“тормозная жидкость, не основанная на силиконе”), а SBBF - “silicon based brake fluids” (“тормозная жидкость, основанная на силиконе”).

Тормозные жидкости на касторовой, гликолевой и силиконовой основах взаимно не совместимы, что необходимо иметь в виду при эксплуатации автомобилей.

На рынке Республики Татарстан имеется большая гамма тормозных жидкостей различных видов и фирм, например: Shell Donax YB (DOT 4), Shell Donax B (DOT 3), Рос DOT 4, Нева DOT 3, Томь DOT 3, Роса DOT 4, Торса DOT 4 и многие другие.

Основные характеристики гидротормозных жидкостей представлены в приложении 7.

#### **Проведение испытаний.**

1. Определение марки жидкости по цвету и запаху. Образцы тормозных жидкостей перелить в пробирки по 10 мл в каждую и рассмотреть в проходящем цвете, обращая внимание на их цвет, прозрачность и однородность.

Установить запах образцов жидкости, имея в виду, что жидкости ГТЖ-22 и «Нева» специфическим запахом не обладают, а жидкости на касторовой основе имеют запах спирта: жидкости БСК - бутилового, а жидкости ЭСК - этилового.

2. Проверка образцов жидкости на растворимость в воде и бензине. Жидкость влить в пробирку (3 мл), добавить такое же количество воды, встряхнуть и дать отстояться.

При добавлении к тормозным жидкостям на основе касторового масла воды они расслаиваются, жидкости на гликолевой основе перемешиваются с водой в любой пропорции.

При добавлении бензина к касторовым жидкостям происходит их полное перемешивание и образуется однородная смесь, с жидкостью на гликолевой основе бензин не смешивается, поэтому получается два четко разграниченных слоя.

3. Проверка тормозных жидкостей на смешивание. При проведении этого опыта надо помнить, что жидкости на одной основе смешиваются между собой, а жидкости на разных основах расслаиваются.

Для испытания налить в две пробирки по 1-5 мл тормозные жидкости на гликолевой и касторовой основе (например БСК и ГТЖ-22). В каждую из пробирок добавить столько же миллилитров ЭСК и встряхнуть. Затем дать смесям отстояться и по их состоянию сделать вывод о взаиморастворимости.

4. Определение температуры кипения. Подготовить образцы свежей и увлажненной (3,5% дистиллированной воды по массе) тормозных жидкостей.

В специальную пробирку налить испытуемый образец тормозной жидкости в количестве 20 мл.

Установить в пробирку термометр таким образом, чтобы его ртутный шарик полностью погрузился в жидкость. Пробирку установить в штатив над электроплиткой.

Включить плитку и измерить температуру кипения тормозной жидкости. Опыт провести с чистой и увлажненной тормозной жидкостью.

Результаты испытаний занести в табл. 13.

Таблица 13 - Совместимость тормозных жидкостей и смешиваемость с водой и бензином

Наименование жидкости	Наименование жидкости						
	Томь	Нева	Роса	ДОТ-4	БСК	Бензин	Вода
Томь							
Нева							
Роса							
ДОТ-4							
БСК							

По данным опыта дать заключение о соответствии образцов тормозных жидкостей техническим условиям или государственному стандарту и рекомендации по их применению (Приложения 4 и 7).

### **Контрольные вопросы.**

1. Назначение, характеристики и способ применения тормозных жидкостей.
2. Требования к тормозным жидкостям.
3. Температуры кипения тормозных жидкостей.
4. Почему они снижаются при эксплуатации?
5. Почему нельзя использовать жидкости с малыми температурами кипения?
6. Марки тормозных жидкостей и их применение.
7. Положительные и отрицательные стороны тормозных жидкостей на основе касторового масла.
8. Положительные и отрицательные стороны тормозных жидкостей на гликолевой основе.
9. Что означает надпись на канистре с тормозной жидкостью «ГИГРОСКОПИЧНО»?
10. Для чего нужно определить температуру кипения тормозных жидкостей?
11. Какие зарубежные стандарты регламентируют параметры тормозных жидкостей?
12. Можно ли смешивать тормозные жидкости на разных основах?

Приложение 1 - Средние температурные поправки для нефтепродуктов.

Относительная плотность	Температурная поправка на 1°C	Относительная плотность	Температурная поправка на 1°C
0,6900...0,6999	0,000910	0,8500...0,8599	0,000699
0,7000...0,7099	0,000897	0,8600...0,8699	0,000686
0,7100...0,7199	0,000884	0,8700...0,8799	0,000673
0,7200...0,7299	0,000870	0,8800...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	0,9300...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
0,8300...0,8399	0,000725	0,9900...0,9999	0,000515
0,8400...0,8499	0,000712		

Приложение 2 – Характеристики дизельного топлива согласно ГОСТ 305-2013 [4]

Наименование показателя	Норма для марки				Метод испытания
	Л	Е	З	А	
1. Цетановое число, не менее	45	45	45	45	По ГОСТ 32508 (на установке типа CFR), ГОСТ 3122
2. Фракционный состав:					По ГОСТ Р ЕН ИСО 3405 или ГОСТ 2177
50 % перегоняется при температуре, °С, не выше	280	280	280	255	
95 % перегоняется при температуре, °С, не выше	360	360	360	330	
3. Кинематическая вязкость при 20°C, мм <sup>2</sup> /с (сСт)	3,0... 6,0	3,0... 6,0	1,8... 5,0	1,5... 4,0	По ГОСТ 33
6. Температура вспышки, в закрытом тигле, °С, не ниже					По ГОСТ Р ЕН ИСО 2719 или ГОСТ 6356
для тепловозных и судовых дизелей и газовых турбин	62	62	40	35	
для дизелей общего назначения	40	40	30	40	
5. Массовая доля серы, мг/кг, не более					По ГОСТ 5066 (второй метод)
	2000				По ГОСТ 32139, ГОСТ 19121.
	500				По ГОСТ ISO 20846.
6. Массовая доля меркаптановой серы, %, не более	0,01				По ГОСТ 17323



Продолжение приложения 3

Наименование показателя	Значение
14. Кинематическая вязкость при 40°C, мм <sup>2</sup> /с	2,00 ... 4,50
15. Фракционный состав: при температуре 250°C, % (по объему), менее	65
при температуре 350°C, % (по объему), не менее	85
95% (по объему) перегоняется при температуре, °C, не выше	360
16. Содержание метиловых эфиров жирных кислот, % (по объему), не более	7,0

Приложение 4 - Значение характеристик тормозных жидкостей по зарубежным стандартам

Стандарт	Значение характеристик				
	Минимальная температура кипения, °C, min ERBP*	Температура кипения увлажненной жидкости (3,5% воды), °C, min	Кинематическая вязкость при 100°C, мм <sup>2</sup> /s, min	Кинематическая вязкость при 50°C, мм <sup>2</sup> /s, min	Кинематическая вязкость при -40°C, мм <sup>2</sup> /s, max
Жидкости на касторовой основе: OIL RICHT BSK	115	–	–	9,0	2500
Жидкости на основе гликолей: ISO 4925	205	140	1,5	5	1500
SAE J 1703	205	140	1,5	5	1800
FMVSS 116 DOT 3	205	140	1,5	5	1500
FMVSS 116 DOT 4	230	155	1,5	5	1800
FMVSS 116 DOT 5.1	260	180	1,5	5	1900
Жидкости на силиконовой основе: DOT 5/SAE J 1705	260	180	1,5	5	900

Приложение 5 – Основные эксплуатационные свойства пластичных антифрикционных смазок

Марка смазки	Цвет	Температура каплепадения, °С	Эффективная вязкость, Па·с, при 0°С и градиенте сдвига 10 <sup>-1</sup>	Пенетрация при 25 °С, мм 10 <sup>-1</sup>	Коллоидная стабильность, %	Предел прочности при 20 °С, Па·с	Температурный предел работоспособности, °С	Возможные заменители
<b>Смазки общего назначения</b>								
Солидол-С	От светло- желтого до темно-коричневого	85...105	2000	250...310	1...5	37	-20...+65	Солидол Ж, Литол-24, Зимол
Смазка графитовая УссА	Черный с серебристым отливом	77...90	1500...4000	250...270	0,5...0,4	6,5	-20...+60	Солидол С и 10 % графита
<b>Для повышенных температур</b>								
Смазка 1-13 жировая	От светло- желтого до темно- желтого	≥130	6000	250...290	10...20	15...40	-25...+90	Литол-24, Зимол
Консталин-1	От светло- желтого до светло-коричневого	≥130	2500...5000	225...275	-	-	-20...+120	Литол-24
Консталин-2	От светло- желтого до светло-коричневого	≥150	2500...5000	175...225	-	-	-20...+120	Литол-24
Автомобильная ЯНЗ-2	Коричневый или желтый	160-170	2000	250	2...5	5...20	-30...+100	Литол-24, Зимол

Продолжение приложения 5

Марка смазки	Цвет	Температура каплепадения, °С	Эффективная вязкость, Па·с, при 0°С и градиенте сдвига 10 <sup>-1</sup>	Пенетрация при 25 °С, мм 10 <sup>-1</sup>	Коллоидная стабильность, %	Предел прочности при 20 °С, Па·с	Температурный предел работоспособности, °С	Возможные заменители
Смазка АМ-карданная	Светло- или темно-коричневый	130-150	3000...6000	220...270	10...15	10...25	-20...+120	Литол-24
Смазка №158	Синий	140-160	≤4000	305	8...15	2,4	-40...+120	Литол-24, Фиол-2У, Фиол-2М
<b>Многоцелевые</b>								
Литол-24	Коричневый	185...195	≤2800	240...265	15...20	5...12	-40...+130	Фиол-3, Зимол
Фиол-1	От светло- до темно-коричневого	185...200	≤2000	310...340	15...20	3...5	-40...+120	Литол-24, Фиол-2
Фиол-2	Коричневый	188...200	≤2500	265...295	10...15	7...9,5	-40...+120	Литол-24, Фиол-2
Фиол-2М	Серебристо-черный	180...195	≤2500	265...295	10...15	7...8	-40...+130	Фиол-2У
Фиол-2У	Серебристо-черный	185...195	≤1500	265...295	7...11	6,5	-40...+130	Литол-24, Смазка №158
Фиол-3	Зеленый	190...200	≤2800	220...260	8...12	6...12	-40...+130	Литол-24
Смазка ЛСЦ-15	Светло-желтый	185...200	≤2800	250...280	10...15	7,0	-40...+140	Литол-24, Смазка ШРБ-4

Продолжение приложения 5

Марка смазки	Цвет	Температура каплевания, °С	Эффективная вязкость, ПА с, при 0°С и градиенте сдвига 10 <sup>-1</sup>	Пенетрация при 25 °С, мм 10 <sup>-1</sup>	Коллоидная стабильность, %	Предел прочности при 20 °С, Па·с	Температурный предел работоспособности, °С	Возможные заменители
Смазка ШРБ-4	Темно-коричневый	185...240	800...1600	265...295	4...10	3,4	-40...+130	Литол-24, Смазка ЛСЦ-15
<b>Термостойкие</b>								
Униол-3	Серебристо-черный	220...260	700...900	290...320	5...12	12	-60...+120	Лита, Зимол
ЦИАТИМ-221	Белый или светло- коричневый	200...220	800...1600	280...360	-	2,5...7	-60...+150	-
<b>Низкостойкие (морозостойкие)</b>								
ЦИАТИМ-201	Желтый или светло-коричневый	175...190	800...1700	290...320	16...30	7...12	-60...+90	Лита, Зимол, ЦИАТИМ-203
Лита	От светло- до темно-коричневого	185...200	1600...3500	220...250	7...12	6...12	-50...+100	Литол-24, ЦИАТИМ-203
Зимол	Коричневый	190...200	1000...2600	240...290	16...20	3...10	-40...+130	-

Приложение 6 - Значение кинематической вязкости масел при 100°C, мм<sup>2</sup>/с,  
(сСт)

Кинематическая вязкость	$\nu$	$\nu_3$	$\nu_2$	Кинематическая вязкость	$\nu$	$\nu_3$	$\nu_2$
2,00	7,994	1,600	6,394	5,80	54,42	18,16	36,26
2,10	8,640	1,746	6,894	5,90	56,20	18,97	37,23
2,20	9,309	1,898	7,410	6,00	57,97	19,78	38,19
2,30	10,00	2,056	7,944	6,10	59,74	20,57	39,17
2,40	10,71	2,219	8,496	6,20	61,52	21,38	40,15
2,50	11,45	2,390	9,063	6,30	63,32	22,19	41,13
2,60	12,21	2,567	9,647	6,40	65,18	23,03	42,14
2,70	13,00	2,748	10,25	6,50	67,12	23,94	43,18
2,80	13,80	2,937	10,87	6,60	69,16	24,92	44,24
2,90	14,63	3,132	11,50	6,70	71,29	25,96	45,33
3,00	15,49	3,334	12,15	6,80	73,48	27,04	46,44
3,10	16,36	3,540	12,82	6,90	75,72	28,21	47,51
3,20	17,26	3,753	13,51	7,00	78,00	29,43	48,57
3,30	18,18	3,971	14,21	7,10	80,25	30,63	49,61
3,40	19,12	4,196	14,93	7,20	82,39	31,70	50,69
3,50	20,09	4,428	15,66	7,30	84,53	32,74	51,78
3,60	21,08	4,665	16,42	7,40	86,66	33,79	52,88
3,70	22,09	4,909	17,19	7,50	88,85	34,87	53,98
3,80	23,13	5,157	17,97	7,60	91,04	35,94	55,09
3,90	24,19	5,415	18,77	7,70	93,20	37,01	56,20
4,00	25,32	5,756	19,56	7,80	95,43	38,12	57,31
4,10	26,50	6,129	20,37	7,90	97,72	39,27	58,45
4,20	27,75	6,546	21,21	8,00	100,0	40,40	59,60
4,30	29,07	7,017	22,05	8,10	102,3	41,57	60,74
4,40	30,48	7,560	22,92	8,20	104,6	42,72	61,89
4,50	31,96	8,156	23,81	8,30	106,9	43,85	63,05
4,60	33,52	8,806	24,71	8,40	109,2	45,01	64,18
4,70	35,13	9,499	25,63	8,50	111,5	46,19	65,32
4,80	36,79	10,22	26,57	8,60	113,9	47,40	66,48
4,90	38,50	10,97	27,53	8,70	116,2	48,57	67,64
5,00	40,23	11,74	28,49	8,80	118,5	49,75	68,79
5,10	41,99	12,53	29,46	8,90	120,9	50,96	69,94
5,20	43,76	13,32	30,43	9,00	123,3	52,20	71,10
5,30	45,53	14,13	31,40	9,10	125,7	53,40	72,27
5,40	47,31	14,94	32,37	9,20	328,0	54,61	73,42
5,50	49,09	15,75	33,34	9,30	130,4	55,84	74,57
5,60	50,7	16,55	34,32	9,40	132,8	57,10	75,73
5,70	52,64	17,36	35,29	9,50	135,3	58,36	76,91

Продолжение приложения 6

<b>Кинематическая вязкость</b>	<b>v</b>	<b>v<sub>3</sub></b>	<b>v<sub>2</sub></b>	<b>Кинематическая вязкость</b>	<b>v</b>	<b>v<sub>3</sub></b>	<b>v<sub>2</sub></b>
9,60	137,7	59,60	78,08	13,6	250,6	120,8	129,8
9,70	140,1	60,87	79,27	13,7	253,8	122,6	131,2
9,80	142,7	62,22	80,46	13,8	257,0	124,4	132,6
9,90	145,2	63,54	81,67	13,9	260,1	126,2	134,0
10,0	147,7	64,86	82,87	14,0	263,3	128,0	135,4
10,1	150,3	66,22	84,08	14,1	266,6	129,8	136,8
10,2	152,9	67,56	85,30	14,2	269,8	131,6	138,2
10,3	155,4	68,90	86,51	14,3	273,0	133,5	139,6
10,4	158,0	70,25	87,72	14,4	276,3	135,3	141,0
10,5	160,6	71,63	88,95	14,5	279,6	137,2	142,4
10,6	163,2	73,00	90,19	14,6	283,0	139,1	143,9
10,7	165,8	74,42	91,40	14,7	286,4	141,1	145,3
10,8	168,5	75,86	92,65	14,8	289,7	142,9	146,6
10,9	171,2	77,33	93,92	14,9	293,0	144,8	148,2
11,0	173,9	78,75	95,19	15,0	296,5	146,8	149,7
11,1	176,6	80,20	96,45	15,1	300,0	148,8	151,2
11,2	179,4	81,65	97,71	15,2	303,4	150,8	152,6
11,3	182,1	83,13	98,97	15,3	306,9	152,8	154,1
11,4	184,9	84,63	100,2	15,4	310,3	154,8	155,6
11,5	187,6	86,10	101,5	15,5	313,9	156,9	157,0
11,6	190,4	87,61	102,8	15,6	317,5	158,9	158,6
11,7	193,3	89,18	104,1	15,7	321,1	161,0	160,1
11,8	196,2	90,75	105,4	15,8	324,6	163,0	161,6
11,9	199,0	92,30	106,7	15,9	328,3	165,2	163,1
12,0	201,9	93,87	108,0	16,0	331,9	167,3	164,6
12,1	204,8	95,47	109,4	16,1	335,5	169,4	166,1
12,2	207,8	97,07	110,7	16,2	339,2	171,5	167,7
12,3	210,7	98,66	112,0	16,3	342,9	173,7	169,2
12,4	213,6	100,3	113,3	16,4	346,6	175,8	170,7
12,5	216,6	101,9	114,7	16,5	350,3	178,1	172,3
12,6	219,6	103,6	116,0	16,6	354,1	180,3	173,8
12,7	222,6	105,3	117,4	16,7	358,0	182,5	175,4
12,8	225,7	107,0	118,7	16,8	361,7	184,7	177,0
12,9	228,8	108,7	120,1	16,9	365,6	187,0	178,6
13,0	231,9	110,4	121,5	17,0	369,4	189,2	180,2
13,1	235,0	112,1	122,9	17,1	373,3	191,5	181,7
13,2	238,1	113,6	124,2	17,2	377,1	193,8	183,3
13,3	241,2	115,6	125,6	17,3	385,0	196,1	184,9
13,4	244,3	117,3	127,0	17,4	384,9	198,4	186,5
13,5	247,4	119,0	128,4	17,5	388,9	200,8	188,1

Продолжение приложения 6

<b>Кинематическая вязкость</b>	<b>v</b>	<b>v<sub>3</sub></b>	<b>v<sub>2</sub></b>	<b>Кинематическая вязкость</b>	<b>v</b>	<b>v<sub>3</sub></b>	<b>v<sub>2</sub></b>
17,6	392,7	203,0	189,7	23,2	643,4	356,6	286,8
17,7	396,7	205,3	191,3	23,4	653,8	363,3	290,5
17,8	400,7	207,7	192,9	23,6	663,3	369,0	294,4
17,9	404,6	210,0	194,6	23,8	673,7	375,7	297,9
18,0	408,6	212,4	196,2	24,0	683,9	382,1	301,8
18,1	412,6	214,8	197,8	24,2	694,5	388,9	305,6
18,2	416,7	217,3	199,4	24,4	704,2	394,8	309,4
18,3	420,7	219,7	201,0	24,6	714,9	401,9	313,0
18,4	424,9	222,2	202,6	24,8	725,7	408,8	317,0
18,5	429,0	224,7	204,3	25,0	736,5	415,6	320,9
18,6	433,2	227,2	205,9	25,2	747,2	422,4	324,9
18,7	437,3	229,7	207,6	25,4	758,2	429,5	328,8
18,8	441,5	232,3	209,3	25,6	769,3	436,6	332,7
18,9	445,7	234,7	211,0	25,8	779,7	443,0	336,7
19,0	449,9	237,3	212,7	26,0	790,4	449,8	340,5
19,1	454,2	239,8	214,4	26,2	801,6	457,2	344,4
19,2	458,4	242,3	216,1	26,4	812,8	464,4	348,4
19,3	462,7	245,0	217,7	26,6	824,1	471,8	352,3
19,4	467,0	247,6	219,4	26,8	835,5	479,1	356,4
19,5	471,3	250,2	221,7	27,0	847,0	486,6	360,5
19,6	475,7	252,9	222,8	27,2	857,5	492,9	364,6
19,7	479,7	255,2	224,5	27,4	869,0	500,6	368,3
19,8	483,0	257,8	226,2	27,6	880,6	508,3	372,3
19,9	488,6	260,9	227,7	27,8	892,3	515,9	376,4
20,0	493,2	263,7	229,5	28,0	904,1	523,5	380,6
20,2	501,5	268,5	233,0	28,2	915,8	531,2	384,6
20,4	510,8	274,4	236,4	28,4	927,6	538,8	388,8
20,6	519,9	279,8	240,1	28,6	938,6	545,7	393,0
20,8	528,8	285,3	243,5	28,8	951,2	554,5	396,6
21,0	538,4	291,3	247,1	29,0	963,4	562,3	401,1
21,2	547,5	296,8	250,7	29,2	975,4	570,1	405,3
21,4	556,7	302,6	254,2	29,4	987,1	577,6	409,5
21,6	566,4	308,6	257,8	29,6	998,9	585,3	413,5
21,8	575,6	314,1	261,5	29,8	1011	593,4	417,6
22,0	585,2	320,2	264,9	30,0	1023	601,6	421,7
22,2	595,0	326,4	268,6	30,5	1055	622,3	432,4
22,4	604,3	332,0	272,3	31,0	1086	643,2	443,2
22,6	614,2	338,4	275,8	31,5	1119	664,5	454,0
22,8	624,1	344,5	279,6	32,0	1151	666,0	464,9
23,0	633,6	350,3	283,3	32,5	1184	708,0	475,9

Продолжение приложения 6

<b>Кинематическая вязкость</b>	<b>v</b>	<b>v<sub>3</sub></b>	<b>v<sub>2</sub></b>	<b>Кинематическая вязкость</b>	<b>v</b>	<b>v<sub>3</sub></b>	<b>v<sub>2</sub></b>
33,0	1217	730,2	487,0	52,0	2817	1839	977,5
33,5	1251	752,8	498,1	52,5	2867	1875	992,1
34,0	1286	776,8	509,6	53,0	2918	1911	1007
34,5	1321	799,9	521,1	53,5	2999	1947	1021
35,0	1356	823,4	532,5	54,0	3020	1984	1036
35,5	1391	847,2	544,0	54,5	3073	2022	1052
36,0	1427	871,2	555,6	55,0	3126	2060	1066
36,5	1464	896,5	567,1	55,5	3180	2098	1087
37,0	1501	921,8	579,3	56,0	3233	2116	1097
37,5	1538	946,8	591,3	56,5	3286	2174	1112
38,0	1575	972,3	603,1	57,0	3340	2213	1127
38,5	1613	998,3	615,0	57,5	3396	2253	1143
39,0	1651	1024	627,1	58,0	3452	2293	1159
39,5	1691	1052	639,2	58,5	3507	2312	1175
40,0	1730	1079	651,8	59,0	3563	2377	1190
40,5	1770	1106	664,2	59,5	3619	2413	1206
41,0	1610	1133	676,6	60,0	3676	2454	1222
41,5	1851	1162	689,1	60,5	3734	2496	1238
42,0	1892	1191	701,9	61,0	3792	2538	1254
42,5	1935	1220	714,9	61,5	3850	2579	1270
43,0	1978	1250	728,2	62,0	3908	2621	1286
43,5	2021	1280	741,3	62,5	3966	2664	1303
44,0	2064	1310	754,4	63,0	4026	2707	1319
44,5	2108	1340	767,6	63,5	4087	2753	1336
45,0	2152	1371	780,9	64,0	4147	2795	1352
45,5	2197	1403	794,5	64,5	4207	2858	1369
46,0	2243	1434	808,2	65,0	4268	2382	1336
46,5	2288	1466	821,9	65,5	4329	2927	1402
47,0	2333	1498	835,5	66,0	4392	2973	1419
47,5	2380	1530	849,2	66,5	4455	3018	1436
48,0	2426	1563	863,0	67,0	4517	1064	1454
48,5	2473	1596	876,9	67,5	4580	3110	1471
49,0	2521	1630	890,9	68,0	4645	3157	1488
49,5	2570	1665	905,3	68,5	4709	3204	1506
50,0	2618	1699	919,6	69,0	4773	3250	1523
50,5	2667	1733	933,6	69,5	4839	3298	1541
51,0	2717	1769	948,2	70,0	4905	3346	1558
51,5	2767	1804	962,9				

Приложение 7 - Основные характеристики тормозных жидкостей

Показатели	«Нева»	«Томь»	«Роса», «Роса-3», «Роса ДОТ-4»	БСК
1	2	3	4	5
Внешний вид	Прозрачная однородная жидкость от светло-желтого до темно-желтого цвета без осадка. Допускается слабая опалесценция.			Прозрачная однородная жидкость оранжево - красного цвета
Кинематическая вязкость, мм <sup>2</sup> /с, при температуре:				
50°С, не менее	5,0	5,0	5,0	9,0
100°С, не менее	2,0	2,0	2,0	-
-40°С, не более	1500	1500	1450	2500
Низкотемпературные свойства: внешний вид после выдержки (6ч при -5 °С)	Прозрачная жидкость без расслоения и осадка			
Время прохождения пузырька воздуха через слой жидкости при опрокидывании сосуда, с, не более	35	35	35	35
Температура кипения, °С, не ниже	195	220	260	115
Температура кипения «увлажненной» жидкости не менее	138	155	165	110
Содержание механических примесей, % рН	отсутствие			
Взаимодействие с металлами: изменение массы пластинок, мг/см <sup>2</sup> , не более:				
белая жель	0,1	0,1	0,1	0,2
сталь 10	0,1	0,1	0,1	0,2
алюминиевый сплав Д-16	0,1	0,1	0,1	0,1
чугун СЧ 18	0,1	0,08	0,1	0,2
латунь Л62	0,4	0,1	0,2	0,4
медь М1	0,4	0,2	0,2	0,4
Воздействие на резину, %: изменение объема резины марки 7-2462 при 70°С	2...10	2...10	2...10	5...10
то же марки 51-1524 при 120°С	2...8	2...10	2...8	-
изменение предела прочности резины марки 51-1524, %, не более	20	18	25	-

Примечание. Жидкости «Нева», «Томь», «Роса» и их модификации совместимы, их смешивание между собой возможно в любых соотношениях. Смешивание указанных жидкостей с БСК недопустимо.

## Список использованной литературы

1. Автомобильные эксплуатационные материалы: учеб. пособие, лаб. практикум / В.А. Стуканов – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ИД ФОРУМ: ИНФРА-М, 2011. – 304 с.
2. Автомобильные эксплуатационные материалы: учебное пособие / Н.Б.Кириченко. -6-е изд., стер. – М.: Изд-кий центр Академия, 2011. – 208с.
3. Геленов А.А. Автомобильные эксплуатационные материалы: учебное пособие / А.А.Геленов, Т.И.Сочевко, В.Г.Спиркин. – М.: Изд-кий центр Академия, 2010. – 304с.
4. ГОСТ 305-2013. Топливо дизельное. Технические условия. - М., Стандартиформ, 2014. с.15.
5. ГОСТ Р 52368-2005 (ЕН 590-2009). Топливо дизельное ЕВРО. Технические условия. - М.: Стандартиформ, 2014. - 19 с.
6. ГОСТ 6356-75 Нефтепродукты. Метод определения температуры вспышки в закрытом тигле / Сборник национальных стандартов. -М.: Стандартиформ, - М.: Стандартиформ, 2006. - 19 с.
7. ГОСТ Р 51947 -2002. Нефть и нефтепродукты. Определение серы методом энергодисперсионной рентгенофлуоресцентной спектрометрии.
8. Кириченко Н.Б. Автомобильные эксплуатационные материалы. Практикум: учебное пособие / Н.Б.Кириченко.-2-е изд., стер. - М.:Изд-кий центр Академия, 2009. - 96с.
9. Кузнецов А.В. Практикум по топливу и смазочным материалам. - М: Агропромиздат, 1987. - 224с.
10. Кузнецов А.В. Топливо и смазочные материалы. - М.: КолосС, 2004. – 199 с.
11. Курасов В. С. Топливо и смазочные материалы: учебное пособие / В. С. Курасов, В. В. Вербицкий. - Краснодар: КубГАУ, 2013.-81 с.
12. Москвин Е.В. Эксплуатационные материалы: учебное пособие/ Е.В. Москвин. - Томск: Изд-во Том. гос. архит.- строит. ун-та, 2005.-204 с.
13. Самойлов Н.П. Топливо и смазочные материалы: Сборник курса лекций. Казань: КГСХА, 2000. - 67с.
14. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Уч. Пособие. / Самойлов Н.П., Самойлов Д.Н., Хисметов Н.З., Хисметов А.Н. - Казань, Изд-во Экспресс-плюс. 2007. - 247с.

