

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Уральский государственный университет»

В. А. Чуркин

**СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

Методические рекомендации  
по выполнению лабораторных работ  
для студентов специальности  
**15.03.01– «Машиностроение» (МШС)**

г. Екатеринбург  
2015 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа №1. Определение кинематической вязкости масла.....	4
Лабораторная работа №2. Качественное и количественное определение воды в масле.....	8
Лабораторная работа №3. Определение температуры каплепадения пластичной смазки .....	10
Лабораторная работа №4. Определение температуры замерзания и содержания гликоля в антифризах.....	12
Приложения.....	15

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ВЯЗКОСТИ МАСЛА

## Лабораторная работа № 1

**Цель работы:** определить кинематическую вязкость масла.

- 1) исследовать зависимость кинематической вязкости в зависимости от температуры;
- 2) определить класс вязкости моторного масла по ГОСТ 17479.1-85;
- 3) определить индекс вязкости.

Кинематическая вязкость введена в технические требования ГОСТ на нефтепродукты.

**Вязкость** – основной параметр при подборе масла, поэтому большинство масел **маркируют по их вязкости**.

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

Единицей кинематической вязкости является стокс (Ст). Одна сотая доля стокса называется сантистоксом и обозначается 1сСт = 0,01Ст. В международной системе единиц (СИ) вязкость измеряется в  $\text{м}^2/\text{с}$ ; 1Ст =  $10^{-4}\text{мм}^2/\text{с}$ .

При установлении марки вязкость определяют при тех температурах, при которых **работают узлы трения**, например индустриальные масла, маркируют по кинематической вязкости в  $\text{мм}^2/\text{с}$  при  $50\text{ }^\circ\text{C}$ , а масла для двигателей внутреннего сгорания – по кинематической вязкости в  $\text{мм}^2/\text{с}$  при рабочей температуре  $100\text{ }^\circ\text{C}$ .

От величины вязкости масла при рабочих температурах зависит возможность образования **жидкостного трения**, а не «сухого», отвод тепла от деталей, затраты энергии на циркуляцию масла по системе смазки, работа масляного насоса, поступление масла ко всем трущимся деталям при работе двигателя, очистка деталей от накопившихся продуктов износа, старения и загрязнения, герметизации узлов трения и др.

При выборе масла необходимо учитывать, что его вязкость изменяется в зависимости от температуры: с понижением температуры вязкость увеличивается, а с повышением – уменьшается. Интенсивность изменения различная.

Для оценки скорости изменения вязкости от температуры было предложено несколько показателей. Наиболее простой – это отношение величин вязкости при двух температурах: при  $+50\text{ }^\circ\text{C}$  и  $+100\text{ }^\circ\text{C}$ . Этот показатель принят в ГОСТ и ТУ для некоторых моторных масел. Чем меньше отношение:  $\frac{V_{50^\circ}}{V_{100^\circ}}$ , тем   
положе вязкостно-температурная характеристика, тем лучше эксплуатационные свойства масла. Для автотракторных масел это отношение лежит в **пределах 4-9**. В ряде стандартов вместо отношения  $\frac{V_{50^\circ}}{V_{100^\circ}}$  указывается минимально допустимый для данной марки масла индекс вязкости.

Оценка по индексу вязкости основана на сравнении вязкостно-температурных свойств испытуемого масла с вязкостно-температурными свойствами двух групп эталонных масел (рис. 1).

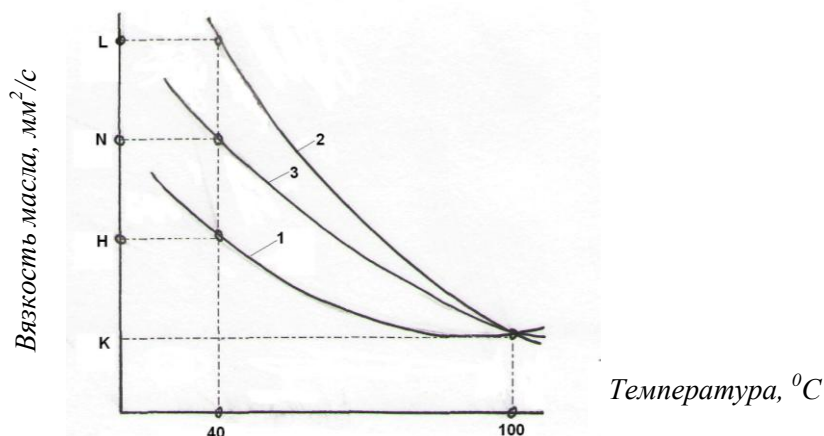


Рис.1. Схема оценки вязкостно-температурных свойств масла по индексу вязкости: 1 – эталонное масло с хорошими вязкостно-температурными свойствами; 2 – эталонное масло с плохими вязкостно-температурными свойствами; 3 – испытуемое масло.

L, N и H – вязкости при  $40\text{ }^\circ\text{C}$  с крутой и полой кривой

Эталонные масла одной группы имеют очень пологую вязкостно-температурную кривую. Их индекс вязкости условно принят за 100. Масла другой группы обладают крутой вязкостно-температурной кривой и их индекс вязкости принят равным 0.

Вязкостно-температурная кривая испытуемого масла обычно располагается между кривыми эталонных масел: чем кривая вязкости испытуемого масла положе, тем больше его индекс вязкости.

Для определения индекса вязкости масло сравнивается при двух температурах с эталонными маслами. Индекс вязкости можно определить расчетным или графическим способом. При расчете ИВ определяют по формуле:

$$\text{ИВ} = \frac{L - U}{L - H} \cdot 100$$

где L – кинематическая вязкость при 40 °С нефтепродукта с индексом вязкости 0, обладающего той же кинематической вязкостью при 100 °С, что и испытуемый нефтепродукт, мм<sup>2</sup>/с; H – кинематическая вязкость при 40 °С нефтепродукта с индексом вязкости 100, обладающего той же кинематической вязкостью при 100 °С, что и испытуемый нефтепродукт, мм<sup>2</sup>/с; U – кинематическая вязкость при 40 °С нефтепродукта, индекс вязкости которого требуется определить, мм<sup>2</sup>/с.

Графический способ основан на использовании номограммы (рис.2). С помощью этой номограммы по заданным значениям вязкости исследуемого масла при температурах 50 и 100 °С можно определить его индекс вязкости.

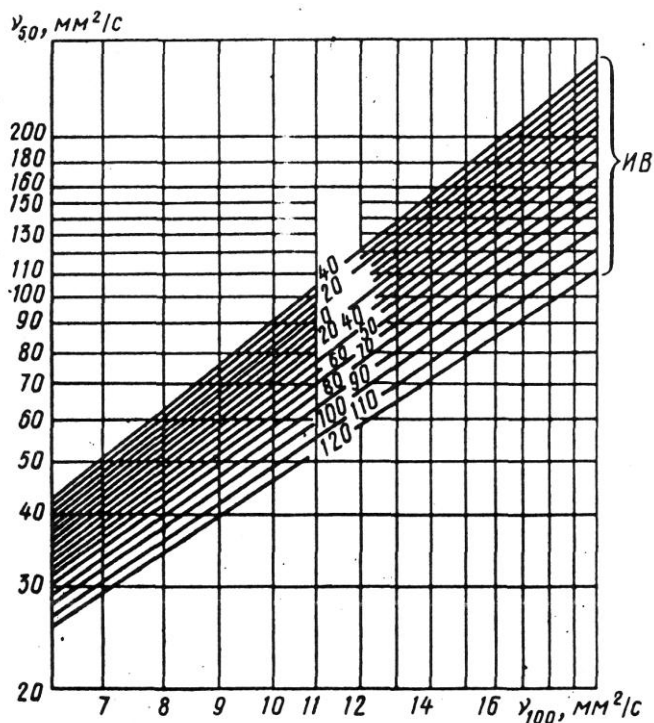


Рис.2. Номограмма для определения индекса вязкости моторного масла:  $\nu_{50}$  и  $\nu_{100}$  – величины вязкости при 50 °С и 100 °С соответственно

### Определение кинематической вязкости дизельных топлив

Для определения кинематической вязкости служит вискозиметр Оствальда-Пинкевича. Вискозиметр представляет собой стеклянную U-образную трубку, в одно колено которой впаян капилляр, переходящий в две расширенные емкости.

Вискозиметр заполняется испытуемой жидкостью и помещается в термостат (обычно в стеклянный стакан с водой или какой-либо другой термостатной жидкостью), где и принимает температуру опыта (например, 20 °С). Испытуемой жидкости дают возможность перетекать из правого колена вискозиметра в левое и с помощью секундомера измеряют время протекания определенного объема жидкости, находящейся между двумя метками а и б нижнего расширения правого колена (см. рис.3).

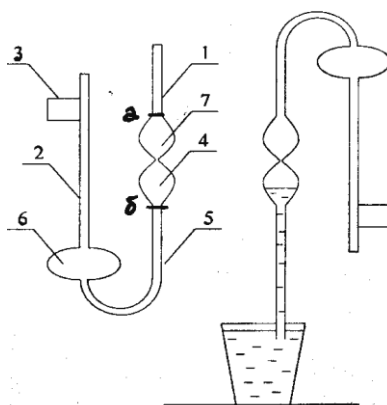


Рис.3. Капиллярный вискозиметр

Кинематическая вязкость испытуемой жидкости (в случае ламинарного потока) прямо пропорциональна времени истечения через капилляр вискозиметра и определяется по формуле:

$$v = c \cdot \tau,$$

где:

$c$  – постоянная вискозиметра ( $\text{мм}^2/\text{с}$ ), зависящая в основном от геометрических размеров прибора, в частности, от длины и диаметра капилляра;

$\tau$  – среднее время истечения (с).

Постоянной вискозиметра называют отношение кинематической вязкости калибровочной жидкости при температуре  $+20^\circ\text{C}$  к среднему времени её истечения, через капилляр вискозиметра.

$$c = \frac{v^{20}}{\tau_{\text{ср}}}$$

Для выполнения лабораторной работы необходима следующая аппаратура и реактивы:

- 1) капиллярный вискозиметр;
- 2) водяной термостат с электроподогревом и мешалкой;
- 3) секундомер;
- 4) стаканчик емкостью 50-100  $\text{см}^3$ ;
- 5) образец масла.

### Подготовка к испытанию

1. Для определения вязкости налить из бутылки в открытый сосуд (стаканчик) 30-40  $\text{см}^3$  испытуемого образца масла (не содержащего воды и механических примесей).

Надев на отводную трубку (3) вискозиметра (рис. 5) резиновую трубку длиной 15-20 см, перевернуть вискозиметр и опустить его узкое колено (1) в сосуд с испытуемым образцом масла. Зажать большим пальцем правой руки широкое колено (2) и, взяв свободный конец резиновой трубки в рот, засосать образец масла так, чтобы оно заполнило без пузырьков и разрывов всю внутреннюю полость от конца колена (1) до метки (б).

В тот момент, когда уровень масла (при засасывании) достигнет метки б, повернуть вискозиметр в нормальное положение, освободить от зажатия пальцем широкое колено и снять резиновую трубку.

2. Надеть на узкое колено (1) резиновую трубку, погрузить вискозиметр (примерно до середины верхнего расширения (7)) в стакан с водой, надеть резиновый манжет на широкое колено (2) и осторожно закрепить его в зажиме штатива, обратив особое внимание на то, чтобы вискозиметр принял вертикальное положение.

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

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

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

в) не допускать попадания в вискозиметр воздуха;

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

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

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

4. Выдержать вискозиметр с маслом при температуре испытания в течение 10 минут.

### Проведение испытания

Следует иметь в виду, что заполнение вискозиметров высоковязкими маслами значительно облегчается, если последние предварительно (перед наливанием в тигель) подогреть до  $40-50^\circ\text{C}$ , опуская колбу с образцом в водяную баню.

1. Медленно засосать масло, находящееся во время термостатирования из расширения (6), в узкое колено немного выше метки (а), следя за тем, чтобы в капилляре (5) и в расширении (4) не образовалось пузырьков воздуха и разрывов жидкости (см. рис. 3).

Наблюдая за спусканием жидкости в расширении, пустить секундомер в момент прохождения уровня жидкости через метку (а).

Записав время истечения, отмеченное секундомером, с точностью до  $0,2\text{ с}$ , повторить опыт не менее двух раз, чтобы получить три замера, отличающихся друг от друга не более чем на  $0,5\%$ .

2. Вычислить кинематическую вязкость испытуемого дизельного топлива при температуре испытания по формуле:  $\nu = c \cdot \tau$

Постоянную вискозиметра «с» взять из паспорта на вискозиметр. Значение « $\tau$ » берется как среднее арифметическое из трех отсчетов времени истечения испытуемого топлива. Результаты вычисления выразить в  $\text{мм}^2/\text{с}$ .

Результаты испытаний записать в таблицу (см. табл. 1) и построить график зависимости вязкости от температуры, определить индекс вязкости по номограмме (рис. 2).

Таблица 1

### Результаты испытаний

Температура, $t, ^\circ\text{C}$	Время истечения $\tau, \text{с}$			Среднее время истечения $\tau, \text{с}$	Вязкость при температуре опыта $\nu, \text{мм}^2/\text{с}$	Соответствие с ГОСТ на нефтепродукт
	I	II	III			
50						
70						
90						
100						

### Заключение

Результаты проведения работы необходимо сопоставить с требованиями ГОСТ17479.1-85 «Масла моторные. Классификация и обозначение» на испытуемые масла по данному показателю качества. Заключение даётся в журнале лабораторных работ.

# КАЧЕСТВЕННОЕ И КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДЫ В МАСЛЕ

## Лабораторная работа № 2

**Цель работы:** экспериментально определить качественное и количественное содержание воды в масле

Вода является вредной примесью в жидких топливах и маслах. В некоторых консистентных смазках в небольших количествах она является обязательной составной частью, входящей в состав коллоидной структуры.

Вода мало растворима в бензине и маслах, но может находиться в них в виде достаточно устойчивой эмульсии или второго слоя. Присутствие воды в нефтепродуктах всегда нежелательно. Практически вода в заметных количествах может попадать в бензин или масло при неправильном хранении и отпуске, а также при использовании невысушенной тары.

Вредное воздействие воды на бензин заключается в следующем:

- 1) вода вымывает ингибитор, что приводит к понижению стабильности;
- 2) оказывает каталитическое действие на процессы окисления углеводородов, в результате чего эти процессы идут значительно быстрее;
- 3) вода вызывает коррозию деталей;
- 4) при низкой температуре мельчайшие капельки воды могут замерзнуть и помешать запуску холодного двигателя;
- 5) наличие воды в масле приводит к вспениванию последнего при повышенной температуре;
- 6) попадание воды в увеличенном количестве в консистентные смазки, изготовленные на натриевых мылах, приводит к потере однородности и к расслоению смазки на масло и мыльный раствор.

При испытании масел достаточно произвести только качественную пробу на влагу, т.к. присутствие ее вообще является недоступным.

Подробное описание методики определения воды в маслах (качественный метод) дано в ГОСТ 1547-84, а количественное содержание воды в нефтепродуктах – в ГОСТ 2477-44 и др.

### Качественное определение содержания воды в маслах

Метод состоит в нагревании масла, когда вода энергично превращается в пар, что сопровождается потрескиванием, вспениванием и т.д. Этот метод применяется как качественная проба при заводском контроле, приемочных испытаниях и в исследовательских работах.

### Подготовка и проведение испытания

При выполнении лабораторной работы используется масляная баня диаметром  $(100 \pm 5)$  мм и высотой  $(90 \pm 5)$  мм с металлической крышкой. К внутренней стороне крышки на расстоянии  $(10 \pm 1)$  мм от дна бани укрепляют металлический диск. В крышке и на диске сделаны соосные отверстия для поддержания пробирки с термометром в вертикальном положении (рис.4).

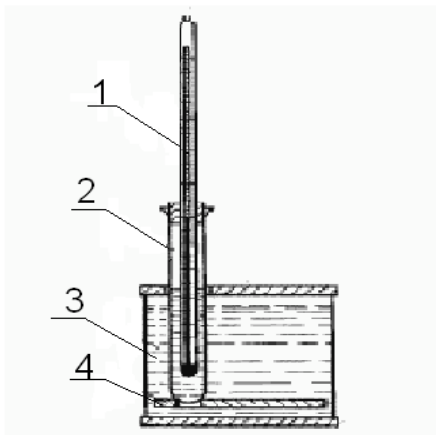


Рис. 4. Прибор для качественного определения содержания воды в нефтяных маслах: 1 – масляная баня; 2 – стеклянная пробирка; 3 – термометр; 4 – металлический диск.

Масляную баню заполняют на  $(80 \pm 3)$  мм ее высоты маслом и нагревают до  $(175 \pm 5)$  °С. В стеклянную пробирку, тщательно промытую, хорошо высушенную и охлажденную до температуры окружающей среды, наливают испытуемое масло при температуре окружающей среды до высоты  $(85 \pm 5)$  мм. В пробирку вставляют термометр на пробке так, чтобы шарик термометра был на равных расстояниях от стенок пробирки и расстоянии  $(25 \pm 5)$  мм от дна пробирки.

Испытание проводится в следующем порядке:

1. Пробирку с испытуемым маслом устанавливают вертикально в нагретую баню и ведут наблюдение за поведением масла до достижения его температуры в пробирке 130 °С.

Во время испытания в комнате должна соблюдаться тишина.

2. Наличие влаги в масле считается установленным, если при вспенивании или без него слышен треск не менее двух раз;

3. Если при испытании наблюдается однократный треск со вспениванием, малозаметный треск со вспениванием или вспенивание, испытание повторяют, нагревая пробирку с маслом до 130 °С.

4. Если при повторном испытании вновь наблюдается однократный или малозаметный треск со вспениванием, наличие влаги считается установленным

Если при повторном испытании вновь наблюдается только однократный или малозаметный треск или вспенивание, испытуемое масло не содержит влаги.

### Количественное определение содержания воды в нефтепродуктах

В основу определения положен метод, заключающийся в отгоне воды из смеси нефтепродукта с растворителем.

Для проведения испытания используют прибор для количественного определения воды в нефтепродуктах (рис. 5), который состоит из круглодонной, металлической или стеклянной колбы 2 диаметром 100 мм. В эту колбу на корковой пробке вставляется приемник-ловушка для собирания воды 3. На нижней части приемника нанесены деления для измерения объема воды. В верхнее отверстие приемника вставляется холодильник 4, который вертикально укрепляется в штативе. Верхний открытый конец холодильника рекомендуется закрыть ватой. Колбу нагревают газовой горелкой или электроплиткой 1 с закрытой спиралью.

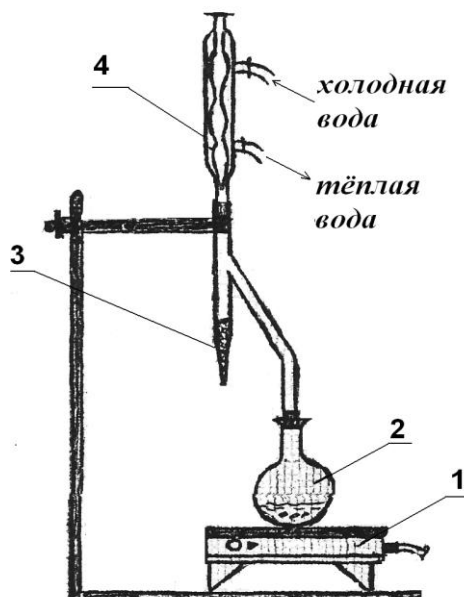


Рис.5. Прибор для количественного определения воды  
в нефтепродуктах

В качестве растворителя можно применять любой легкий бензин прямой гонки, от которого отогнана фракция до 80 °С, называемая лигроин. Во избежание вспенивания или выброса жидкости в приемник-



ловушку из колбы, в последнюю кладут кусочки пемзы, неглазирванного фаянса или запаянные с одного конца стеклянные капилляры.

### Подготовка и проведение испытания

Перед отбором пробы для испытания нефтепродукт должен быть тщательно перемешан путем 5-минутного встряхивания. После этого в сухую, предварительно взвешенную колбу отвешивают на технико-химических весах около 100 г испытуемого продукта, прибавляют туда же 100 см<sup>3</sup> растворителя, перемешивают содержимое колбы и бросают в нее несколько кусочков пемзы, в которую вставляют сухой приемник-ловушку. В верхнее отверстие ловушки на корковой пробке вставляется холодильник. Все пробки следует заливать **коллодием**, а верхнее отверстие холодильника закрывать ватой. Колбу нагревают газовой горелкой (если колба металлическая) или электроплиткой с закрытой спиралью так, чтобы из холодильника в приемник-ловушку капало 5 капель в секунду. Отгонку прекращают, когда в холодильнике не будет капель воды, а в приемнике-ловушке перестанет увеличиваться объем воды и верхний слой растворителя станет прозрачным. Время перегонки не должно быть больше часа. Разбирают аппарат после полного охлаждения колбы.

Если вес нефтепродукта  $m$ , а объем воды в приемнике-ловушке  $V$ , то содержание воды  $W$  в весовых процентах равно:

$$W = \frac{V \cdot 100}{m}, \%$$

Расхождение между двумя параллельными определениями не должно превышать одного деления у верхнего уровня воды в приемнике-ловушке. Количество воды меньше 0,03 см<sup>3</sup> (половина нижнего деления) **считается следами**. Сравнить с ГОСТ и дать соответствующее заключение.

### Заключение

Результаты проведения работы необходимо сопоставить с требованиями ГОСТ на испытуемый нефтепродукт по данному показателю качества. Заключение дается в журнале лабораторных работ.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ КАПЛЕПАДЕНИЯ ПЛАСТИЧНОЙ СМАЗКИ

### Лабораторная работа № 3

**Цель работы:** экспериментально определить температуру каплепадения пластичной смазки.

Температура каплепадения является условной характеристикой теплоустойчивости смазки.

Испытуемая смазка, помещаемая в капсюль специального прибора, нагревается с определенной скоростью и размягчается до такого состояния, при котором происходит образование и падение капли под действием тяжести.

Температура, при которой капля смазки, помещаемая в прибор, приобретает форму полушара, называется температурой каплеобразования. Температура, при которой происходит падение первой капли смазки из прибора, называется температурой каплепадения.

Универсальные пластичные смазки по температуре каплепадения делятся на три группы:

Смазка с температурой падения до 65 °С – они маркируются буквами УН (универсальная низкоплавкая);

Смазка с температурой каплепадения 65 °С-100 °С (универсальная среднеплавкая) – УС;

Смазка с температурой каплепадения выше 100 °С (универсальная тугоплавкая) – УТ.

Смазки УН приготавливают на немыхлых загустителях, смазки УС – на кальциевых мылах, а смазки УТ – на натриевых мылах.

При использовании пластичных смазок учитывается температура узла трения. Температура каплепадения пластичной смазки должна быть выше на 10-12 °С температуры узла трения.

Определение температуры каплепадения производится в приборе, который состоит из специального термометра (б) с шариком ртути малого размера и металлической насадки, которая закрепляется на

нижней части термометра (рис. 6). В металлическую насадку снизу вставляется стеклянный капсюль (3) для испытуемой смазки. Термометр с насадкой помещается в широкую пробирку (4) и закрепляется с помощью пробки. Пробирка с прибором укрепляется в зажиме штатива (5) и опускается в стакан (2) с водой, установленный на электроплитке (1) или треноге под газ, на асбестовой сетке. Для наполнения капсюля смазкой необходимо иметь шпатель.

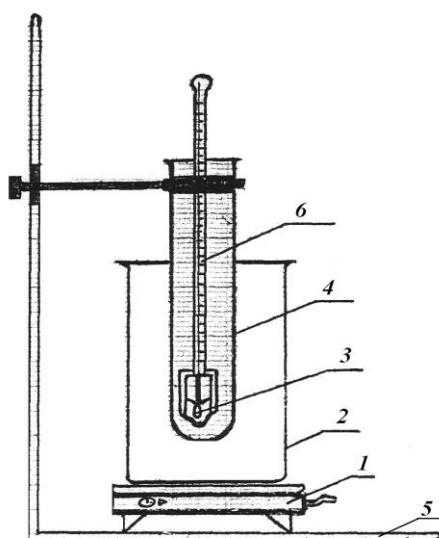


Рис.6. Прибор для определения каплепадения

### Проведение испытания

Испытуемую смазку плотно вмазывают шпателем в стеклянный капсюль так, чтобы не было пузырьков воздуха. Излишек смазки срезают ножом с верхней части капсюля. Затем его вставляют в металлическую оправу так, чтобы его верхний край упирался в бортик. Выжатую термометром из нижнего отверстия капсюля смазку снимают ножом. На дне пробирки помещают кружок из бумаги, который сменяют после каждого определения.

Прибор вставляют в пробирку так, чтобы нижний край капсюля находился на расстоянии 25 мм от дна пробирки. Затем пробирка помещается в вертикальном положении в стакан с водой или светлым глицерином так, чтобы нижний край прибора отстоял от дна пробирки на 16 мм. Воду (масло) в колбе нагревают сначала быстро, а затем за 20 °С ниже ожидаемой точки каплепадения – медленно со скоростью 1°С в мин.

В работе используется смазка ОКБ-122-8.

Данные записываются в таблицу 2.

Таблица 2.

Наименование консистентной смазки	Температура каплепадения, t, °С	Температура узла трения для применения смазки, t, °С	Соответствие ГОСТ

### Заключение

Результаты проведения работы необходимо сопоставить с требованиями ГОСТ на испытуемую смазку по данному показателю качества. Заключение даётся в журнале лабораторных работ.

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗАМЕРЗАНИЯ И СОДЕРЖАНИЯ ГЛИКОЛЯ В АНТИФРИЗАХ

## Лабораторная работа № 4

**Цель работы:** экспериментально определить температуру замерзания антифриза и содержание в нем гликоля.

Температура замерзания охлаждающих низкотемпературных жидкостей зависит от процентного содержания в них этиленгликоля (пропиленгликоля) и воды. В процессе работы двигателей, заправленных охлаждающей низкотемпературной жидкостью, процентный состав компонентов, входящих в ее состав, может изменяться, а значит, изменяется и температура замерзания антифриза.

Имеется несколько способов определения состава и температуры замерзания антифризов: перегонкой, по плотности, по коэффициенту преломления и гидрометром.

### Определение состава и температуры замерзания антифризов по их плотности

Плотность антифризов определяется с помощью ареометра (денсиметра) так же, как и плотность нефтепродуктов.

Для определения плотности жидкости подбирают денсиметр, имеющий шкалу от 1 до 1,2 с ценой деления не более 0,001.

Рекомендуется плотность определять при температуре +20 °С. Если плотность определена при другой температуре, то найденная плотность приводится к температуре +20 °С по формуле:

$$\rho_4^{20} = \rho_4^t + K(t - 20)$$

где:

$\rho_4^{20}$  – плотность антифриза при 20°С, кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_4^t$  – плотность антифриза при температуре определения, кг/м<sup>3</sup>; t – температура антифриза при определении, °С;

K = 0,525 – коэффициент объемного расширения жидкости, показывающий изменение плотности жидкости с изменением температуры на 1 °С.

Определив плотность жидкости, находят температуру ее замерзания и содержание гликоля в объемных процентах, пользуясь таблицей 3.

Температуру замерзания и содержание гликоля в жидкости по ее плотности можно также определить, пользуясь диаграммой (рис. 7).

Зная плотность, проводят горизонтальную линию от оси ординат, где приведены значения плотности, до пересечения ее с кривой плотности, опускают перпендикуляр на ось абсцисс и получают значение содержания гликоля.

Продолжая опускать перпендикуляр вниз до пересечения его с кривой температур замерзания, и проведя горизонтальную линию влево до оси ординат, получают значение температуры замерзания данной жидкости.

Таблица 3

### Зависимость между плотностью, температурой замерзания и содержанием гликоля в охлаждающей жидкости

Плотность $\rho_4^{20}$ , г/см <sup>3</sup>	Содержание гликоля % по объему	Температура замерзания t, °С	Плотность $\rho_4^{20}$ , г/см <sup>3</sup>	Содержание гликоля, % по объему	Температура замерзания t, °С
1,115	100	-12	1,093	75	-58
1,113	99	-15	1,086	67	-75
1,112	98	-17	1,079	60	-55
1,111	96	-20	1,073	55	-42
1,110	95	-22	1,068	50	-34

1,109	92	-27	1,057	40	-24
1,106	90	-29	1,043	30	-15
1,099	80	-48	1,029	20	-8

### Определение содержания этиленгликоля в антифризе по коэффициенту преломления

Коэффициент преломления связан прямо пропорциональной зависимостью с содержанием этиленгликоля в антифризе, поэтому по известной его величине можно точно установить в образце соотношение этиленгликоля и воды.

Коэффициент преломления определяют на имеющихся в лаборатории рефрактометрах под руководством лаборанта. Содержание этиленгликоля в антифризе рассчитывают по формуле:

$$c = (n - 1,334) \cdot 10^3, \%$$

где  $c$  – содержание этиленгликоля в антифризе в объемных процентах;  $n$  – коэффициент преломления испытуемого антифриза при  $20^\circ\text{C}$ .

По найденному составу образца определить его температуру замерзания.

### Установление марки образца и соответствие его стандарту

Полученные экспериментальные результаты сопоставить с соответствующими данными стандарта на охлаждающие жидкости и на основании этого установить марку антифриза, а также соответствие его нормам ГОСТ 159-52. Наиболее точное представление о качестве антифриза дает коэффициент преломления и найденные по его величине состав и температура замерзания образца. В частности, температура замерзания, определенная по гидрометру, может отличаться от температуры замерзания, установленной по коэффициенту преломления, на  $\pm 3^\circ\text{C}$ .

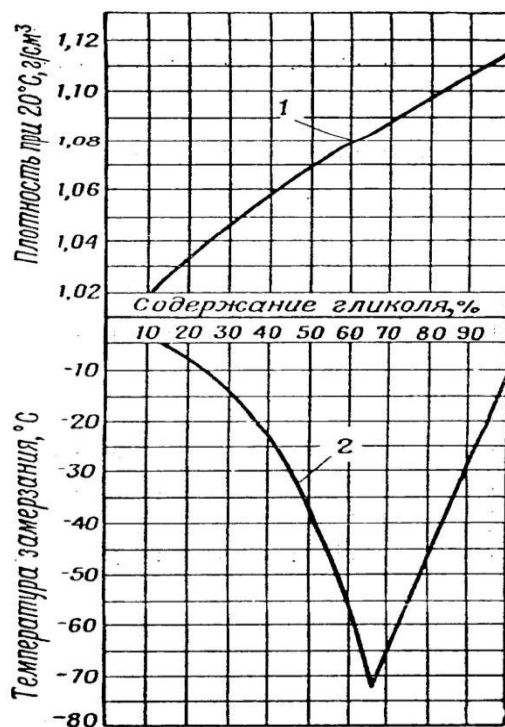


Рис. 7. Диаграмма для определения температуры замерзания и содержания гликоля в охлаждающей низкозамерзающей жидкости по ее плотности

### 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:

$$x = \frac{a - b}{b - k} \cdot V,$$

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);

$k$  – объемный процент воды в добавляемом этиленгликоле.

При расчете количества добавляемой воды используют формулу:

$$y = \frac{c - d}{d} \cdot V,$$

где:

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

$c$  – объемный процент этиленгликоля в испытуемом образце;

$d$  – объемный процент этиленгликоля в исправленном антифризе (в смеси).

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

### Заключение

Результаты проведения работы необходимо сопоставить с требованиями ГОСТ на испытуемый антифриз по данному показателю качества. Заключение даётся в журнале лабораторных работ.

## Приложения

### Приложение 1

#### Классы вязкости моторных масел

Класс вязкости	Вязкость при 100 °С, мм <sup>2</sup> /с		Вязкость при -18 °С, мм <sup>2</sup> /с, не более
	не менее	не более	
3 <sub>3</sub> (5W)	3,8	–	1250
4 <sub>3</sub> (10W)	4,1	–	1260
5 <sub>3</sub> (15W)	5,6	–	6000
6 <sub>3</sub> (20W)	5,6	–	10400
6 (20)	5,6	7,0	–
8 (20)	7,0	5,9	–
10 (30)	9,5	11,5	–
12 (30)	11,5	13,0	–
14 (40)	13,0	15,0	–
16 (40)	15,0	18,0	–
20 (50)	18,0	23,0	–
3 <sub>3</sub> /8 (5W/20)	7,0	9,5	1250
4 <sub>3</sub> /6 (10W/20)	5,6	7,0	2600
4 <sub>3</sub> /8 (10W/20)	7,0	9,5	2600
4 <sub>3</sub> /10 (10W/30)	9,5	11,5	2600
5 <sub>3</sub> /10 (15W/30)	9,5	11,5	6000
5 <sub>3</sub> /12 (15W/30)	11,5	13,0	6000
5 <sub>3</sub> /14 (15W/40)	13,0	15,0	6000
6 <sub>3</sub> /10 (20W/30)	9,5	11,5	10400
6 <sub>3</sub> /14 (20W/40)	13,0	15,0	10400
6 <sub>3</sub> /16 (20W/40)	15,0	18,0	10400

Примечание: классы вязкости моторных масел представлены в соответствии с ГОСТ 17479.1-85 «Масла моторные. Классификация и обозначение».