

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА БЕНЗИНА

### 1.1. Цель работы

1. Оценка испытуемого образца бензина по внешним признакам (прозрачность, цвет, запах, наличие воды и видимых невооруженным глазом механических примесей, характер испарения капли с пальца руки или фильтровальной бумаги).
2. Сравнение по внешним признакам испытуемого образца бензина с имеющимися в лаборатории пробами стандартных бензинов, составление предварительного заключения о его марке.
3. Проведение анализа на содержание в бензине водорастворимых кислот и щелочей.
4. Определение наличия в бензине олефинов.
5. Измерение плотности бензина ареометром.
6. Определение фракционного состава бензина на стандартном аппарате.
7. Ознакомление преподавателя с результатами работ по пунктам 1—6 и получение от него для испытуемого образца бензина следующих данных: значение октанового числа, давление паров и содержание фактических смол.
8. Установление по имеющимся данным марки испытуемого образца бензина, его соответствия ГОСТу (см. Приложение, табл. 1 и 2).

*Время на проведение работы — 4 часа.*

### 1.2. Оценка бензина по внешним признакам

Неэтилированные бензины, как правило, бесцветны. Иногда они имеют желтоватый оттенок из-за наличия смолистых веществ. Этилированные бензины специально окрашивают (в ярко-желтый или оранжево-красный цвет), так как входящий в их состав тетраэтилсвинец ядовит.

Для определения прозрачности бензина используют стеклянный цилиндр. Невооруженным глазом не должно быть обнаружено механических взвешенных и осевших на дно цилиндра посторонних примесей и воды. Мутность бензина при комнатной температуре обычно обусловлена наличием в нем воды в виде эмульсии или механи-

ческих примесей. Такой бензин перед применением необходимо подогреть отстоя и фильтрации. Наличие воды в бензине особенно опасно в зимнее время, когда образующиеся кристаллы льда нарушают дозировку топлива и даже могут вызывать полное прекращение его подачи. Кроме того, при наличии воды увеличивается коррозионное действие топлива, усиливаются процессы окисления.

Механические примеси могут попадать в топливо при использовании грязной тары и загрязненного заправочного оборудования. Применение топлива, содержащего механические примеси, вызывает засорение топливodosирующей системы, износ топливной аппаратуры, а при попадании в цилиндры двигателя — износ цилиндропоршневой группы. В бензинах не допускается присутствие даже мельчайших механических примесей.

Бензины имеют наиболее легкий фракционный состав по сравнению с другими нефтепродуктами. Для определения испаряемости каплю испытуемого бензина наносят на палец руки или фильтровальную бумагу и наблюдают характер испарения. Зимние автомобильные бензины полностью испаряются за 1 мин, не оставляя никакого следа. Летние автомобильные бензины испаряются медленнее, на коже или бумаге сохраняется не полностью высохшее пятно.

### Заключение:

### 1.3. Определение содержания в бензине водорастворимых кислот и щелочей (определение нейтральности бензина)

Из-за нарушения технологии очистки бензина в нем могут присутствовать водорастворимые кислоты и щелочи. Так, например, после очистки бензина при неполной нейтрализации серной кислоты щелочью не исключено наличие остатков как самой кислоты, так и ее производных — сульфокислот и кислых эфиров. Для удаления щелочи после нейтрализации серной кислоты бензин промывают водой. Щелочь попадает в топливо при плохой промывке в процессе очистки. Другие водорастворимые кислоты и щелочи могут оказаться в топливе случайно.

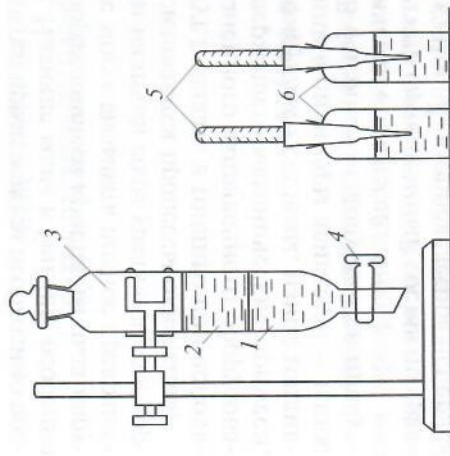
Присутствие в бензине водорастворимых кислот и щелочей вызывает интенсивное изнашивание деталей двигателя (коррозия металлов), поэтому ГОСТы предусматривают их полное отсутствие.

Бензины, содержащие водорастворимые кислоты и щелочи, к эксплуатации непригодны.

Для определения содержания в бензине водорастворимых кислот и щелочей образец бензина тщательно перемешивают встряхиванием в бутылке, затем наливают в делительную воронку 3



Рис. 1.1. Прибор для определения содержания в бензине водорастворимых кислот и щелочей:  
1 — водная вытяжка; 2 — бензин;  
3 — делительная воронка; 4 — кран;  
5 — пипетка; 6 — пробирки



(рис. 1.1) 10 мл испытуемого бензина и добавляют такое же количество дистиллированной воды. Воронку закрывают пробкой, снимают со штатива и перемешивают содержимое встряхиванием в течение 5 мин. После этого воронку укрепляют на штативе, дают смеси отстояться, затем водную вытяжку 1, находящуюся внизу делительной воронки, сливают с помощью крана 4 в две пробирки 6. В одну из пробирок добавляют одну-две капли раствора метилоранжа, в другую — одну-две капли раствора фенолфталеина. При наличии в бензине водорастворимых кислот водная вытяжка в пробирке окрасится в красный цвет, а при их отсутствии — в желто-оранжевый.

При наличии в бензине щелочей водная вытяжка окрасится в малиновый цвет, а при их отсутствии — останется бесцветной или слегка побелеет. Полученные результаты необходимо сравнить с данными табл. 1.1.

Т а б л и ц а 1.1

Цвет индикаторов в различных средах

Среда	Метилоранж	Фенолфталеин
Щелочная	Желтый	Малиновый
Нейтральная	Оранжевый	Бесцветный
Кислая	Красный	Бесцветный

Бензин может быть допущен к применению только при условии, что его водная вытяжка остается нейтральной. Если водная вытяжка кислая или щелочная, то испытуемый бензин бракует.

**Заключение:**

## 1.4. Определение наличия олефинов в бензине

Бензины для двигателей, имеющие в своем составе продукты термического крекинга, могут содержать значительное количество олефинов, способных во время транспортирования и хранения превращаться вследствие окислительно-полимеризационных процессов в смолы, чрезмерно высокая концентрация которых негативно отражается на работе двигателей. В связи с этим возникает необходимость качественной оценки в эксплуатационных условиях способности бензинов к самопроизвольному осмолению.

Олефины легко окисляются, восстанавливая соприкасающиеся с ними окислители. При выполнении анализа испытуемый бензин наливают в градуированную пробирку до уровня 30...40 мм и добавляют примерно такое же количество водного раствора марганцовокислого калия (перманганата калия). Пробирку закрывают пробкой, интенсивно встряхивают смесь в течение 10...15 с, а затем дают смеси отстояться. Если после отстаивания жидкость в нижней части пробирки имеет малиново-фиолетовую окраску, то это свидетельствует об отсутствии в бензине олефинов.

Обесцвечивание водного слоя или изменение малиново-фиолетовой окраски на желтую или коричневую является признаком наличия олефинов в испытуемом бензине.

**Заключение:**

## 1.5. Определение плотности бензина

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

Для пересчета количества бензина из объемных единиц в массовые достаточно умножить объемное количество бензина, замеренное при определенной температуре, на плотность бензина при той же температуре, т. е.

$$C_6 = V_6 \rho,$$

где  $C_6$  — количество бензина в массовых единицах, кг;  $V_6$  — количество бензина в объемных единицах при определенной температуре, л;  $\rho$  — плотность бензина при той же температуре, г/см<sup>3</sup>.



При обратном пересчете и тех же обозначениях

$$V_6 = \frac{C_6}{\rho}$$

Для определения плотности бензина стеклянный цилиндр устанавливают на ровной поверхности и по стеклянной палочке осторожно наливают в него бензин. Температура бензина не должна отклоняться от температуры окружающей среды более чем на 5 °С.

Далее чистый и сухой нефтенсимер с ценой деления 0,0005 г/см<sup>3</sup> (рис. 1.2) медленно погружают в бензин до момента его всплытия. Отсчет производят по верхнему краю мениска. Температуру бензина определяют термометром. Плотность бензина принято указывать при температуре +20 °С.

Если температура бензина в момент определения его плотности отличалась от указанной, следует ввести температурную поправку  $\gamma$  (табл. 1.2).

Плотность бензина определяется по формуле

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

где  $\rho_{20}$  — плотность бензина при температуре +20 °С, г/см<sup>3</sup>;  $\rho_t$  — плотность бензина при температуре замера, г/см<sup>3</sup>;  $\gamma$  — температурная поправка, г/(см<sup>3</sup> · °С);  $t$  — температура бензина в момент замера, °С.

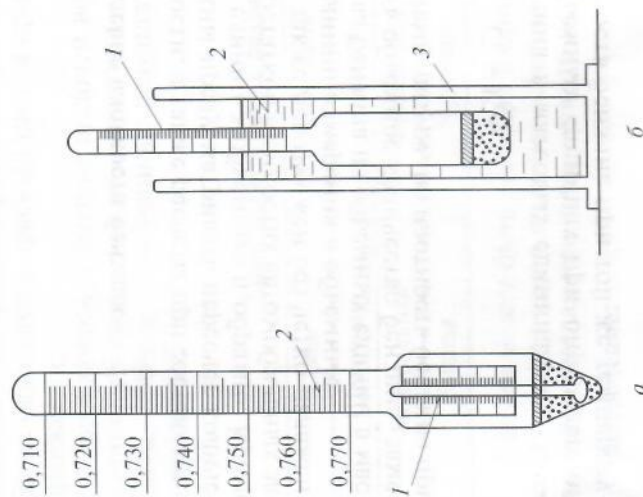


Рис. 1.2. Определение плотности бензина:

$a$  — ареометр; 1 — шкала термометра; 2 — шкала плотности (р, г/см<sup>3</sup>);  $b$  — нефтенсимер; 1 — нефтенсимер; 2 — бензин; 3 — цилиндр

Таблица 1.2

## Средние температурные поправки для определения плотности бензина

Замеренная плотность бензина $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	Температурная поправка $\gamma$ , г/(см <sup>3</sup> · °С)	Замеренная плотность бензина $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	Температурная поправка $\gamma$ , г/(см <sup>3</sup> · °С)
0,720 ... 0,729	0,000870	0,820 ... 0,829	0,000738
0,730 ... 0,739	0,000857	0,830 ... 0,839	0,000725
0,740 ... 0,749	0,000844	0,840 ... 0,849	0,000712
0,750 ... 0,759	0,000831	0,850 ... 0,859	0,000699
0,760 ... 0,769	0,000818	0,860 ... 0,869	0,000686
0,770 ... 0,779	0,000805	0,870 ... 0,879	0,000673
0,780 ... 0,789	0,000792	0,880 ... 0,889	0,000660
0,790 ... 0,799	0,000778	0,890 ... 0,899	0,000647
0,800 ... 0,809	0,000765	0,900 ... 0,909	0,000633
0,810 ... 0,819	0,000752	0,910 ... 0,919	0,000620

Результаты проведенного исследования необходимо занести в таблицу:

Показание нефтенсимера	Температура топлива, °С	Температурная поправка $\gamma$ , г/(см <sup>3</sup> · °С)	Плотность топлива $\rho$ при +20 °С, г/см <sup>3</sup>

Плотность бензина стандартами не нормируется, по этому показателю можно только ориентировочно судить о его принадлежности к виду топлива: бензин, керосин, дизельное топливо и т.д. (см. Приложение, табл. 4), так как многие марки различных топлив имеют одинаковую плотность.

## Заключение:

## 1.6. Определение фракционного состава бензина

Фракционный состав бензина во многом определяет его важнейшие эксплуатационные свойства. Легкость пуска холодного двигателя, необходимая интенсивность подогрева впускного трубопровода, мощностные показатели, топливная экономичность, интенсивность изнашивания двигателя зависят от фракционного состава бензина.



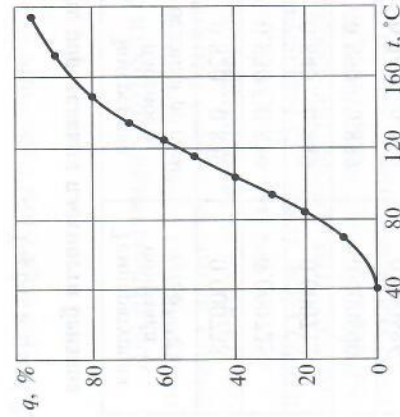


Рис. 1.3. Кривая перегонки бензина:  
 $q$  — количество перегнанного топлива;  
 $t$  — температура разгонки

характеристики фракционного состава в стандартах указаны температуры, при которых перегоняется 10; 50 и 90 % бензина, а также температуры начала ( $t_{н.п}$ ) и конца ( $t_{к.п}$ ) его перегонки.

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

Например, температура перегонки 10 % бензина ( $t_{10\%}$ ) характеризует его пусковые свойства, в частности, возможность пуска двигателя при низких температурах воздуха.

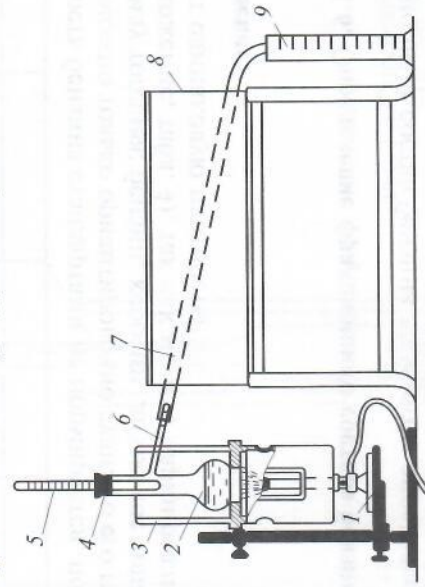


Рис. 1.4. Прибор для определения фракционного состава бензина:  
1 — горелка; 2 — колба; 3 — кожух; 4 — пробка; 5 — термометр; 6 — отвальная трубка; 7 — трубка для конденсата; 8 — холодильник; 9 — стеклянный мерный цилиндр

Температура перегонки 50 % бензина ( $t_{50\%}$ ) характеризует необходимую интенсивность прогрева впускного трубопровода, а также скорость прогрева двигателя и возможность более быстрого прекращения прогрева горючей смеси при пуске.

Температуры перегонки 90 % бензина ( $t_{90\%}$ ) и конца перегонки ( $t_{к.п}$ ) достаточны для полного характера этих температур увеличения бензина, так как с повышением этих температур увеличивается количество тяжелых трудноиспаряющихся фракций, попадающих в цилиндр в капельно-жидком состоянии и смывающих масляную пленку с зеркала цилиндров.

Схема прибора для определения фракционного состава бензина показана на рис. 1.4. В колбу 2 вместимостью 125 мл, помещенную в кожух 3, наливают 100 мл бензина. Колбу подогревают, регулируя пламя газовой горелки 1 так, чтобы первая капля бензина с момента начала перегонки попала в мерный цилиндр 9 не ранее чем через 5 мин и не позднее чем через 10 мин. По термометру 5, установленному при помощи уплотнительной пробки 4 в горловине колбы так, чтобы его ртутный шарик был на уровне отвальной трубки 6, отмечают температуру падения в мерный цилиндр первой капли бензина, т.е. температуру начала перегонки бензина. В дальнейшем измеряют температуру после каждых 10 мл бензина, поступающего в мерный цилиндр. При этом интенсивность нагревания колбы должна обеспечивать перегонку 4...5 мл бензина в течение минуты (20—25 капель за 10 с). Для конденсации паров бензина трубка 7 расположена в холодильнике 8, залитом водой со льдом или проточной водой.

Вычитая из количества бензина, залитого в колбу, количество бензина, находящегося в мерном цилиндре, и остаток в колбе, получают потери при перегонке.

Результаты проведенного исследования необходимо занести в таблицу и, используя их, построить кривую перегонки (рис. 1.5) и заполнить итоговую табл. 1.3.

Фракционный состав, °C										Остатки бензина, %	Потери бензина, %
$t_{н.п}$	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %		
$t_{к.п}$											

Давление насыщенных паров характеризует испаряемость газовых (пусковых) фракций бензинов и, прежде всего, их пусковые качества.

Чем выше давление насыщенных паров бензина, тем легче он испаряется и тем быстрее происходит пуск и прогрев двигателя. Однако если бензин имеет слишком высокое давление насыщенных паров, то он может испаряться до смесительной камеры карбюратора. Это приведет к ухудшению наполнения цилиндров,



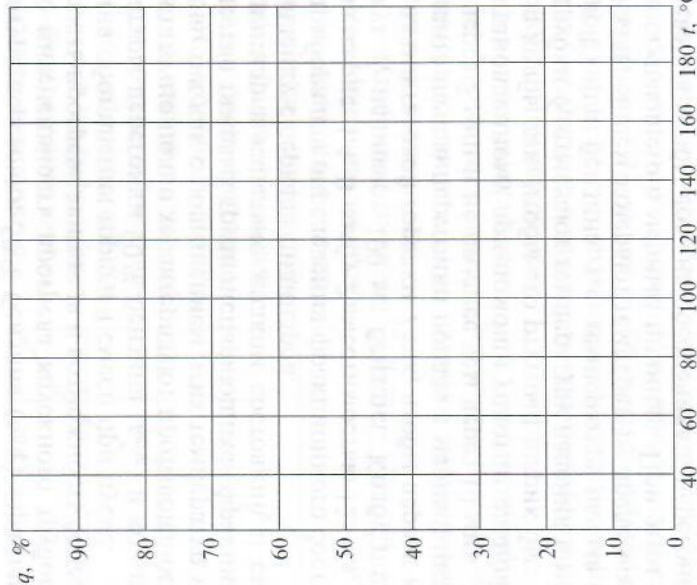


Рис. 1.5. Шаблон для построения кривой перегонки бензина по его фракционному составу

Таблица 1.3

Соответствие основных показателей образца бензина требованиям ГОСТа

Показатели	Значение показателей		Отклонения показателей от ГОСТа	
	для испытуемого образца	по ГОСТу	фактические	допустимые
Октановое число				-1
Фракционный состав, °С:	$t_{н.п}$			-5
	$t_{10\%}$			+3
	$t_{50\%}$			+3
	$t_{90\%}$			+3
	$t_{к.п}$			+5
Остаток в колбе, %				0,3
Остаток в колбе + потери, %				Не допускается

возможному образованию «паровых пробок» в системе питания и снижению мощности, перебоям в работе двигателя и даже его остановке.

#### Заключение:

Для нестандартных бензинов необходимо сопоставить фактические отклонения от ГОСТа с допустимыми. Если фактические отклонения показателей не выходят за пределы допустимых, бензин применяют по прямому назначению. Допустимые отклонения от норм выбраны таким образом, чтобы не наблюдалось заметного снижения показателей надежности работы автомобиля. Бензины, не отвечающие техническим требованиям, могут быть использованы по прямому назначению после доведения их показателей до норм ГОСТа (например, смешением нестандартного бензина с другим бензином, имеющим запас качества по соответствующим показателям).

#### Заключение:

Решение о применении всех бензинов (как стандартных, так и нестандартных) принимают после обязательной эксплуатационной оценки их фракционного состава с помощью номограммы (рис. 1.6).

Легкость пуска карбюраторного двигателя непосредственно связана с наличием в бензине легких фракций. Очевидно, что чем больше в бензине низкокипящих углеводородов, тем лучше его пусковые свойства. Поэтому возможность легкого или затрудненного пуска двигателя связывают с испарением при перегонке первых 10 % бензина или с температурой перегонки 10 % бензина ( $t_{10\%}$ ).

Для оценки пусковых свойств бензинов необходимо найти по номограмме два значения температуры наружного воздуха, являющиеся нижними границами легкого и затрудненного пуска двигателя. Практически этот вопрос решают следующим образом: на оси абсцисс отмечают точку, соответствующую  $t_{10\%}$  испытуемого бензина (для иллюстрации на номограмме  $t_{10\%}$  взята равной 70 °С); из нее восстанавливают перпендикуляр (вертикальная пунктирная прямая); из точки его пересечения с наклонными сплошными линиями (нижними границами областей, представленных на номограмме) проводят горизонтальную линию до пересечения с осью ординат и на ней читают ответ. В рассматриваемом примере легкий пуск холодного двигателя возможен при минимальной температуре наружного воздуха -5 °С, а затрудненный пуск — при -15 °С.



# ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

## 2.1. Цель работы

1. Оценка испытуемого образца дизельного топлива по внешним признакам (прозрачность, цвет, запах, наличие воды и видимых невооруженным глазом механических примесей).
2. Определение кинематической вязкости испытуемого образца дизельного топлива при температуре  $+20^{\circ}\text{C}$ .
3. Определение плотности испытуемого образца дизельного топлива при температуре  $+20^{\circ}\text{C}$ .
4. Установление по имеющимся данным марки испытуемого образца топлива, его соответствия ГОСТу (или ТУ) и оформление заключения о пригодности данного образца топлива для двигателей автомобилей (см. Приложение, табл. 5 и 6).

Время на проведение работы — 2 часа.

## 2.2. Оценка дизельных топлив по внешним признакам

При оценке дизельных топлив по внешним признакам используют методы, рассмотренные применительно к оценке бензинов в лабораторной работе № 1. Дополнительно необходимо отметить некоторые характерные особенности, относящиеся к цвету и запаху топлив.

Все дизельные топлива окрашены, что обусловлено наличием в них растворенных смол. В зависимости от природы и количества смол цвет топлива, определяемый в стеклянных цилиндрах диаметром 40...55 мм, изменяется от желтого до светло-коричневого. Чем меньше интенсивность окраски топлива, т.е. чем оно светлее, тем меньше в нем смолистых веществ и тем выше его качество.

В большинстве случаев дизельные топлива имеют нерезко выраженный запах, типичный для многих нефтепродуктов (за исключением бензинов и керосинов). Зимние и особенно арктические сорта дизельных топлив мало отличаются по фракционному составу от керосинов, поэтому по запаху они могут быть схожи с керосинами.

После оценки испытуемого образца по внешним признакам необходимо сравнить его с имеющимися в лаборатории пробами стандартных дизельных топлив и дать предварительное заключение о его пригодности к той или иной марке дизельного топлива.

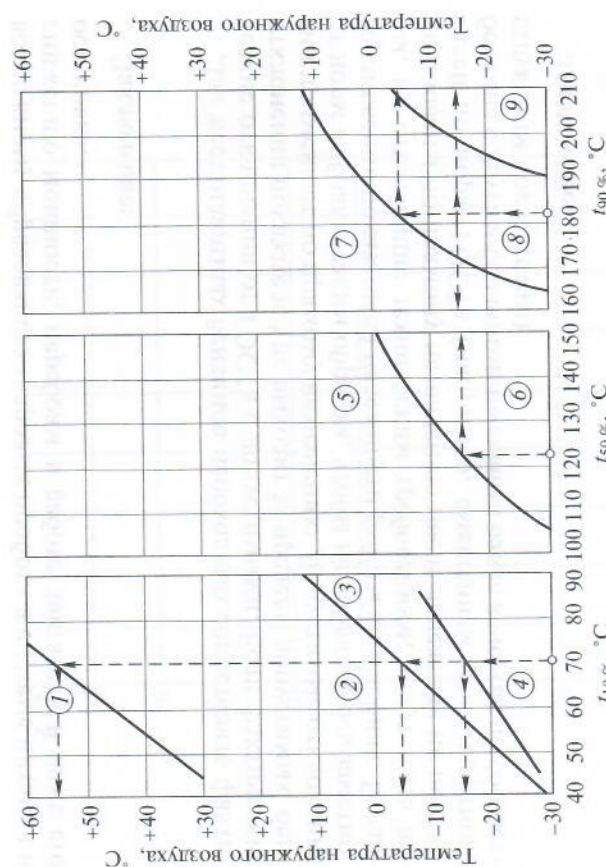


Рис. 1.6. Номограмма для эксплуатационной оценки бензинов по данным их перегонки:

- 1 — область возможного образования паровых пробок; 2 — область легкого пуска двигателя; 3 — область затрудненного пуска двигателя; 4 — область практически невозможного пуска холодного двигателя; 5 — область быстрого прогрева и хорошей приемистости двигателя; 6 — область медленного прогрева и плохой приемистости двигателя; 7 — область незначительного разжижения масла в картере; 8 — область заметного разжижения масла в картере; 9 — область интенсивного разжижения масла в картере

После этого с помощью номограммы необходимо оценить испытуемый бензин по остальным показателям и записать самую низкую температуру наружного воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ , при которой возможно:

- Образование паровых пробок.....
- Обеспечение легкого пуска двигателя.....
- Обеспечение затрудненного пуска двигателя.....
- Обеспечение быстрого прогрева и хорошей приемистости.....
- Незначительное разжижение масла в картере.....
- Заметное разжижение масла в картере.....

## Заключение по лабораторной работе № 1:



### 2.3. Определение кинематической вязкости испытуемого образца топлива

Вязкость подавляющего большинства нефтепродуктов (топлив, жидких смазочных материалов, специальных жидкостей) принято выражать в единицах кинематической вязкости, которая определяется с помощью капиллярных вискозиметров по ГОСТ 33–2000.

Вязкостью называется свойство жидкости оказывать сопротивление перемещению ее слоев под действием внешней силы. Это свойство является следствием трения, возникающего между слоями жидкости.

Для определения кинематической вязкости  $\nu$  используют вискозиметры различных типов. Наибольшее распространение получили вискозиметр типа ВПЖ-2 (рис. 2.1) и вискозиметр Пинкевича (рис. 2.2). При определении кинематической вязкости жидкостей необходимо:

- 1) заполнить почти до краев имеющийся на рабочем месте фарфоровый тигель испытуемым дизельным топливом;
- 2) надеть резиновую трубку 7 с грушей на полый отрезок 6 вискозиметра Пинкевича и перевернуть вискозиметр, направив открытыми концами вниз, как показано на рисунке. Затем зажать нижнюю часть широкого колена 5 между средним и указательным пальцами правой руки так, чтобы большим пальцем можно было закрыть с торца широкое колено. После этого взять в левую руку тигель с топливом и опустить в него (до дна) узкое колено 1 вискозиметра;
- 3) с помощью груши через узкое колено 1 заполнить топливом расширительные емкости 2 и 3. Когда уровень топлива достигнет метки В, следует прекратить отсос воздуха грушей и быстро перевернуть вискозиметр, направив открытые концы его колена вверх;
- 4) снять резиновую трубку с полого отрезка 6 и тем же концом надеть ее на узкое колено, предварительно обтерев его тканью или фильтровальной бумагой. Затем вертикально погрузить вискозиметр в термостат и закрепить в зажиме штатива верхнюю часть широкого колена так, чтобы расширительная емкость 2 оказалась полностью в термостатной жидкости;
- 5) испытание начинать, выдержав вискозиметр в термостате не менее 15 мин при температуре  $+20^\circ\text{C}$ , которую нужно поддерживать в течение всего опыта с точностью  $\pm 0,3^\circ\text{C}$ . Не вынимая вискозиметра из термостата, медленно заполнить топливом, перетекающим в процессе выдерживания в термостате в расширительную емкость 4, расширительную емкость 3 так, чтобы его уровень был выше метки А. При заполнении и выдерживании вискозиметра в топливе не должно образовываться разрывов и пузырьков воздуха. Подняв с помощью груши топливо выше метки А, необходимо

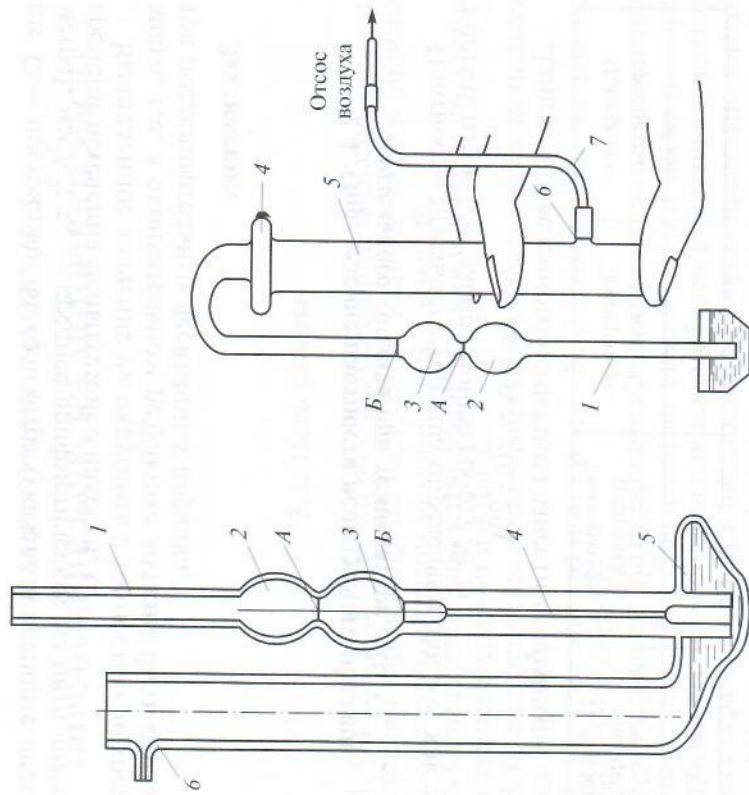


Рис. 2.1. Вискозиметр типа ВПЖ-2:

1 — узкое колено; 2, 3, 5 — расширительные емкости; 4 — резиновая трубка; 6 — широкое колено; А — верхняя метка; В — нижняя метка

Рис. 2.2. Заполнение дизельным топливом вискозиметра Пинкевича:  
1 — узкое колено; 2, 3, 4 — расширительные емкости; 5 — широкое колено; 6 — полый отрезок; 7 — резиновая трубка; А, В — метки

наблюдать за происходящим после этого перетеканием топлива через капилляр в расширение. В тот момент, когда уровень топлива достигнет метки А, нужно включить секундомер, а после вытекания топлива из расширительной емкости, т.е. в момент прохождения уровня метки В, его выключить.

Замер времени осуществляется с точностью до 0,1 с. С той же порцией топлива повторить опыт столько раз, чтобы можно было выбрать пять значаний времени истечения ( $\tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4, \tau_5$ ), максимальная разница между которыми не превышала бы 1 % от значения одного из них;

б) вычислить кинематическую вязкость испытуемого топлива при температуре  $+20^\circ\text{C}$  по формуле

$$\nu_{20} = C \tau_{\text{ср}}$$



где  $C$  — постоянная вискозиметра (указана в паспорте вискозиметра),  $\text{мм}^2/\text{с}^2$ ;  $\tau_{\text{ср}}$  — среднее арифметическое из пяти значений времени истечения испытуемой жидкости, с.

Вычисленное значение  $\nu_{20}$  округлить с точностью до третьего знака, т.е. в окончательном результате должны быть отражены три последовательных десятичных порядка.

#### Заключение:

### 2.4. Определение плотности испытуемого образца дизельного топлива при температуре $+20^\circ\text{C}$

Плотность дизельного топлива определяют так же, как плотность бензина (см. лабораторную работу № 1):

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

Данные проведенного испытания занести в таблицу:

Показание ареометра	Температура топлива, $^\circ\text{C}$	Температурная поправка $\gamma$ , $\text{кг}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$	Плотность топлива $\rho$ при $+20^\circ\text{C}$ , $\text{г}/\text{см}^3$

#### Заключение:

### 2.5. Установление марки дизельного топлива и решение о возможности его применения

Данные, полученные в процессе проведения испытания и от преподавателя, занести в таблицу:

Показатели	Значение показателей испытуемого образца	Значение показателей по ГОСТу на дизельное топливо	Фактическое отклонение показателей от ГОСТа
Щетановое число			
Вязкость, $\text{мм}^2/\text{с}$			
Плотность, $\text{г}/\text{см}^3$			

Методика установления марки топлива аналогична методике установления марки бензина (см. лабораторную работу № 1).

#### Заключение по лабораторной работе № 2:

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА МОТОРНОГО МАСЛА

### 3.1. Цель работы

1. Оценка испытуемого образца моторного масла по внешним признакам (прозрачность, цвет, запах, наличие воды и видимых невооруженным глазом механических примесей).
2. Определение кинематической вязкости испытуемого образца при температуре  $+40$  и  $+100^\circ\text{C}$ .
3. Определение по номограмме № 1 индекса вязкости испытуемого образца.
4. Определение по номограмме № 2 температуры застывания испытуемого образца.

5. Установление по имеющимся данным группы и марки испытуемого масла (см. Приложение, табл. 6—12), а также решение вопроса о его применении для автомобилей с указанием необходимых ограничений и, в частности, величины предельно низкой температуры, до которой на нем возможен пуск двигателей без использования средств разогрева.

Время на проведение работы — 4 часа.

### 3.2. Общие сведения

Одним из путей повышения эксплуатационной надежности двигателей внутреннего сгорания автомобилей и экономичного использования моторных масел является установление рациональных сроков их замены.

В настоящее время периодичность замены моторных масел определяется заводом-изготовителем и измеряется в километрах пробега автомобиля. Такой подход не учитывает фактического состояния масла на момент его замены. Старение масла происходит вследствие загрязнения пылью, продуктами износа, сгорания топлива и физико-химических изменений углеводородов. Масло оказывает влияние на техническое состояние двигателей. В то же время изменения, происходящие в работе систем и механизмов двигателя, оказывают влияние на качество масла. В связи с этим отработавшее масло является носителем комплексной информации, ко-



торая позволяет оценить состояние масла, своевременно обнаружить неисправность в двигателе и произвести замену масла по его фактическому состоянию.

### 3.3. Оценка испытываемого образца моторного масла по внешним признакам

Смазочные масла оценивают по внешним признакам так же, как бензины и дизельные топлива (см. лабораторные работы № 1 и 2). Современные моторные и трансмиссионные масла содержат значительно больше смол, чем дизельное топливо, поэтому по сравнению с последним они имеют более интенсивную окраску (например, слой масла толщиной 40...55 мм становится непрозрачным). В связи с этим для жидких масел, кроме цвета в проходящем свете, необходимо дополнительно фиксировать и оттенки в отраженном свете.

#### Заключение:

### 3.4. Определение кинематической вязкости испытываемого образца моторного масла

Вязкость масел определяют с помощью приборов и по методике, которые описаны в лабораторной работе № 2.

К важнейшим эксплуатационным характеристикам масел относятся вязкостные свойства (в паспорте на масло указаны кинематическая вязкость и индекс вязкости).

При установлении марки вязкость определяют при тех же температурах, при которых работают узлы трения (+40 и +100 °C).

Время истечения масла из капилляра вискозиметра измеряют с точностью до 0,2 с. Для определения кинематической вязкости испытываемого образца моторного масла при заданной температуре (+40 и +100 °C) достаточно провести три замера. Постоянную вискозиметра  $C$ , мм<sup>2</sup>/с<sup>2</sup>, берут из паспорта вискозиметра.

Время истечения масла при температуре +40 °C, с:

$$\tau_1 = ; \tau_2 = ; \tau_3 = ;$$

$$\tau_{cp} = \frac{\tau_1 + \tau_2 + \tau_3}{3}$$

Кинематическая вязкость масла при температуре +40 °C, мм<sup>2</sup>/с:

$$\nu_{40} = C\tau_{cp} =$$

Время истечения масла при температуре +100 °C, с:

$$\tau_1 = ; \tau_2 = ; \tau_3 = ;$$

$$\tau_{cp} = \frac{\tau_1 + \tau_2 + \tau_3}{3}$$

Кинематическая вязкость масла при температуре +100 °C, мм<sup>2</sup>/с:

$$\nu_{100} = C\tau_{cp} =$$

#### Заключение:

### 3.5. Определение индекса вязкости испытываемого образца моторного масла

Индекс вязкости масла определяют по номограмме № 1 (рис. 3.1). Для этого рассмотрим схему использования номограммы на примере вычисления индекса вязкости для испытываемого образца моторного масла марки М-6з/10Г<sub>1</sub> при температуре +100 и 0 °C, имеющего значения вязкости, соответственно равные 10 и 1000 мм<sup>2</sup>/с. Соединим прямой линией точку на шкале вязкости, соответствующую 10 мм<sup>2</sup>/с, с точкой на шкале температур, расположенной на уровне 100 °C. Подобным образом строится прямая, проходящая через точки 1000 мм<sup>2</sup>/с и 0 °C. Обе прямые пересекаются в правой части номограммы. Положение точки пересечения в отношении к линиям постоянных значений индексов вязкости (ИВ) соответствует искомому значению. В нашем примере индекс вязкости равен 115.

#### Заключение:

### 3.6. Определение температуры застывания испытываемого образца моторного масла

На основании ряда исследований установлено, что пуск двигателя оказывается достаточно легким и не сопровождается, как и последующий прогрев, интенсивным изнашиванием только при условии, если вязкость масел не превосходит критического значения, равного для автомобильных двигателей 1·10<sup>4</sup> мм<sup>2</sup>/с.

Температурах, при которых масла достигают критических значений вязкости, определяют с помощью номограммы № 2 (рис. 3.2).

Находим по номограмме № 2 температуру, при которой испытываемый образец масла марки М-6з/10Г<sub>1</sub> будет иметь вязкость, рав-



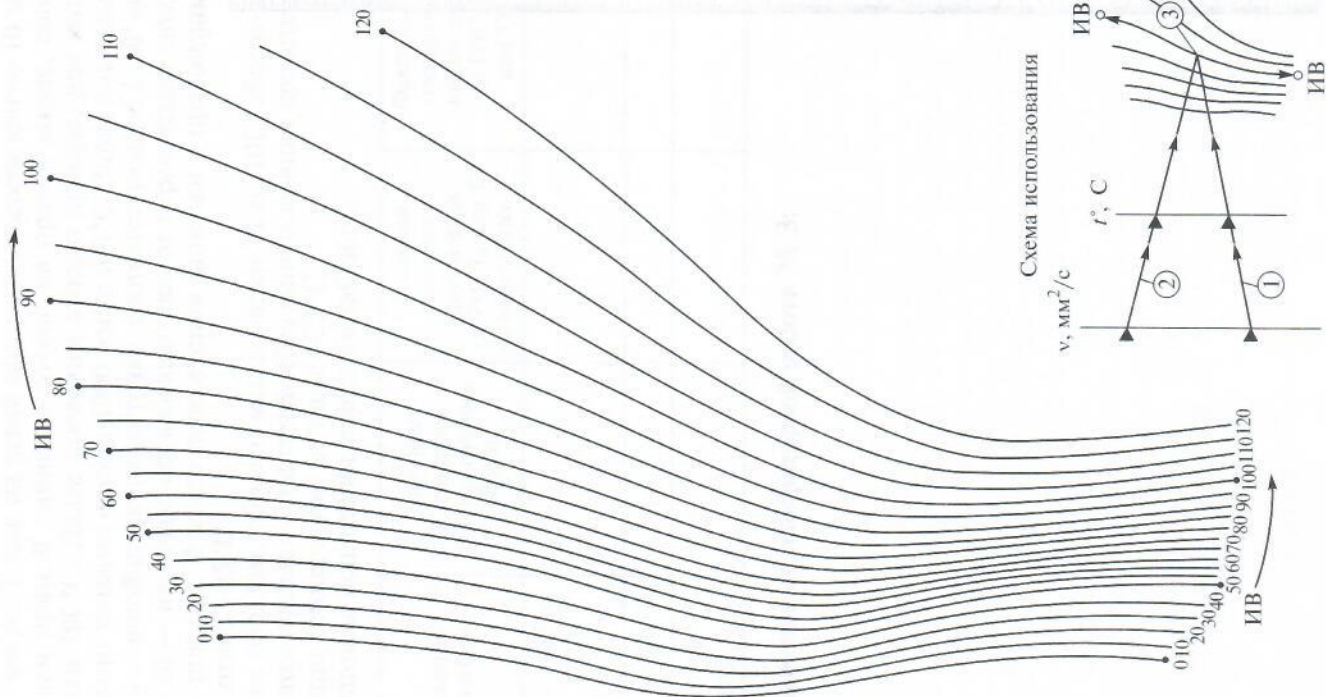
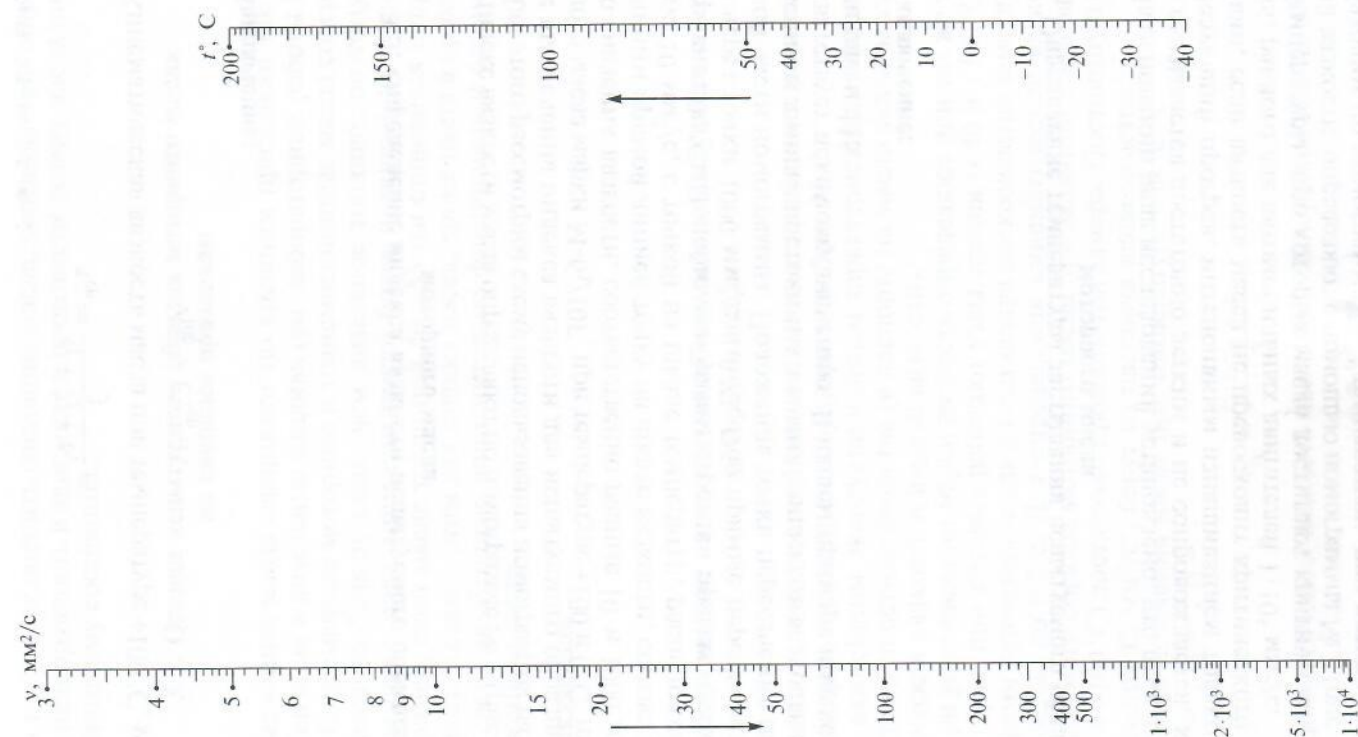
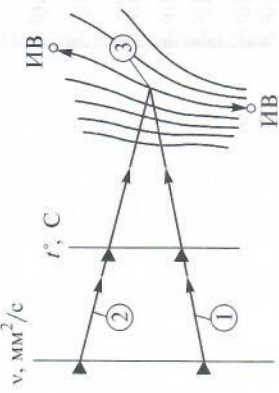


Схема использования





ную  $10 \text{ мм}^2/\text{с}$ . Точку на левой шкале, соответствующую  $10 \text{ мм}^2/\text{с}$ , соединяем прямой линией с точкой на правой шкале, соответствующей  $100^\circ\text{C}$ . Далее проводим вторую прямую, для которой исходными точками служат  $1000 \text{ мм}^2/\text{с}$  и  $0^\circ\text{C}$ . Затем накладываем линейку с одной стороны на точку, соответствующую  $1 \cdot 10^4 \text{ мм}^2/\text{с}$ , а с другой — на точку, образовавшуюся от пересечения двух указанных прямых. В месте пересечения линейки с правой шкалой читаем ответ:  $-25^\circ\text{C}$ .

Таким образом, образец масла марки М-6<sub>з</sub>/10Г<sub>1</sub> обеспечивает пуск автомобильного двигателя (без использования средств разогрева) при температуре не ниже  $-25^\circ\text{C}$ .

Результаты испытания занести в таблицу:

Основные показатели	Значения показателей для испытуемого образца	Значения основных показателей по ГОСТу или ТУ на масло марки _____	Фактические отклонения показателей от ГОСТа или ТУ
Вязкость, $\text{мм}^2/\text{с}$ : $V_{100}$ $V_0$			
Индекс вязкости			
Температура застывания			

### Заключение по лабораторной работе № 3:

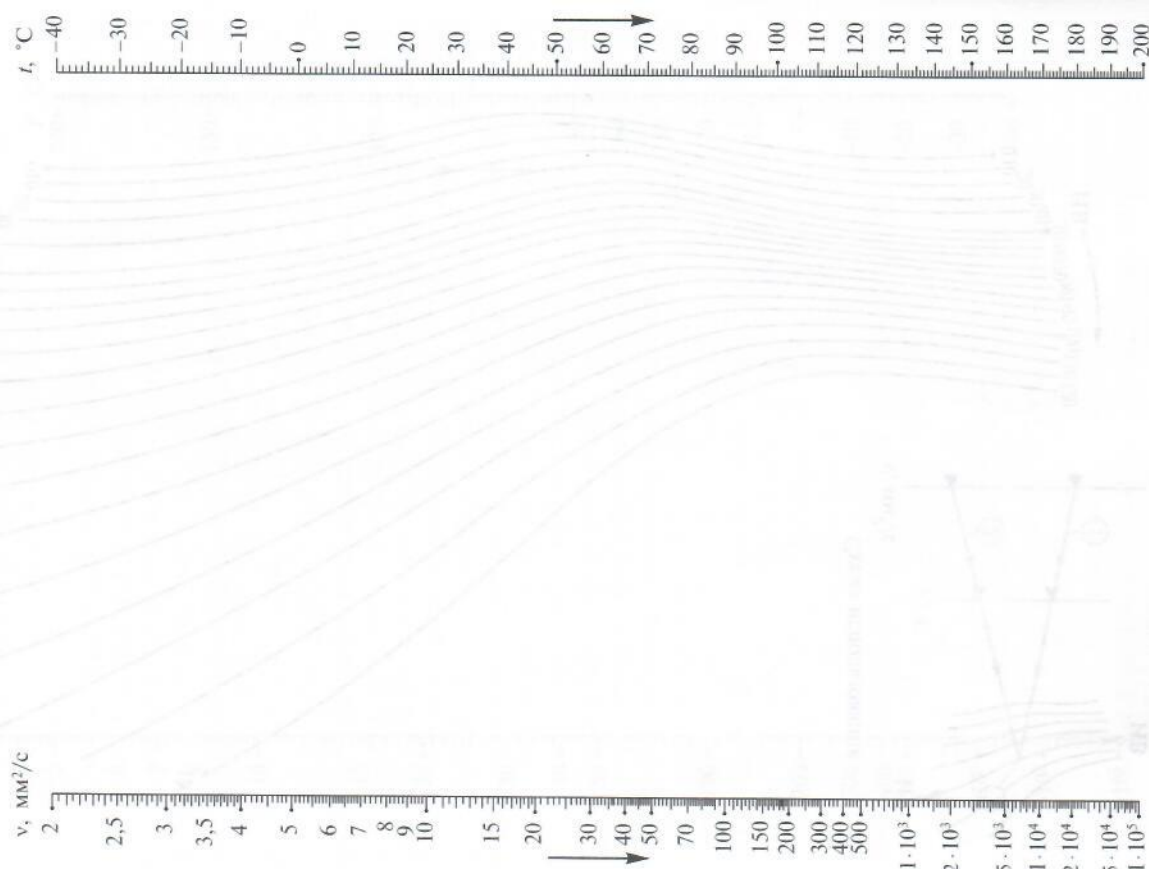


Рис. 3.2. Номограмма № 2 для определения температуры застывания моторного масла



#### 4.5. Определение растворимости смазки в воде и бензине

Испытание смазок на растворимость в воде и бензине позволяет определить загуститель данной смазки.

Растворимость смазки в воде или бензине зависит от природы загустителя. Наилучшей водостойкостью обладают парафиновые, кальциевые и литиевые смазки, а натриевые и калиевые смазки — водорастворимые. Кальциевые и литиевые смазки не растворяются в бензине в отличие от смазок с углеводородными загустителями (технический вазелин, смазка ГОИ-54 и др.).

Для определения растворимости испытуемый образец смазки при помощи стеклянной палочки помещают на дно двух пробирок (примерно по 1 г), стараясь при этом не задевать их стенок. Затем в первую пробирку добавляют четырехкратное количество дистиллированной воды, а во вторую пробирку — такое же количество бензина. Первую пробирку осторожно нагревают на газовой горелке и доводят воду до кипения. Для предотвращения выброса содержимого нагревание пробирки ведут многократным внесением в пламя на 2...3 с с одновременным вращением вокруг ее оси.

Полное растворение загустителя и образование мутного (мыльного) раствора с плавающим на его поверхности слоем жидкого масла свидетельствует о принадлежности испытуемого образца к натриевым смазкам. Если же после охлаждения вода остается прозрачной или слегка мутной, а на ее поверхности будет находиться слой смазки, то необходимо провести испытание на растворимость в бензине, подогревая вторую пробирку с бензином так же, как и первую, но только до  $+60^{\circ}\text{C}$  (степень нагрева проверяется на ощупь). Смазка считается растворимой в бензине, если при их соотношении 1:4 и температуре  $+60^{\circ}\text{C}$  образуется совершенно прозрачный раствор, обычно имеющий цвет (в проходящем свете) испытуемого образца.

Кальциевые и литиевые смазки образуют с бензином текучие, но непрозрачные системы. Отличить эти смазки можно лишь по температурам каплепадения.

#### Заключение:

#### 4.6. Определение температуры каплепадения смазки

Одной из причин перехода пластичной смазки в жидкое состояние является ее чрезмерное нагревание. *Температура каплепадения* — это температура, при которой в процессе нагревания падает первая капля смазки, помещенной в капсюле специального прибора.

Температура каплепадения, зависящая в основном от вида загустителя и в меньшей степени от его концентрации, обуславливает подразделение смазок на низкоплавающие — Н (температура каплепадения до  $65^{\circ}\text{C}$ ), среднеплавающие — С ( $65...100^{\circ}\text{C}$ ) и тугоплавающие — Т (свыше  $100^{\circ}\text{C}$ ).

Для определения температуры каплепадения смазок служит прибор, схема которого представлена на рис. 4.1. К нижней части термометра 1 прикреплена металлическая гильза, в которой за счет силы трения держится стеклянный капсюль 3 с калиброванным донным отверстием. При определении температуры каплепадения капсюль вынимают из прибора, заполняют его с помощью шпателя испытуемой смазкой, следя за тем, чтобы вместе с ней не попали пузырьки воздуха. Затем капсюль вставляют в металлическую гильзу до упора и снимают шпателем выдавленную ругутным шариком смазку.

Собранный прибор укрепляют с помощью пробки в стеклянной пробирке-муфте 4 так, чтобы расстояние от ее дна до низа капсюля составляло 25 мм. Пробирку-муфту 4 вместе с прибором погружают вертикально в стакан 5 с водой или глицирином и закрепляют в штативе при глубине погружения, равной 150 мм. После этого жидкость в стакане нагревают газовой горелкой в два этапа. На первом этапе скорость нагрева не нормирована. Температуры  $30^{\circ}\text{C}$  — для низкоплавающих смазок, до  $60^{\circ}\text{C}$  — для среднеплавающих, до  $110^{\circ}\text{C}$  — для натриевых и до  $150^{\circ}\text{C}$  — для литиевых смазок. На втором этапе скорость нагрева смазки должна составлять  $1^{\circ}\text{C}$  в минуту. На обоих этапах жидкость в стакане следует периодически помешивать специальной мешалкой 2.

Если смазка не образует капли, а вытягивается из чашечки в виде цилиндра, то за температуру каплепадения принимают ту, при которой выходящий столбик смазки коснется дна пробирки-муфты 4. Полученные результаты округляют до целых единиц.

Рис. 4.1. Прибор для определения температуры каплепадения смазок:

1 — термометр с гильзой; 2 — мешалка; 3 — капсюль для испытуемой смазки; 4 — пробирка-муфта; 5 — стакан с водой или глицирином; 6 — электроплитка



#### 4.7. Установление марки испытуемого образца и соответствия его стандарту

Полученные экспериментальные данные вносят в итоговую таблицу отчета по работе (табл. 4.1), а затем, сопоставив их с соответствующими показателями стандартов, устанавливают марку испытуемого образца и соответствие его ГОСТу (см. Приложение, табл. 13).

Таблица 4.1

Итоговая таблица отчета

Показатели	Значение показателей		Фактические отклонения показателей от ГОСТа
	для испытуемого образца	по ГОСТу или ТУ	
Цвет			
Однородность			
Загуститель			
Механические примеси			
Растворимость в воде			
Растворимость в бензине			
Температура каплепадения, °С			
Температура использования, °С			
Группа тугоплавкости			

В заключении наряду с назначением или областью применения испытуемого образца необходимо указать предельно высокую температуру, до которой допустимо его нагревание в эксплуатационных условиях, при этом руководствуются тем, что предельная температура нагревания смазки во время работы должна быть ниже температуры каплепадения на 10 °С для низкоплавких смазок и на 15 °С для средне- и тугоплавких. При внесении в табл. 4.1 данных о предельно высокой температуре использования смазки необходимо округлять их до чисел, оканчивающихся цифрой «5» или «0», поэтому в зависимости от последней цифры, имеющейся в значении температуры каплепадения, из нее вычитают от 10 до 14 °С для низкоплавких и от 15 до 19 °С для средне- и тугоплавких смазок.

**Заключение по лабораторной работе № 4:**

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА АНТИФРИЗА

### 5.1. Цель работы

1. Оценка испытуемого образца антифриза по внешним признакам (прозрачность, цвет, наличие механических примесей и нефтепродуктов).
2. Определение состава и температуры замерзания антифриза.
3. Проведение расчета по исправлению качества антифриза.

*Время на проведение работы — 2 часа.*

### 5.2. Общие сведения

В зимний период эксплуатации автомобилей применяют низкотемпературные охлаждающие жидкости — антифризы. В качестве антифризов могут быть использованы водные растворы солей, спиртов и других соединений. Наибольшее распространение получили смеси этиленгликоля с водой. В антифризы добавляют различные красители.

Отечественная промышленность выпускает простые антифризы — концентрат (желтого цвета), 40 и 65 (оранжевого цвета), а также этиленгликолевые антифризы Тосол трех марок: АМ (концентрат), А-40 (голубого цвета) и А-65М (красного цвета). Цифра в марке антифриза соответствует температуре замерзания (см. Приложение, табл. 15).

### 5.3. Оценка антифриза по внешним признакам

При оценке антифриза по внешним признакам необходимо обратить внимание на его цвет и наличие механических примесей и нефтепродуктов. Цвет антифриза следует сравнить с указанным в ГОСТе или ТУ. Содержание механических примесей и нефтепродуктов в антифризах не допускается.

**Заключение:**



## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ПЛАСТИЧНОЙ СМАЗКИ

### 4.1. Цель работы

1. Оценка пластичной смазки по внешним признакам (цвет, запах, структура).
2. Оценка коллоидной стабильности смазки.
3. Определение растворимости смазки в воде и бензине.
4. Определение температуры каплепадения смазки.
5. Установление марки испытываемого образца смазки и его соответствия стандарту (см. Приложение, табл. 13).

*Время на проведение работы — 2 часа.*

### 4.2. Общие сведения

Пластичные (консистентные) смазки — особый класс смазочных материалов, получаемых загущением смазочных масел (дисперсионная среда) твердыми веществами (дисперсионная фаза). Дисперсионная среда (масло) и дисперсионная фаза (загуститель) определяют основные эксплуатационные свойства смазок. На долю дисперсионной среды приходится 75...95 % объема смазки, а дисперсионная фаза составляет 5...25 %.

Пластичные смазки используют в узлах трения, так как они не стекают с наклонных и вертикальных поверхностей и не выдавливаются из узлов под действием значительных нагрузок.

Пластичные смазки по назначению подразделяют на четыре группы: антифрикционные, консервационные, уплотнительные и канатные.

В зависимости от сферы применения различают смазки общего назначения, многоцелевые и специализированные, а по работоспособности в различных климатических условиях — морозостойкие, термостойкие и для умеренной климатической зоны.

### 4.3. Оценка пластичной смазки по внешним признакам

При оценке смазки по внешним признакам необходимо обращать внимание на ее цвет, запах и структуру (однородность).

Цвет для большинства смазок не является характерным внешним признаком. Многие смазки, в которых не содержатся специальные добавки, обладают одинаковым цветом (от светло-желтого до темно-коричневого). Отдельные марки смазок могут иметь ярко выраженный характерный цвет. Цвет смазки зависит от окраски входящих в ее состав компонентов и в некоторой степени от технологии их изготовления. Чем светлее смазка, тем более глубокой очистки масло использовано для ее приготовления.

Запах смазки зависит от используемого загустителя. Смазки с углеводородными загустителями (технический вазелин и др.) имеют слабый запах нефтепродуктов. Жировые смазки универсального назначения (например, солидолы серии УС) могут пахнуть хозяйственным мылом. Все синтетические смазки (солидол С и др.) обладают своеобразным запахом.

Дисперсионная фаза (загуститель) образует структурный каркас, который удерживает в своих ячейках жидкую дисперсионную среду. Используемый загуститель (например, соли мягких металлов, масло, парафин и др.) обуславливает не только механические свойства смазок, но и их внешний вид: смазка может иметь гладкую структуру, что типично, например, для солидолов и литиевых смазок, или зернистую и даже волокнистую структуру.

### Заключение:

### 4.4. Оценка коллоидной стабильности смазки

Коллоидная стабильность — это способность смазки сопротивляться отделению дисперсионной среды (масла) при хранении и в процессе применения. Одним из основных требований, предъявляемых к пластичным смазкам, является их коллоидная стабильность, или однородность. При внешнем осмотре в первую очередь определяют отсутствие выделения из смазки жидкой фазы (масла). Далее однородность проверяют с помощью стеклянной пластины, на которую наносят слой испытываемой смазки толщиной 1...2 мм. При рассматривании этого слоя невооруженным глазом в проходящем свете не должны обнаруживаться капли масла, комки загустителя, посторонние твердые включения (их не следует путать с образующимися при нанесении смазки на стекло пузырьками воздуха). При наличии грубых механических примесей (например, песка), обнаруженных в процессе растирания смазки между пальцами, применение смазки недопустимо.

### Заключение:



Температура испытываемого антифриза, °С	Содержание этиленгликоля, объемный процент									
+20	20	25	30	35	40	45	50	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	36	41	48	53	58	64	70	



Для приведения показаний гидрометра, полученных при проведении опыта, к показаниям при температуре +20 °С (первая строка таблицы) в таблице находят температуру антифриза, при которой проводилось испытание, и в этой же горизонтальной строке находят показания гидрометра, а затем определяют истинное значение содержания этиленгликоля в антифризе (оно находится в том же столбце, но в строке, соответствующей температуре +20 °С). Если значение плотности или температуры попадает в интервал значений, то истинное значение определяют методом интерполяции.

Результаты испытания занести в табл. 5.2.

Таблица 5.2

Оценка состава антифриза

Температура образца при испытании, °С	Содержание гликоля при температуре испытания, объемный процент	Показания гидрометра, приведенные к температуре +20 °С	
		Гликоль, объемный процент	Температура замерзания, °С

**Заключение:**

## 5.5. Проведение расчета по исправлению качества антифриза

При утечке антифриза из системы количество добавляемого этиленгликоля определяют по формуле

$$X = \frac{a - b}{b} V,$$

где  $X$  — количество добавляемого этиленгликоля, л;  $a$  — объемный процент воды в исходном образце;  $b$  — объемный процент воды в исправленном образце;  $V$  — объем исходного образца, л.

При испарении воды качество антифриза исправляют добавлением необходимого количества воды, которое рассчитывают по формуле

$$U = \frac{c - d}{d} V,$$

где  $U$  — количество добавляемой воды, л;  $c$  — объемный процент этиленгликоля в исходном образце;  $d$  — объемный процент

этиленгликоля в исправленном образце;  $V$  — объем исходного образца, л.

Наличие в составе антифриза воды обуславливает образование накипи (твердого осадка солей кальция и магния), ухудшающей теплоотдачу в теплообменниках, что приводит к перегреву металла. Удаляют накипь обычно механическими или химическими способами (см. Приложение, табл. 14).

**Заключение:** необходимо добавить этиленгликоля (воды) \_\_\_\_\_ л на 100 л антифриза.

## Заключение по лабораторной работе № 5: