



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Автосервис»

## Сборник задач по дисциплине

### «Эксплуатационные материалы»

Автор  
Годунова Л.Н.

Ростов-на-Дону, 2016



Управление дистанционного обучения и повышения квалификации

Эксплуатационные материалы

### Аннотация

Сборник задач (упражнений) предназначен для студентов очной и заочной форм обучения направления 23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов.

### Автор

к.т.н., доцент Годунова Л.Н.



# Лабораторная работа № 1 Определение качества бензина

## 1.1. Цель работы

1. Закрепление знаний по качеству бензинов.
2. Знакомство с нормативно-технической документацией по качеству бензинов (ГОСТами на показатели качества и методы их определения).
3. Знакомство с методами проведения контрольного анализа бензинов.
4. Приобретение навыков по контролю и оценке качества бензинов.

Время на проведение работы — 2 часа.

## 1.2. Задание

1. Оценить испытуемый образец по внешним признакам.
2. Провести анализ на содержание водорастворимых кислот и щелочей.
3. Измерить плотность бензина.
4. Определить фракционный состав бензина разгонкой.
5. Составить отчет о работе.
6. Ответить на контрольные вопросы.

## 1.3. Теоретическая часть

### 1.3.1. Оценка бензина по внешним признакам

Бензины не должны содержать механических примесей и воды. Определение их отсутствия или наличия проводится по внешним признакам или с помощью специальных приборов. Для оценки по внешним признакам достаточно осмотреть образец бензина в стеклянном цилиндре. При этом невооруженным глазом не должно быть обнаружено твердых частиц как во взвешенном состоянии, так и в осадке.

### Определение качества бензина

В небольших количествах (сотые доли процента) вода способна раствориться в бензине, и он при этом не теряет прозрачности. Избыточное же количество воды в бензине при перемешивании вызовет помутнение бензина, а при отстаивании вследствие большего удельного веса приведет к скоплению ее на дне емкости отдельным слоем. Поэтому при оценке бензина на наличие воды достаточно осмотреть его в стеклянном цилиндре и зафиксировать наличие или отсутствие мути либо отдельного слоя воды на дне.

### 1.3.2. Анализ на содержание водорастворимых кислот и щелочей

Нефтепродукты (топлива, масла) должны обладать минимальным коррозионным воздействием на металлы. Коррозионность нефтепродуктов обуславливается содержанием в них водорастворимых кислот и щелочей, органических кислот и сернистых соединений.

В процессе производства горюче-смазочные материалы подвергаются обработке серной кислотой ( $H_2SO_4$ ), а затем для удаления этой кислоты — щелочью.

Если процесс нейтрализации кислоты, а затем промывка продукта водой для удаления щелочи производится недостаточно, то в горюче-смазочных материалах остаются минеральные кислоты или щелочи.

Поскольку минеральные кислоты и щелочи, находящиеся в горюче-смазочных материалах, являются одной из причин, вызывающих коррозию деталей двигателя, а также металлической тары и емкостей, то горюче-смазочные материалы, содержащие их, непригодны к эксплуатации.

Органические кислоты, в основном нафтеновые, содержащиеся в нефти, а также в продуктах ее переработки, по коррозионной активности слабее минеральных. Кроме того, органические кислоты повышают смазывающую способность топлива и масел, чем обуславливается их полезность. Поэтому ГОСТ допускает наличие органических кислот в топливах и маслах (смазках) в определенных количествах.

При большем содержании органических кислот, чем указано в ГОСТе 6307—75, топлива и масла к эксплуатации непригодны.

Количество органических кислот в топливе (и в частности бензине) оценивается «кислотностью топлива».

*Кислотностью топлива называется количество миллиграммов едкого калия, пошедшее на нейтрализацию органических кислот в 100 мл испытуемого топлива.*

При определении содержания водорастворимых кислот в топливах простейшим (качественным) методом достаточно определенное количество топлива (в данном случае бензина) смешать с таким же количеством дистиллированной воды и после отстаивания водную вытяжку испытать индикаторами.

### 1.3.3. Измерение плотности бензина

Плотность принадлежит к числу обязательных показателей, включаемых в паспорт на топлива двигателей. Она в основном используется при пересчете объемных единиц нефтепродуктов в массовые и наоборот.

Плотность нефтепродуктов определяется с помощью ареометров (нефтеденсиметров), гидростатических весов и пикнометров. Ареометром и гидростатическими весами определяют плотность нефтепродуктов, вязкость которых не превышает 200 мм<sup>2</sup>/с при 50 °С. Пикнометром определяют плотность всех нефтепродуктов. Наиболее простым и удобным является определение плотности нефтепродуктов ареометром (ГОСТ 3900—85).

### 1.3.4. Определение фракционного состава бензина разгонкой

Испаряемость — это способность жидкого топлива переходить в парообразное состояние при данных условиях.

Испаряемость обуславливает эффективность смесеобразования и подачи топлива при пуске и эксплуатации двигателя в условиях низких и высоких температур или низкого давления. Пуск двигателя, время его прогрева и приемистость, расход топлива и износ цилиндропоршневой группы в значительной степени зависят от испаряемости топлива. Процесс испарения не только предшествует воспламенению и горению, но в значительной мере определяет скорость этих процессов, а следовательно, надежность и эффективность работы двигателя. Испаряемость топлива оценивают по совокупности двух главных показателей: теплоте испарения и фракционному составу.

Под фракционным составом топлива понимается содержание в нем различных фракций, выкипающих в определенных темпе-

ратурных пределах. Фракционный состав выражается в объемных % или массовых %. *Фракция топлива — это часть топлива, характеризующая определенными температурными пределами выкипания.*

Как было сказано (1.22, с. 12), фракции бензина условно подразделяют на *пусковую*, содержащую самые легкоиспаряющиеся углеводороды, входящие в первые 10 % отгона; *рабочую*, включающую последующие 80 % состава бензина, и *концевую*, в которую входят последние 10 % бензина. В соответствии с таким делением эксплуатационные свойства бензина оценивают по пяти характерным точкам кривой фракционного состава: температуре начала перегонки, температуре перегонки 10 %, 50 %, 90 % количества бензина и температуре конца перегонки (рис. 1.3, с. 12).

Температуры начала перегонки ( $t_{\text{ни}}$ ) и перегонки 10 % ( $t_{10\%}$ ) характеризуют пусковые качества бензина, т. е. способность обеспечивать запуск двигателя при низких температурах и склонность топлива к образованию паровоздушных пробок в топливной системе двигателя.

Чем ниже температура окружающего воздуха при пуске двигателя, тем больше должен иметь бензин легких фракций и тем ниже должна быть их температура кипения. Это качество бензина характеризуется температурами начала его перегонки и перегонки 10 %.

Однако чрезмерно низкая температура перегонки 10 % приводит к образованию в прогретом двигателе «паровых пробок» в топливопроводах и каналах карбюратора. При этом горючая смесь значительно обедняется. Практически это приводит к тому, что двигатель теряет мощность, начинает «чихать» и из-за перебоев подачи топлива может остановиться.

Температура перегонки 50 % бензина ( $t_{50\%}$ ) характеризует его способность обеспечивать быстрый прогрев и приемистость (быстрый переход двигателя на большие обороты) двигателей.

Чем ниже температура перегонки 50 % бензина, тем выше его испаряемость, лучше приемистость и устойчивость работы двигателя на этом бензине.

Температуры перегонки 90 % ( $t_{90\%}$ ) и конца перегонки ( $t_m$ ) характеризуют наличие в бензине тяжелых фракций, которые испаряются в последнюю очередь. С повышением этих температур увеличивается расход бензина, так как тяжелые фракции не успевают сгорать. Больше бензина проникает в картер, смывая масло со стенок цилиндра и разжижая масло в картере, что ведет к износу деталей и повышенному расходу масла.

Определение фракционного состава бензина перегонкой осуществляется в соответствии с ГОСТом 2177—82. Для этого применяется аппарат (ГОСТ 1393—63) для разгонки нефтепродуктов (рис. 1.1).

Анализируемый образец бензина сначала с целью обезвоживания подвергается осушке. Осушку бензина производят взбалтыванием его в течение 10—15 минут с зерненным хлористым кальцием и фильтрацией после отстоя через бумажный фильтр. Затем, отмерив 100 мл, сливают это количество в колбу, в которую вставляют термометр. Колба помещена в жестяной кожух, в нижней части которого укреплена асбестовая прокладка с отверстием для дна колбы. При перегонке бензина и других легких топлив диаметр отверстия должен быть 30 мм, а при перегонке керосина и дизельного топлива — 50 мм.

Отводной конец трубки пропускается через холодильник и опускается в мерный цилиндр. Внутренняя полость цилиндра заполняется смесью воды со снегом или кусочками льда либо подключается к проточной воде, температура которой на выходе из холодильника должна быть не выше 30 °С.

Горелку для нагрева колбы зажигают вдали от прибора, устанавливая высоту пламени 50—60 мм и помещают в специальный держатель так, чтобы верхушка пламени едва касалась колбы (рис. 1.1).

При появлении на конце отводной трубки первой капли конденсата фиксируют температуру начала разгонки. После падения первой капли топлива перегонку ведут с равномерной скоростью — 4—5 мл в минуту, что соответствует 20—25 каплям

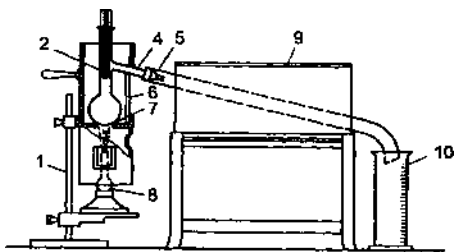


Рис. 1.1. Аппарат для определения фракционного состава нефтепродуктов: 1 — штатив; 2 — колба; 3 — термометр; 4 — отводная трубка; 5 — металлическая трубка; 6 — кожух; 7 — держатель; 8 — горелка; 9 — холодильник; 10 — мерный цилиндр

за 10 с. Нарушение установленного режима перегонки ведет к искажению результата испытания. Так, при повышении скорости выше установленной четкость разделения топлива на фракции ухудшается и наряду с легкими фракциями перегоняются более тяжелые. В результате этого фракционный состав топлива будет казаться более легким. При малой скорости перегонки фракционный состав топлива будет казаться более тяжелым.

После отгона 90 % топлива нагрев колбы усиливают до появления синих язычков пламени из окошек нижней части кожуха. При этом ртутный столбик термометра вначале начнет подниматься, а затем остановится и, продержавшись некоторое время на этом уровне, начнет опускаться.

## 1.4. Экспериментальная часть

### 1.4.1. Определение наличия механических примесей и воды (качественно)

#### Оборудование:

- стеклянный цилиндр диаметром 40—55 мм;
- образец испытуемого бензина.

#### Порядок выполнения работы

1. Анализируемый бензин налить в стеклянный цилиндр.
2. Определить визуальным осмотром наличие или отсутствие взвешенных или осевших на дно твердых частиц
3. Определить наличие или отсутствие водного слоя на дне цилиндра и характерной мути.
4. Результаты оценки записать в отчет.

### 1.4.2. Определение содержания водорастворимых кислот и щелочей

#### Оборудование:

- воронка делительная;
- пробирки;
- штатив;
- цилиндр мерный на 10 мл;
- дистиллированная вода;

- стакан химический;
- фенолфталеин (1%-ный спиртовой раствор);
- метиловый оранжевый (0,02%-ный водный раствор);
- образец топлива.

#### Порядок выполнения работы

1. Пробу топлива, подготовленную для испытания, хорошо перемешать трехминутным встряхиванием в склянке.
2. Из перемешанной пробы отмерить мерным цилиндром 10 мл топлива и слить в делительную воронку.
3. Отмерить 10 мл дистиллированной воды и также слить в воронку.
4. Воронку делительную закрыть пробкой, снять со штатива и содержимое перемешать взбалтыванием (но не слишком энергично) в течение 30—40 с.
5. После взбалтывания воронку опять укрепить на штативе.
6. После отстаивания водную вытяжку слить в стакан.
7. Водную вытяжку из стакана налить в две пробирки.
8. В одну из пробирок с водной вытяжкой испытуемого топлива прибавить две капли раствора метилоранжа, а в другую — три капли спиртового раствора фенолфталеина и содержимое в обеих пробирках хорошо взболтать. Сопоставляя получившиеся цвета индикаторов с данными табл. 1.1, сделать заключение о наличии или отсутствии в испытуемом образце водорастворимых кислот или щелочей.

Таблица 1.1. Окраска индикаторов в различных средах

Среда	Метилоранж	Фенолфталеин
Щелочная	Желтая	Малиновая
Нейтральная	Оранжевая	Бесцветная
Кислая	Красная	Бесцветная

9. Топливо считается выдержавшим испытание, если водная выдержка остается нейтральной. В противном случае опыт надо повторить, предварительно тщательно вымыть посуду и ополоснуть ее дистиллированной водой. Если в результате второго испытания водная вытяжка получается кислой или щелочной, то топливо бракуют.

10. Результат испытания записать в отчет.

#### 1.4.3. Измерение плотности бензина

##### Оборудование:

- стеклянные мерные цилиндры на 250 мл;
- набор ареометров (нефтеденситометров);
- термометр ртутный стеклянный (в том случае, если ареометр без термометра) до +50 °С с ценой деления в 1 °С.

##### Порядок выполнения работы

1. Установить цилиндр на ровном месте и осторожно налить в него испытуемый нефтепродукт до уровня, отстоящего от верхнего обреза цилиндра на 5—6 см.
2. Выдержать нефтепродукт 2—3 минуты для того, чтобы он принял окружающую температуру.
3. Чистый и сухой ареометр медленно и осторожно опустить в цилиндр с нефтепродуктом, держа его за верхний конец.
4. После того как ареометр установится и прекратятся его колебания, произвести отсчет по верхнему краю мениска с точностью до третьего знака. При этом глаз должен находиться на

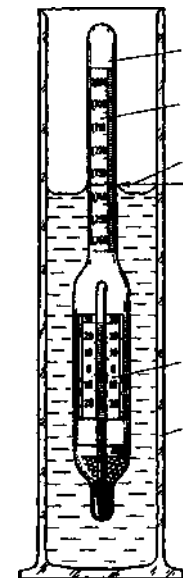


Рис. 1.2. Прибор для определения плотности нефтепродукта: 1 — ареометр; 2 — шкала плотности; 3 — линия отсчета плотности; 4 — шкала термометра; 5 — стеклянный цилиндр

уровне, отмеченном на рис. 1.2 линией 3. Спустя не менее 1 мин после погружения ареометра записать температуру топлива, отсчитывая ее с точностью до градуса по термометру. На этой операции испытание заканчивается.

5. Ареометр вынуть из цилиндра, протереть, вложить в футляр, а нефтепродукт вылить в ту же склянку, из которой наполнялся цилиндр.

6. В стандартах и других документах плотность нефтепродукта указывается при температуре 20 °С ( $p_{20}$ ). В связи с этим данные измерений при иной температуре ( $p$ ) необходимо привести к температуре 20 °С по формуле

$$p_{20} = p + y(t - 20) \quad (1.1)$$

где  $y$  — зависящая от величины плотности температурная поправка, которая берется из табл. 1.2;  $t$  — температура нефтепродукта при отсчете плотности, °С.

Приведенную плотность следует округлить до третьего знака после запятой.

Таблица 1.2. Значения температурных поправок для определения плотности нефтепродуктов

Плотность, $p$ , кг/м <sup>3</sup>	Температурная поправка, $y$ , кг/(м <sup>3</sup> ·°С)	Плотность, $p$ , кг/м <sup>3</sup>	Температурная поправка, $y$ , кг/(м <sup>3</sup> ·°С)
690-699	0,910	850-859	0,699
700-709	0,897	860-869	0,686
710-719	0,884	870-879	0,673
720-729	0,870	880-889	0,660
730-739	0,857	890-899	0,647
740-749	0,844	900-909	0,633
750-759	0,831	910-919	0,620
760-769	0,818	920-929	0,607
770-779	0,805	930-939	0,594
780-789	0,792	940-949	0,581
790-799	0,778	950-959	0,567
800-809	0,765	960-969	0,554

Продолжение таблицы 1.2

Плотность, $p$ , кг/м <sup>3</sup>	Температурная поправка, $y$ , кг/(м <sup>3</sup> ·°С)	Плотность, $p$ , кг/м <sup>3</sup>	Температурная поправка, $y$ , кг/(м <sup>3</sup> ·°С)
810-819	0,752	970-979	0,541
820-829	0,738	980-989	0,528
830-839	0,725	990-1000	0,515
840-849	0,712		

#### 1.4.4. Определение фракционного состава бензина разгонкой

##### Оборудование:

- колба на 100 мл;
- холодильник;
- мерный цилиндр на 100 мл;
- мерный цилиндр на 10 мл воронка;
- штатив;
- колбонагреватель;
- термометр;
- образец топлива.

##### Порядок выполнения работы

1. Чистым сухим цилиндром отметить 100 мл испытуемого топлива и залить его в колбу.

2. Установить в колбу термометр. (Термометр устанавливается при помощи пробки так, чтобы верхний край шарика термометра был на уровне нижнего края отводной трубки.)

3. Установить колбу в колбонагреватель и соединить с холодильником.

4. Установить мерный цилиндр под нижний конец трубки холодильника. Цилиндр устанавливается так, чтобы трубка холодильника входила в него не менее чем на 25 мм, но не ниже отметки 100 мл и не касалась его стенок. Цилиндр на время перегонки закрыть ватой для уменьшения потерь на испарение. При перегонке бензина цилиндр поставить в стеклянный сосуд с водой, температуру которой поддерживают в пределах 20±3 °С.

5. Включить колбонагреватель. Нагрев вести так, чтобы первая капля топлива упала с конца трубки холодильника не ранее

5 и не позже 10 минут от начало нагрева. В противном случае вести регулирование высоты пламени горелки.

6. Отметить температуру, при которой упадет первая капля топлива, как температуру начала перегонки.

7. После падения первой капли топлива перегонку вести с равномерной скоростью 4—5 мл в минуту, что соответствует 20—25 каплям за 10 с.

8. Отметить температуру после отгона каждые 10 мл топлива. Для облегчения замеров необходимо, чтобы перегоняемое топливо с нижнего конца трубки холодильника стекало по стенке приемного цилиндра. Для этого после падения первой капли мерный цилиндр сдвинуть так, чтобы конец трубки холодильника коснулся внутренней стенки цилиндра. Для проверки скорости перегонки по отсчету капель цилиндр на короткое время отставляют от конца трубки холодильника с тем, чтобы капли топлива падали по центру цилиндра. По мере повышения температуры усиливать подогрев колбы, чтобы скорость перегонки была постоянной.

9. После отгона 90 мл топлива нагрев колбы усилить до появления синих язычков пламени из окошек нижней части кожуха так, чтобы до конца перегонки прошло от 3 до 5 минут.

10. Не уменьшая размера пламени, следить за термометром и при снижении температуры на 5—10 °С от максимального значения горелку погасить и дать стечь конденсату в течение 5 мин.

И. Максимальную температуру, достигнутую при разгонке, отметить как температуру конца разгонки.

12. После прекращения разгонки верхнюю часть кожуха снять и охладить прибор в течение 5 мин.

13. Горячий остаток из колбы слить в мерный цилиндр емкостью 10 мл, охладить его до комнатной температуры и определить оставшееся количество. Затем вычислить потери, которые составляют разность между 100 % бензина, залитого в колбу, и суммой процентов собранного конденсата и остатка.

14. Результаты разгонки занести в отчет.

15. Построить график фракционного состава топлива. Для этого по горизонтальной оси откладывают значения температур перегонки, а по вертикальной — соответствующие им значения объемов испарившегося топлива. На пересечении перпендикуляров, восстановленных из отложенных на осях значений, получатся точки кривой графика разгонки бензина или графика его фракционного состава.

#### 1.4.5. Составление отчета

1. По результатам анализов заполнить таблицу по форме:

Отчет о лабораторной работе по оценке качества

(указать наименование и марку продукта)

Цель работы			
Задание			
Результаты оценки	Основные показатели качества оцениваемого образца		
	Наименование показателей	По ГОСТу	Полученные на основании проведенных анализов
	Цвет		
	Механические примеси, вода		
	Водорастворимые кислоты щелочи		
	Плотность, кг/м <sup>3</sup> при 20 °С		
	Фракционный состав, °С: 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90%		л
Заключение о пригодности образца к применению			

2. Построить график разгонки бензина согласно пункту 15 порядка выполнения работы.

3. С помощью номограммы (рис. 1.3) сделать эксплуатационную оценку по фракционному составу бензина.

На горизонтальной оси номограммы отложены температуры характерных точек разгонки бензина, а на вертикальной — температура наружного воздуха.

Для оценки пусковых свойств найти два значения температуры наружного воздуха, являющиеся нижними границами легкого

## Лабораторная работа № 1

и затрудненного пуска двигателя, для чего на горизонтальной оси отметить точку, соответствующую  $t_{10\%}$ . Из нее восстановить перпендикуляр до пересечения с наклонными сплошными линиями. Из точек пересечения провести горизонтальные линии на вертикальную ось номограммы, где прочитать ответ.

Подобным образом оценить бензин по остальным показателям и сделать заключение по форме:

### Эксплуатационная оценка бензина по данным разгонки

Самая низкая температура наружного воздуха, °С, при которой возможно:	Температура
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	

## Определение качества бензина

### Контрольные вопросы

1. Что такое плотность вещества, как ее определяют?
2. Как зависит плотность от температуры?
3. В каких пределах находится плотность бензинов?
4. Каким показателем оценивается наличие органических кислот в топливе?
5. Что такое фракционный состав топлива и как он определяется?
6. Какое свойство топлива характеризует фракционный состав?
7. Какие свойства топлив характеризует температура 10%, 50% и 90% отгона?
8. Каковы технические требования ГОСТа к фракционному составу бензина?
9. Перечислите марки бензинов.



## Лабораторная работа № 2 Определение качества дизельного топлива

### 2.1. Цель работы

1. Закрепление знаний основных марок дизельных топлив.
2. Знакомство с нормативно-технической документацией по качеству дизельных топлив (ГОСТами на показатели качества и методы их определения).
3. Знакомство с методами определения плотности, вязкости и температуры застывания топлива.
4. Приобретение навыков по оценке качества дизельного топлива.

Время на проведение работы — 2 часа.

### 2.2. Задание

1. Определить наличие механических примесей и воды (качественно).
2. Определить плотность дизельного топлива при 20 °С.
3. Определить кинематическую вязкость при 20 °С.
4. Определить температуру помутнения и застывания.
5. Сделать заключение о пригодности данного образца топлива для автомобильных двигателей.
6. Ответить на контрольные вопросы.

### 2.3. Теоретическая часть

#### 2.3.1. Определение наличия механических примесей и воды

Соответствует материалу, который изложен в работе № 1 практикума (см. 1.3).

#### 2.3.2. Измерение плотности дизельного топлива.

Соответствует материалу, который изложен в работе № 1 практикума (см. 1.3).

#### 2.3.3. Определение кинематической вязкости при 20 °С

Вязкостью называется свойство жидкости оказывать сопротивление при сдвиге или скольжении ее слоев (1.2.2). Препятствие перемещению слоев жидкости создают силы межмолекулярного притяжения. Внешне вязкость проявляется в степени подвижности: чем меньше вязкость, тем жидкость подвижнее, и наоборот. Величину вязкости выражают в единицах динамической или кинематической вязкости.

На рис. 2.1 показана схема, которая иллюстрирует понятие динамической вязкости. Из рисунка видно, что слои жидкости площадью 1 м<sup>2</sup> находятся на расстоянии 1 м и перемещаются относительно друг друга со скоростью 1 м/с и при этом оказывают сопротивление силой 1 Н. Такое сопротивление соответствует динамической вязкости 1 Па · с или 1 Н · с/м<sup>2</sup>.

В практике, как правило, пользуются кинематической вязкостью, которая характеризует эксплуатационные свойства топлив и масел в зависимости от температуры и позволяет решать вопрос о пригодности нефтепродуктов для данного двигателя и о надежности его работы на всех возможных режимах эксплуатации. Кинематическую вязкость определяют по ГОСТу 33—2000 в капиллярном вискозиметре (рис. 2.2) по времени перетекания определенного объема жидкости (от метки А до метки Б) под действием силы тяжести при заданной температуре. Чем больше время перетекания жидкости через капилляр, тем выше ее вязкость. Кинематическую вязкость  $\nu$ , мм<sup>2</sup>/с, рассчитывают по формуле:

$$\nu = c\tau, \quad (2.1)$$

где  $c$  — калибровочная постоянная вискозиметра, мм<sup>2</sup>/с<sup>2</sup>;  $\tau$  — время протекания жидкости, с.

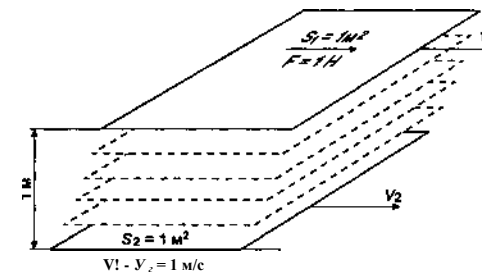


Рис. 2.1. Схема взаимного смещения слоев жидкости при определении вязкости

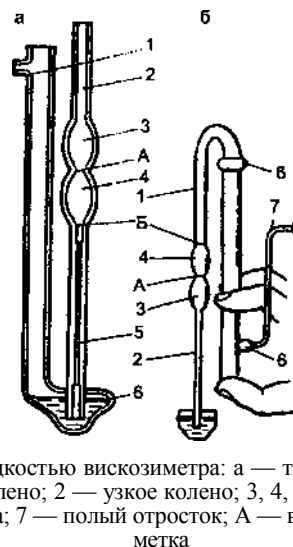


Рис. 2.2. Заполнение жидкостью вискозиметра: а — типа ВПЖ-2; б — типа Пинкевича; 1 — широкое колено; 2 — узкое колено; 3, 4, 6 — расширительные емкости; 5 — резиновая рубка; 7 — полый отросток; А — верхняя метка; Б — нижняя метка

Зависимость между кинематической вязкостью и динамической выражается формулой

$$\eta = \nu \rho 10^{-3} \quad (2.2)$$

где  $\eta$  — динамическая вязкость жидкости, МПа • с;  $\rho$  — плотность жидкости при той же температуре, при которой определялась кинематическая вязкость, кг/м<sup>3</sup>.

Для определения вязкости нефтепродуктов используются вискозиметры типа ВПЖ-2, ВПЖТ-2 или типа Пинкевича (ВПЖ-4, ВПЖТ-4). При этом вискозиметры типа ВПЖ-2, ВПЖТ-2 используются для определения кинематической вязкости прозрачных нефтепродуктов с вязкостью от 0,6 до 30 000 мм<sup>2</sup>/с, а вискозиметры типа ВПЖ-4, ВПЖТ-4 — для жидкостей с пределами вязкости 0,6—10 000 мм<sup>2</sup>/с. Каждый диапазон кинематической вязкости требует ряда вискозиметров.

Капиллярный вискозиметр представляет собой U-образную трубку с тремя расширениями, в узкое колено которой впаян капилляр. Вискозиметры выпускают с разными диаметрами капилляра (0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; до 4,0 мм).

Над капилляром помещены два расширения, между которыми и над капилляром имеются кольцевые метки.

Нижнее расширение служит резервуаром, куда перетекает жидкость при определении вязкости. Оно расширено с той целью, чтобы высота столба жидкости, под действием которого происходит истечение, оставалась примерно постоянной.

В верхней части высокого колена имеется патрубок, который служит для присоединения резиновой груши. На верхних расширениях нанесены номер вискозиметра и номинальный диаметр капилляра. На каждый экземпляр вискозиметра должен иметься паспорт, в котором указывается постоянная вискозиметра «С» в мм<sup>2</sup>/с<sup>2</sup>.

Для заполнения вискозиметра топливом на боковой отвод его надевают резиновую трубку с грушей, переворачивают на 180° и погружают узкое колено в стаканчик с испытуемым топливом. Закрыв пальцем отверстие широкого колена, топливо с помощью груши засасывают в узкое колено вискозиметра до метки между капилляром и расширением.

После этого вискозиметр переворачивают в нормальное положение и тщательно обтирают узкое колено от топлива.

Используемые в работе вискозиметры представляют собой очень хрупкие и дорогие приборы. В связи с этим при работе с ними надо проявлять максимум осторожности и, в частности, держать и закреплять их следует только за одно колено. Наиболее часто поломка вискозиметров происходит при надевании и снятии резиновой трубки, поэтому при этой операции нужно держать их именно за то колено, на которое надевается или снимается резиновая трубка.

Следует учитывать, что при попадании во внутреннюю полость вискозиметра воды или даже ее паров он становится неработоспособен.

Затем вискозиметр погружают в термостат (баню) так, чтобы шарик вискозиметра оказался полностью в термостатной жидкости (рис. 2.3). Выдерживают вискозиметр в термостате не менее 15 мин при температуре 20 °С. При заполнении и выдерживании вискозиметра в нем не должно образовываться разрывов и пузырьков воздуха. Затем, не вынимая вискозиметр из термостата, при помощи резиновой груши создают разрежение в трубке 7 (см. рис. 2.2), медленно набирая в шарик 3 несколько выше метки А топливо (из расширения 6).

Подняв топливо выше метки А, отключают резиновую грушу и наблюдают за перетеканием топлива через капилляр 5 и расширение 6. В момент достижения уровня топлива метки А

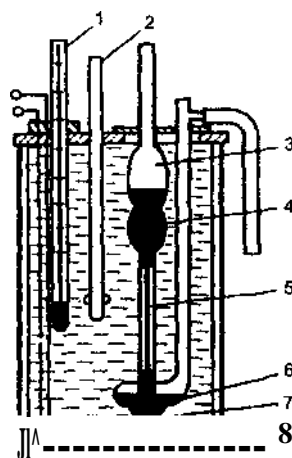


Рис. 2.3. Прибор для определения вязкости нефтепродуктов. 1 — термометр; 2 — мешалка; 3, 4, 6 — расширения вискозиметра; 5 — капилляр вискозиметра; 7 — термостат (баня); 8 — электроподогреватель

пускают секундомер, а в момент прохождения уровня метки Б, его останавливают. Замер времени производят с точностью до 0,1 с.

С той же порцией топлива испытание проводят несколько раз. Необходимо получить пять результатов времени истечения топлива, максимальная разность между которыми не превышала бы 1 % от абсолютного значения одного из них.

Для заполнения термостата применяют следующие жидкости: при температуре 100 °С — нефтяное прозрачное масло или глицерин, при 50 °С — воду, при 0 °С — смесь воды со льдом, при более низких температурах — этиловый спирт с твердой углекислотой.

### 2.3.4. Определение температуры застывания

Основные нарушения в системе подачи топлива при низких температурах связаны с температурой помутнения и застывания топлива. В отличие от бензинов в дизельных топливах может находиться довольно много углеводородов с высокой температурой плавления, в первую очередь парафиновых (алкановых) углеводородов.

При понижении температуры наиболее высокоплавкие углеводороды выпадают из топлива в виде кристаллов различной формы, топливо мутнеет.

Для обеспечения бесперебойной подачи топлива необходимо, чтобы температура помутнения топлива была ниже температуры воздуха, при которой эксплуатируется машина.

При дальнейшем охлаждении топлива кристаллы высокоплавких углеводородов начинают соединяться, образуя пространственную решетку, в ячейках которой остаются жидкие углеводороды. Затем образующаяся структура настолько упрочняется, что топливо теряет текучесть — застывает.

*Температурой застывания считается температура, при которой налитое в пробирку дизельное топливо при охлаждении в определенных условиях не изменяет положения мениска в течение 1 мин при наклоне пробирки под углом 45° от вертикали (ГОСТ 20287-91).*

Температура застывания дизельного топлива — величина условная и служит лишь ориентиром для определения условий применения топлива.

## 2.4. Экспериментальная часть

### 2.4.1. Определение наличия механических примесей и воды (качественно)

#### Оборудование:

- стеклянный цилиндр диаметром 40—55 мм;
- образец испытуемого дизельного топлива.

#### Порядок выполнения работы

Проводится теми же методами, которые рассмотрены в работе № 1 практикума (см. 1.4.1).

### 2.4.2. Определение плотности дизельного топлива при 20 °С

#### Оборудование:

- стеклянные мерные цилиндры на 250 мл;
- набор ареометров (нефтеденситометров);
- термометр ртутный стеклянный (в том случае, если ареометр без термометра) до 50 °С с ценой деления в 1 °С.

## Порядок выполнения работы

Проводится теми же методами, которые рассмотрены в работе № 1 практикума (см. 1.4.3).

**2.4.3. Определение кинематической вязкости при 20 °С**

## Оборудование:

- прибор для определения кинематической вязкости;
- набор вискозиметров;
- резиновая трубка с грушей;
- секундомер;
- дистиллированная вода.

## Порядок выполнения работы

1. Выбрать вискозиметр с требуемым диаметром капилляра.

При выборе исходить из того, чтобы время истечения топлива находилось в пределах не менее 200 секунд (ГОСТ 33—2000). При меньшем времени истечения уменьшается точность замера времени секундомером, а при большем — удлиняется время анализа. В зависимости от температуры испытания и вязкости топлива рекомендуются капилляры со следующими диаметрами в мм:

Температура	+50°	+20°	0°
Диаметр капилляра	0,4—0,6	0,8—1,0	1,0—1,2

2. Заполнить вискозиметр топливом, для чего:

- на его боковой отвод надеть резиновую трубку с грушей;
- перевернуть на 180° и погрузить узкое колено в испытываемое топливо;
- закрыв пальцем отверстие широкого колена, засосать топливо с помощью груши в узкое колено;
- по достижении топливом метки Б (см. рис. 2.2) прекратить отсос воздуха грушей и перевернуть вискозиметр открытыми концами колен вверх;
- протереть узкое колено 2 (рис. 2.2) от топлива.

3. Установить вискозиметр в термостат в строго вертикальное положение (при этом верхняя метка должна быть ниже уровня воды) и выдержать его в бане не менее 15 мин при температуре 20 °С. Температуру термостата во время работы поддерживать постоянной. Допускается отклонение не более 0,1 °С.

4. Сжатием груши перегнать топливо несколько выше кольцевой метки между расширениями. При этом вискозиметр находится в термостате, а широкое колено его закрывается пальцем.

Во время проведения работы следить, чтобы не образовались пузырьки воздуха, разрывы и пленки.

5. Определить при помощи секундомера время истечения топлива, для чего:

- отнять палец от широкого колена и вести наблюдение за перетеканием топлива;
- когда уровень топлива достигнет верхней метки А (см. рис. 2.2), включить секундомер и выключить его, когда уровень топлива минует нижнюю метку Б.

6. Повторить испытание три—пять раз.

7. Подсчитать кинематическую вязкость по формуле (2.1).

**2.4.4. Определение температуры помутнения и застывания**

## Оборудование:

- прибор для определения температуры помутнения топлива (рис. 2.4);
- штатив лабораторный;
- реактивы для охлаждающих смесей (соль—лед для температуры до минус 20 °С; спирт и углекислота — сухой лед — для температуры ниже минус 20 °С);
- пробирка;
- образец топлива;
- серная кислота.

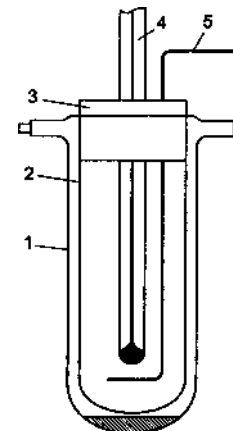


Рис. 2.4. Прибор для определения температуры помутнения и застывания топлива: 1 — пробирка наружная; 2 — пробирка внутренняя; 3 — пробка; 4 — термометр; 5 — мешалка

Сущность определения температуры помутнения топлива заключается в глубоком его охлаждении и визуальном наблюдении за изменением его состояния.

Сущность определения температуры застывания топлива заключается в глубоком охлаждении топлива до состояния потери подвижности.

#### Порядок выполнения работы

1. Испытуемое топливо тщательно перемешать и налить во внутреннюю пробирку до метки (40 мм от дна нанесена метка). Пробирку закрыть корковой пробкой с термометром. Термометр вставить так, чтобы его ртутный шарик находился в пробирке на расстоянии 15 мм от дна и равном расстоянии от стенок.

2. Налить испытуемое топливо в другую пробирку, которую использовать в качестве эталона прозрачности.

3. Заполнить сосуд прибора охлаждающей смесью, уровень которой поддерживать на 30—40 мм выше уровня топлива в пробирке. Температура охлаждающей смеси при испытании все время должна быть на  $15 \pm 2$  °С ниже температуры испытуемого топлива.

4. Укрепить внутреннюю пробирку с топливом и термометром во внешней пробирке. Во избежание запотевания внутренних стенок между пробирками заливают серную кислоту в количестве 0,5—1,0 мл.

5. Поместить собранный прибор в охлаждающую смесь. Топливо во время охлаждения все время перемешивать.

6. За 5 °С до ожидаемой температуры помутнения пробирку вынуть из охлаждающей смеси, быстро вытереть ватой, смоченной спиртом, и сравнить с эталоном. Продолжительность определения сравнения не более 12 с.

7. Если топливо по сравнению с прозрачным эталоном не изменилось, то пробирку снова опускают в сосуд прибора и дальнейшее наблюдение производят через каждый градус, понижая температуру топлива. Эти сравнительные наблюдения с прозрачным эталоном производят до тех пор, пока топливо не станет отличаться от эталона, т. е. когда в нем появится муть. При определении температуры помутнения неизвестного образца топлива сначала устанавливают значения этих температур приблизительно путем наблюдения за состоянием топлива через каждые 5 °С.

8. Для определения температуры застывания топлива в соответствии с пунктами 1 и 2 подготовить прибор с испытуемым обезвоженным (с помощью свежeproкаленного хлористого кальция)

топлива. Подготовленный прибор поместить в сосуд с охлаждающей жидкостью. Температура охлаждающей смеси должна быть на 5 °С ниже предполагаемой температуры застывания топлива.

9. Не вынимая из охлаждающей смеси, наклонить прибор под углом 45° и держать в таком положении в течение одной минуты, до тех пор, пока испытуемое топливо в пробирке примет температуру, соответствующую температуре его застывания.

10. Вынуть пробирку из охлаждающей смеси, протереть стенки ватой, смоченной в спирте, и наблюдать, не сместился ли мениск топлива. Если мениск не сместился, то топливо остается застывшим, и наоборот. Если температура топлива неизвестна даже приблизительно, испытание по смещению мениска проводят через каждые 5 °С понижения температуры топлива. Температуру смеси в этом случае поддерживают на 4—5° ниже температуры топлива. После проведения испытания прибор и рабочее место привести в первоначальное положение.

#### 2.4.5. Составление отчета

1. По результатам анализов заполнить таблицу по форме:

Отчет о лабораторной работе по оценке качества

(указать наименование и марку продукта)

Цель работы			
Задание			
Результаты оценки	Основные показатели качества оцениваемого образца		
	Наименование показателей	По ГОСТу	Полученные на основании проведенных анализов
	Цвет		
	Механические примеси вода		
	Плотность, кг/м <sup>3</sup> при 20 °С		
	Вязкость кинематическая при 20 °С, мм <sup>2</sup> /с		
	Температура застывания, °С, не выше		
	Температура помутнения, °С, не выше		
Заключение о пригодности образца к применению			

2. На основании данных анализа топлива определить возможные области его применения (сезонные, климатические).

#### Контрольные вопросы

1. Что такое динамическая и кинематическая вязкость?
2. Как влияет вязкость на эксплуатационные свойства дизельных топлив?
3. Дайте определение температуры помутнения и застывания топлива.
4. В чем заключается физическая сущность помутнения и застывания топлива?
5. В чем заключается эксплуатационная оценка дизельного топлива по температуре помутнения и застывания?
6. При какой температуре наружного воздуха может применяться данный образец топлива?
7. Перечислите марки дизельных топлив.

## Лабораторная работа № 3

### Определение качества моторного масла

#### 3.1. Цель работы

1. Закрепление знаний по качеству основных марок моторных масел.
2. Знакомство с нормативно-технической документацией по качеству моторных масел (ГОСТами на показатели качества и методы их определения).
3. Приобретение навыков по оценке качества моторного масла.

Время на проведение работы — 4 часа.

#### 3.2. Задание

1. Определить наличие механических примесей и воды (качественно).
2. Определить кинематическую вязкость при 50 °С и 100 °С.
3. Определить индекс вязкости.
4. Сделать заключение о пригодности данного образца масла для автомобильных двигателей.
5. Ответить на контрольные вопросы.

### 3.3. Теоретическая часть

#### 3.3.1. Определение наличия механических примесей и воды

Присутствие в масле механических примесей и воды условно снижет смазочные свойства масел, увеличивает абразивный износ деталей.

Механические примеси можно выявить тремя способами.

Первый и самый простой заключается в просмотре на свету тонкого слоя масла, нанесенного на стекло. Муть, потеки и крупинки укажут на присутствие в масле механических примесей. При их отсутствии слой масла будет выглядеть совершенно прозрачным.

При втором способе масло взбалтывают и подогревают до 40—50 °С. Затем 25—50 мл масла смешивают с двух-, четырехкратным количеством профильтрованного бензина. Раствор фильтруют через бумажный фильтр, после чего просматривают фильтр через увеличительное стекло. Темные точки и крупинки на фильтре указывают на присутствие в масле механических примесей.

При третьем способе масло в количестве 50—100 мл разбавляют в химическом стакане двух-, трехкратным количеством бензина. Смесь перемешивают и дают отстояться в течение 5—10 мин. Затем смеси придают вращательное движение. При наличии примесей они соберутся в центре на дне стакана. Для обнаружения примесей стакан просматривают на свету, проходящем снизу вверх.

Наличие воды в масле определяют по ГОСТу 1547—84. Смысл определения заключается в нагреве масла, помещенного в пробирку, до температуры 130 °С. При наличии воды масло начнет пениться, будет слышен треск, а слой масла на стенках пробирки помутнеет.

### 3.3.2. Определение кинематической вязкости при 50 °С, 100 X

Проводится по ГОСТу 33—2000. Данный ГОСТ распространяется на все жидкости, полученные на основе переработки нефти, поэтому вязкость определяется аналогично определению вязкости дизельного топлива, что было рассмотрено в лабораторной работе № 2. При этом надо иметь в виду, что при определении вязкости масел выбирают вискозиметр с таким диаметром капилляра, чтобы время перетекания масла при заданной температуре было не менее 200 с.

Рекомендуемые диаметры капилляров при определении вязкости различных масел приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1. Данные для выбора вискозиметра

Наименование масел	Диаметр капилляра в мм при температуре испытаний		
	100 °С	50 °С	0 °С
Масло класса вязкости 8 и 10 мм <sup>2</sup> /с	0,8	1,2-1,5	3,0
Масло класса вязкости 16 мм <sup>2</sup> /с	1,0-1,2	1,5-2,0	-

Если время истечения масла из вискозиметра составляет от 200 до 300 с, проводят пять измерений, если оно составляет 300—600 с, то достаточно четырех измерений.

Результаты измерения времени течения масла не должны отличаться друг от друга больше, чем на 1,5 %.

### 3.3.3. Определение индекса вязкости

Одним из важных свойств масел, характеризующих их эксплуатационные свойства, является степень изменения вязкости масел в зависимости от температуры, которая обычно определяется или отношением вязкости при двух крайних температурах  $v_{\text{мин}}/v_{\text{макс}}$ , или по индексу вязкости.

Расчет индекса вязкости производится на основе ГОСТа 25371—97 и согласно его определению индекс вязкости (VI) — это расчетная величина, которая характеризует изменение вязкости нефтепродуктов в зависимости от температуры.

На рис. 3.1 показано изменение вязкости двух моторных масел в зависимости от температуры.

Отношение вязкости при 50 °С к вязкости при 100 °С для автомобильных масел равно 4.....9. Чем меньше отношение, тем лучше вязкостно-температурная кривая, тем лучше вязкостно-температурные свойства масла.

Оценка по индексу вязкости основана на сравнении вязкостно-температурных свойств испытуемого и двух эталонных масел. Одно эталонное масло имеет пологую вязкостно-температурную кривую, и его индекс вязкости принят за 100 единиц; другое —

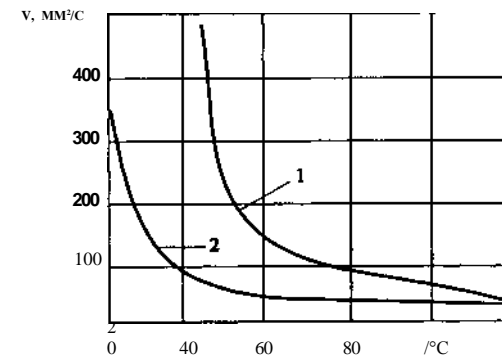


Рис. 3.1. Влияние температуры на вязкость масла: 1 — крутая вязкостно-температурная характеристика; 2 — пологая вязкостно-температурная характеристика

обладает крутой вязкостно-температурной кривой, и его индекс вязкости считают равным 0.

Вязкостно-температурная кривая испытуемого масла будет располагаться между кривыми эталонных масел и по ее положению судят об индексе вязкости. Практически индекс вязкости согласно ГОСТу 25371—97 определяют расчетным путем. Если ожидаемый индекс вязкости находится в пределах от 0 до 100, то его рассчитывают как отношение вязкостей, определяемых при 40 °С и 100 °С по формулам:

$$VI = \frac{L-U}{L-H} \cdot 100 \quad (3.1)$$

$$VI = \frac{L-U}{D} \cdot 100 \quad (3.2)$$

где  $U$  — кинематическая вязкость масла при 40 °С; значения  $Z$ ,  $H$  и  $D$  находят по таблице ГОСТа, опираясь на величину кинематической вязкости масла при 100 °С.

Если индекс вязкости будет величиной более 100, то его находят по формулам с использованием логарифмов и таблицы ГОСТа.

Более простой способ определения индекса вязкости масла (но менее точный) заключается в использовании номограммы (рис. 3.2) на основе значений кинематической вязкости масла при 100 °С и 50 °С. Для этого по вертикали и горизонтали проводят линии от точек соответствующих значениям вязкости масла при 100 °С и 50 °С и в месте их пересечений находят значение индекса вязкости.

Значение индекса вязкости порядка 90—100 и выше характеризуют хорошие, а ниже 50—60 — плохие вязкостно-температурные свойства масла.

### 3.4. Экспериментальная часть

#### 3.4.1. Определение наличия механических примесей и воды (качественно)

##### Оборудование:

- стеклянный цилиндр диаметром 40—55 мм;
- образец испытуемого масла;

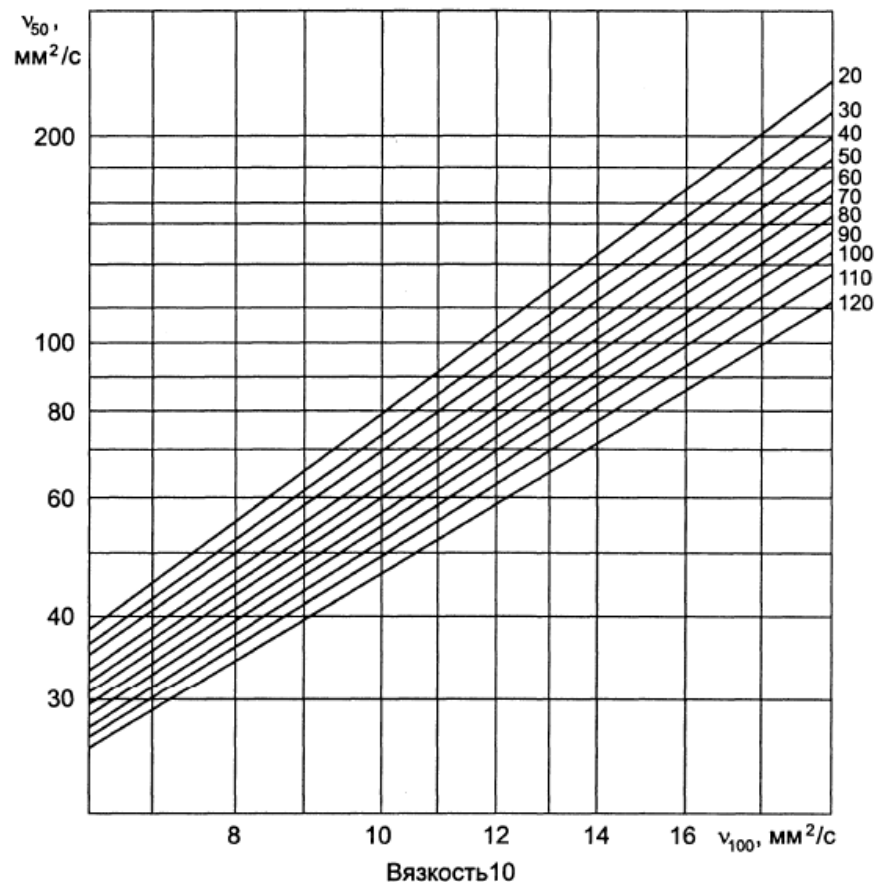


Рис. 3.2. Номограмма определения индекса вязкости масла

- два отрезка чистого сухого стекла размером 100x150 мм;
- профильтрованный неэтилированный бензин;
- стеклянный цилиндр с притертой пробкой емк. 250 мл;
- бумажный фильтр;
- лупа 2-, 3- кратного увеличения;
- химический стакан на 250—300 мл;
- искусственный источник света;
- электроплитка;
- термометр до 200 °С;
- глицерин;



### Лабораторная работа № 3

- химический стакан из термостойкого стекла высотой 100 мм;
- пробирка;
- вытяжной шкаф.

#### Порядок выполнения работы

##### I вариант

1. На отрезок стекла нанести несколько капель испытуемого масла.
2. Вторым отрезком стекла провести по первому до образования тонкой масляной пленки.
3. Оба отрезка стекла посмотреть на свет.
4. Результат наблюдения записать в отчет.

##### II вариант

1. Подогреть масло до 40—50 °С.
2. Отмерить в химический стакан 25—50 мл подогретого масла и смешать с двух-, четырехкратным количеством профильтрованного бензина.
3. Профильтровать раствор через бумажный фильтр.
4. Осмотреть фильтр с помощью лупы.
5. Результат наблюдения записать в отчет.

##### III вариант

1. Масло в количестве 50—100 мл разбавить в химическом стакане двух-, трехкратным количеством бензина.
2. Смесь перемешать и дать отстояться в течение 5—10 мин.
3. Придать смеси вращательное движение.
4. Для обнаружения примесей осмотреть стакан на свету, проходящем снизу вверх.
5. Результат записать в отчет.

##### IV вариант — определение наличия воды в масле

1. В стакане из термостойкого стекла нагреть глицерин до температуры 175±5 °С.
2. В чистую и сухую пробирку налить испытуемое масло до высоты 85±3 мм.
3. В пробирку вставить термометр с таким расчетом, чтобы шарик термометра был на равных расстояниях от стенок пробирки, а также на расстоянии 25±5 мм от дна пробирки.

### Определение качества моторного масла

4. Пробирку с маслом и термометром поместить в стакан с нагретым глицерином и наблюдать за маслом до момента достижения температуры в пробирке 130 °С.
5. Результат наблюдения записать в отчет.

#### 3.4.2. Определение кинематической вязкости при 50 X и 100 X

##### Оборудование:

- прибор для определения кинематической вязкости;
- секундомер;
- набор вискозиметров;
- химические стаканы;
- дистиллированная вода, глицерин;
- колба;
- термометр;
- водяная баня.

##### Порядок выполнения работы

Проводится теми же методами, которые рассмотрены в работе № 2. Однако в связи с тем, что масла имеют большую вязкость, чем топлива, их следует предварительно подогревать до температуры 40—50 °С, опуская колбу с маслом в водяную баню.

#### 3.4.3. Определение индекса вязкости

##### Оборудование:

- номограмма для определения индекса вязкости.

##### Порядок выполнения работы

1. По полученному значению кинематической вязкости при 100 °С на номограмме (рис. 3.2) провести вертикальную линию от горизонтальной оси.
2. По полученному значению кинематической вязкости при 50 °С на номограмме провести горизонтальную линию от вертикальной оси.
3. По точке пересечения линий найти индекс вязкости масла.
4. Результат записать в отчет.

### 3.4.5. Составление отчета

По результатам анализов заполнить таблицу по форме

#### Отчет о лабораторной работе по оценке качества

(указать наименование и марку продукта)

Цель работы			
Задание			
Результаты оценки	Основные показатели качества оцениваемого образца		
	Наименование показателей	По ГОСТу	Полученные на основании проведенных анализов
	Наличие механических примесей		
	Наличие воды		
	Кинематическая вязкость при 50 °С		
	Кинематическая вязкость при 100 °С		
	Индекс вязкости		
Заключение о пригодности образца к применению			

#### Контрольные вопросы

1. Что такое динамическая и кинематическая вязкость?
2. Что такое вязкостно-температурные свойства масел и какими показателями они оцениваются?
3. Как влияет вязкость на эксплуатационные свойства масел?
4. С какими вязкостями применяются масла на автомобилях зимой и летом?
5. Перечислите марки моторных и трансмиссионных масел и их применение.
6. Что такое индекс вязкости?

## Лабораторная работа № 4

### Определение качества пластичной смазки

#### 4.1. Цель работы

1. Закрепление знаний марок пластичных смазок.
2. Знакомство с нормативно-технической документацией по качеству пластичных смазок (ГОСТами на показатели качества и методы их определения).
3. Знакомство с методами определения контрольного анализа пластичных смазок.
4. Приобретение навыков по контролю и оценке качества пластичных смазок.

Время на проведение работы — 2 часа.

#### 4.2. Задание

1. Оценить испытуемый образец по внешним признакам.
2. Определить растворимость смазки в воде и бензине.
3. Определить температуру каплепадения предложенных образцов смазок.
4. Составить отчет по работе.
5. Ответить на контрольные вопросы.

#### 4.3. Теоретическая часть

Пластичные смазки применяются для таких трущихся деталей механизмов, где по конструктивным особенностям не могут удерживаться или регулярно подаваться жидкие масла, т. е. когда использование минеральных масел невозможно или нецелесообразно.

В качестве примера таких узлов, используемых на автомобилях, можно назвать подшипники колес, шарниры различного рода приводов и т. д.

Эксплуатационные требования к качеству смазок следующие:

- смазки должны быть однородными,
- обладать определенными механическими свойствами,

- оказывать минимальное коррозионное воздействие на металлы,
- не должны содержать воды и механических примесей.

#### 4.3.1. Оценка пластичной смазки по внешним признакам

При оценке смазки по внешним признакам обращается внимание на ее цвет, состояние ее поверхностного слоя и ее однородности.

Цвет зависит от состава смазки и технологии ее приготовления.

Смазки, в которых не содержатся специальные добавки, имеют цвет от светло-желтого до темно-коричневого. Наиболее ярко выраженный цвет имеют смазки графитная и № 158. Первая имеет черный цвет, вторая — синий.

Однородность — одно из важнейших требований, предъявляемых к пластичным смазкам. При внешнем осмотре определяется, прежде всего, отсутствие выделения из смазки жидкой фазы (масла). Затем однородность проверяется с помощью стеклянной пластинки, на которую наносится слой смазки толщиной 1—2 мм. При рассмотрении этого слоя невооруженным глазом в проходящем свете не должны обнаруживаться капли масла, комки загустителя, твердые включения.

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

Испытание пластичной смазки на растворимость в воде и бензине позволяет определить загуститель данной смазки, так как известно, что натриевые смазки обладают слабой водоустойчивостью, а кальциевые и литиевые не растворимы в воде и бензине, хотя с бензином они образуют тягучие, но непрозрачные системы. Поэтому отличить их друг от друга можно только по температурам каплепадения.

Полное же растворение пластичной смазки возможно в нагретой до кипения воде. При этом будет образован мутный (мыльный) раствор с плавающим на его поверхности слоем жидкого масла, что говорит о принадлежности данного образца к натриевым смазкам. Однако если после охлаждения вода станет прозрачной или слегка мутной, а на ее поверхности будет находиться слой смазки, то данная смазка считается нерастворимой в воде.

Чтобы проверить смазку на растворимость в бензине, надо смешать ее с ним в соотношении 1:4 при температуре 60 °С. Если при этом образуется совершенно прозрачный раствор, имеющий при просвечивании цвет испытуемого образца, то смазка считается растворимой в бензине. В бензине растворяются смазки с углеводородными загустителями.

#### 4.3.3. Определение температуры каплепадения смазки

Одной из причин перехода пластичной смазки в жидкое состояние является чрезмерное ее нагревание.

Для определения температуры каплепадения смазки пользуются специальным прибором (ГОСТ 6793—74), схема которого показана на рис. 4.1.

К нижней части термометра прикрепляется металлическая гильза 2, в которой за счет трения держится стеклянная чашечка 1 с калиброванным донным отверстием. Заполненная смазкой чашечка вставляется в гильзу, а собранный прибор (чашечка, гильза и термометр) вставляются в стеклянную муфту так, чтобы расстояние от ее дна до низа чашечки составляло 25 мм. Муфта погружается в стакан с водой или глицерином и закрепляется в штативе. При этом глубина погружения должна составлять 150 мм. Затем ведется нагрев жидкости в два этапа. На первом этапе скорость нагрева не нормируется и он ведется до температур: 30 °С — для низкоплавких смазок, 60 °С — для среднетемпературных, 100 °С — для натриевых и 150 °С — для литиевых. На втором этапе темп нагрева должен составлять 1 °С в минуту. На обоих этапах жидкость в стакане следует периодически помешивать.

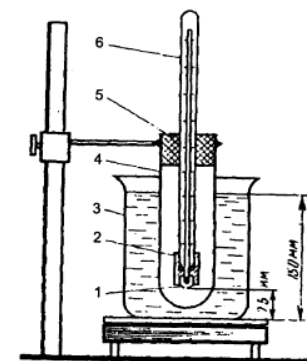


Рис. 4.1. Прибор для определения температуры каплепадения смазок: 1 — чашечка; 2 — гильза; 3 — стакан с жидкостью; 4 — стеклянная муфта; 5 — пробка; 6 — термометр

Температура, при которой в процессе нагревания падает из чашечки первая капля испытуемой смазки, считается температурой каплепадения. 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 муфты.

#### 4.4. Экспериментальная часть

##### 4.4.1. Оценка пластичной смазки по внешним признакам

###### Оборудование:

- стеклянная пластинка;
- шпатель;
- образец испытуемой смазки.

###### Порядок выполнения работы

1. Смазку при помощи шпателя нанести на стеклянную пластинку слоем 1—2 мм. При этом допускается образование пузырьков воздуха.
2. Осмотреть слой смазки в проходящем свете и определить наличие или отсутствие в ней капель масла, комков загустителя, посторонние твердые включения.
3. Результаты оценки записать в отчет.

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

###### Оборудование:

- пробирки;
- стеклянная палочка;
- дистиллированная вода;
- бензин неэтилированный;
- газовая горелка;
- водяная баня.

###### Порядок выполнения работы

1. Образец смазки в количестве примерно по 1 грамму при помощи стеклянной палочки поместить на самый низ двух пробирок.
2. В одну из пробирок добавить четырехкратное количество дистиллированной воды.
3. Во вторую пробирку добавить четырехкратное количество бензина.

4. Соблюдая осторожность, на газовой горелке довести до кипения воду в первой пробирке. При этом нагрев вести постепенно, внося пробирку в пламя горелки многократно на 2—3 секунды с одновременным вращением вокруг своей оси.

5. Определить растворимость смазки в воде и результат записать в отчет.

6. Подогреть вторую пробирку до температуры 60 °С (нагрев определить на ощупь).

7. Определить растворимость смазки в бензине и результат записать в отчет.

##### 4.4.3. Определение температуры каплепадения смазки

###### Оборудование:

- прибор для определения температуры каплепадения смазок;
- шпатель;
- секундомер;
- стеклянный термостойкий стакан;
- глицерин или вода;
- кольцевая металлическая мешалка.

###### Порядок выполнения работы

1. Вынуть чашечку 1 (см. рис. 4.1) из прибора и заполнить ее с помощью шпателя смазкой, которая подлежит испытанию, не допуская образования пузырьков воздуха в смазке.

2. Вставить чашечку обратно в металлическую гильзу 2 до упора и снять шпателем выдавленную термометром 6 смазку за подлицо с нижним обрезом чашечки.

3. Собранный прибор укрепить с помощью пробки 5 в стеклянной муфте 4 так, чтобы расстояние от ее дна до низа чашечки составляло 25 мм.

4. Муфту вместе с прибором погрузить в стакан 4 с водой или глицерином и закрепить в штативе так, чтобы глубина погружения составляла 150 мм.

5. Помешивая с помощью мешалки жидкость, на газовой горелке нагревать стакан до температур:

- 30 °С для низкоплавких смазок;
- 60 °С для среднеплавких;
- ПО °С для натриевых;
- 150 °С для литиевых.

6. После прохождения указанных температур скорость дальнейшего нагрева поддерживать в пределах  $\Gamma$  в минуту.

7. Зафиксировать температуру, при которой из чашечки упадет первая капля смазки или ее выползающий столбик коснется дна муфты.

8. Результат округлить до целых единиц и записать в отчет.

#### 4.4.5. Составление отчета

По результатам анализов заполнить таблицу по форме:

Отчет о лабораторной работе по оценке качества

(указать наименование и марку продукта)

Цель работы			
Задание			
Результаты оценки	Основные показатели качества оцениваемого образца		
	Наименование показателей	По ГОСТу	Полученные на основании проведенных анализов
	Цвет		
	Наличие капель масла, комков загустителя и посторонних твердых включений	•	
	Растворимость в воде		
	Растворимость в бензине		
Температура каплепадения, °С			
Заключение о пригодности образца к применению			

#### Контрольные вопросы

1. Что такое пластичная смазка?
2. Дайте краткую характеристику важнейшим эксплуатационным показателям качества консистентной смазки.
3. Перечислите эксплуатационные требования к качеству пластичных смазок.
4. Перечислите марки смазок.
5. Чем определяется переход смазки из пластичного состояния в жидкое?

## Лабораторная работа № 5

### Определение качества антифриза

#### 5.1. Цель работы

1. Закрепление знаний марок по качеству марок низкотемпературных жидкостей.
2. Знакомство с нормативно-технической документацией по качеству низкотемпературных жидкостей (ГОСТами на показатели качества и методы их определения).
3. Знакомство с методами определения контроля качества низкотемпературных жидкостей.
4. Приобретение навыков по контролю и оценке качества низкотемпературных жидкостей.

Время на проведение работы — 2 часа.

#### 5.2. Задание

1. Оценить испытуемый образец по внешним признакам.
2. Определить состав и температуру застывания антифриза.
3. Произвести расчет по исправлению качества антифриза.
4. Составить отчет о работе.
5. Ответить на контрольные вопросы.

#### 5.3. Теоретическая часть

В качестве охлаждающей жидкости для двигателей применяется вода и специальные низкотемпературные жидкости — антифризы. В качестве антифризов могут быть использованы водные растворы солей, спиртов и других соединений. Наибольшее распространение получили соответствующей концентрации смеси воды с двухатомным спиртом — этиленгликолем.

Этиленгликоль — бесцветная или желтоватого цвета жидкость с плотностью при 20 °С 1,11 г/см<sup>3</sup>, температурой кипения 197,5 °С и температурой замерзания минус 12 °С. Температура

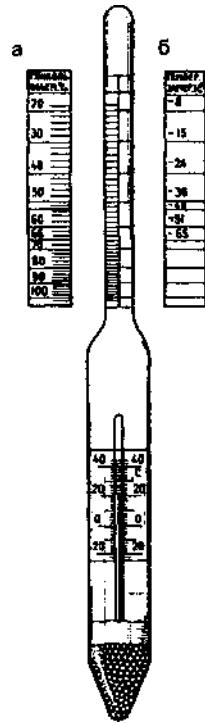


Рис. 5.1. Гидрометр для определения температуры застывания и содержания этиленгликоля в антифризах: а — шкала «Гликоль в объемных процентах»; б — шкала «Температура замерзания, °С»

замерзания водных растворов этиленгликоля меняется в зависимости от концентрации, что видно из графика (рис. 5.2).

Наиболее низкую температуру замерзания  $-75\text{ }^{\circ}\text{C}$  имеет жидкость, состоящая из 66,7 % этиленгликоля и 33,3 % воды.

Этиленгликолевые антифризы выпускают двух марок: «65» с температурой замерзания не выше  $-65\text{ }^{\circ}\text{C}$  и «40» — не выше  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

В системах охлаждения современных автомобилей всесезонно применяют антифризы Тосол А-40 и Тосол А-65 с температурами замерзания не выше  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  у первого и не выше  $-65\text{ }^{\circ}\text{C}$  у второго. Они представляют собой водные растворы тосола А, приготавливаемого из этиленгликоля и комплексом различных присадок. Имеются и другие марки антифризов на этиленгликолевой основе с такими же температурами замерзания.

Определение качества антифриза

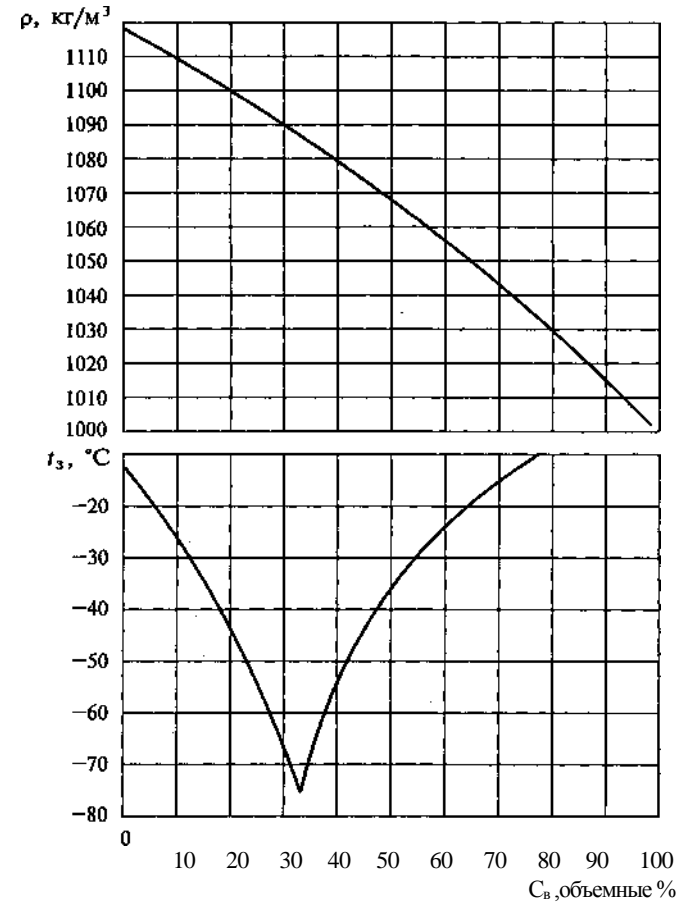


Рис. 5.2. Зависимость плотности  $\rho$  и температуры застывания  $t_3$  водогликолевой жидкости от содержания в ней воды  $C_v$

Этиленгликоль и его водные растворы очень ядовиты. Однако отравляющее действие их проявляется только при попадании в желудочно-кишечный тракт, поэтому специальных мер для защиты неповрежденной кожи и дыхательных путей при использовании антифризов не требуется.

Основным показателем для оценки эксплуатационных свойств этиленгликолевой охлаждающей жидкости является температура замерзания. Температура замерзания этиленгликолевой охлаждающей жидкости определяется при помощи гидрометра и рефрактометра.



### 5.3.1. Оценка антифриза по внешним признакам

При оценке антифриза по внешним признакам обращается внимание на его цвет и наличие механических примесей.

Цвет зависит от специального красителя, добавляемого в антифризы, и может быть желтоватым, желтым, красным и голубым. В любом случае цвет следует сравнивать с указанным на данный антифриз в соответствующем ГОСТе или Технических условиях. Механические примеси в антифризах не допускаются.

### 5.3.2. Определение состава и температуры застывания антифриза

Кроме гидрометра и рефрактометра определить температуру замерзания и состав антифриза можно, измерив его плотность и воспользовавшись табл. 5.1, а также при помощи диаграммы (рис. 5.2).

Наиболее точно температуру застывания антифриза можно определить с помощью рефрактометра, но более просто это можно сделать с помощью гидрометра или ареометра. Гидрометр внешне похож на ареометр, но он имеет две шкалы, из которых одна используется для определения концентрации этиленгликоля в объемных %, а другая — для определения соответствующей температуры замерзания. Внутри нижней части гидрометра имеется термометр, который позволяет определить температуру, при которой производится измерение.

Так как шкалы гидрометра градуированы на температуру 20 °С, то для определения истинного содержания этиленгликоля необходимо внести температурную поправку и произвести расчет по формуле

$$C_{ист} = C_1(1 + 0,008(t - 20)) \quad (5.1)$$

где  $C_{ист}$  — истинная концентрация этиленгликоля;  $C_1$  — концентрация этиленгликоля, полученная замером при данной температуре  $t$ ;  $t$  — температура, при которой проводился замер, °С.

### 5.3.3. Проведение расчета по исправлению качества антифриза

Температура кипения этиленгликоля и воды соответственно равны 197,5 °С и 100 °С, поэтому при эксплуатации автомобилей

из антифриза в первую очередь будет испаряться вода, а следовательно, исправление качества охлаждающей жидкости будет сводиться к добавлению системы охлаждения недостающего количества воды. Если же имеет место утечка антифриза из системы, то убыль восполняется не водой, а соответствующей маркой этиленгликолевой жидкости.

При необходимости долива устанавливают показатели качества и принимают решение о его восстановлении путем долива этиленгликоля или воды.

Количество добавляемого этиленгликоля рассчитывается по формуле

$$X = \frac{a - b}{b - k} V \quad (5.2)$$

где  $X$  — количество добавляемого этиленгликоля, мл;  $V$  — объем анализируемого образца, мл;  $a$  — объемный процент воды в анализируемом образце;  $b$  — объемный процент воды в исправленном образце;  $k$  — объемный процент воды в добавляемом этиленгликоле.

Количество добавляемой воды рассчитывается по формуле

$$U = \frac{c - d}{d} V \quad (5.3)$$

где  $U$  — количество добавляемой воды, мл;  $V$  — объем анализируемого образца, мл;  $c$  — объемный процент этиленгликоля в анализируемом образце;  $d$  — объемный процент этиленгликоля в исправленном образце.

## 5.4. Экспериментальная часть

### 5.4.1. Оценка антифриза по внешним признакам

**Оборудование:**

—стеклянный цилиндр диаметром 40—55 мм;



- химический стакан емкостью 250 мл;
- образец испытуемого антифриза.

#### **Порядок выполнения работы**

1. Заполнить стеклянный цилиндр образцом испытуемого антифриза.
2. Не давая ему отстояться, осмотреть образец невооруженным глазом, определив наличие или отсутствие механических примесей.
3. Результаты оценки записать в отчет.

#### **5.4.2. Определение состава и температуры замерзания антифриза**

##### **Оборудование:**

- стеклянный цилиндр диаметром 40—55 мм; —
- химический стакан емкостью 250 мл;
- гидрометр;
- набор ареометров;
- образец испытуемого антифриза.

#### **Порядок выполнения работы**

##### *1 вариант*

1. С помощью химического стакана заполнить стеклянный цилиндр образцом испытуемого антифриза.
2. Осторожно опустить гидрометр в цилиндр, и, дождавшись прекращения его колебаний, произвести отсчет по верхнему краю мениска. При отсчете глаз должен находиться на уровне мениска.
3. При необходимости произвести перерасчет содержания этиленгликоля с учетом температурной поправки по формуле (5.1).
4. Произвести расчет по исправлению качества антифриза по формулам (5.2) и (5.3).
5. Результат испытания записать в отчет.

##### *2 вариант*

1. С помощью химического стакана заполнить стеклянный цилиндр образцом испытуемого антифриза.
2. Используя подходящий по пределу измерения ареометр, произвести замер плотности антифриза согласно методике, изложенной в пункте 1.3 практикума.
3. Используя табл. 5.1, определить концентрацию этиленгликоля и температуру замерзания антифриза.

4. Произвести расчет по исправлению качества антифриза по формулам (5.2) и (5.3).
5. Результат определения записать в отчет.

Определение качества антифриза

Таблица 5.1. Плотность и температура замерзания смесей технического этиленгликоля и воды

Концентрация этиленгликоля,	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Температура замерзания, °С	Концентрация этиленгликоля, %	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Температура замерзания, °С
26,4	1034,0	-10	65,3	1085,5	-65
27,2	1037,6	-12	65,6	1086,0	-66
29,6	1041,0	-14	66,0	1086,3	-67
32,0	1044,3	-16	66,3	1086,6	-68
34,2	1048,0	-18	68,5	1088,8	-66 ]
36,4	1050,6	-20	69,6	1090,0	-64
38,4	1053,3	-22	70,8	1091,0	-62
40,4	1056,0	-24	72,1	1092,3	-60
1 42,2	1058,6	-26	73,3	1093,7	-58
1 44,0	1060,6	-28	74,5	1094,7	-56
45,6	1062,7	-30	75,8	1096,0	-54
47,0	1064,3	-32	77,0	1097,3	-52
48,2	1066,3	-34	78,4	1098,3	-50
49,6	1068,0	-36	79,6	1099,7	-48
51,0	1069,6	-38	81,2	1100,7	-46
52,6	1071,3	-40	82,5	1102,3	-44
53,6	1072,6	-42	83,9	1103,3	-42
54,6	1074,0	-44	85,4	1104,3	-40
] 55,6	1075,3	-46	86,9	1105,4	-38
56,8	1076,6	-48	88,4	1106,6	-36
58,0	1078,0	-50	90,0	1107,7	-30
59,1	1079,0	-52	91,5	1108,7	-36
60,2	1080,3	-54	93,0	1109,6	-34
61,2	1081,3	-56	94,4	1110,3	-32
62,2	1082,3	-58	95,0	1110,5	-28
63,1	1083,3	-60	95,5	1110,7	-27

Лабораторная работа № 5

Продолжение таблицы 5.1

Концентрация этиленгликоля,	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Температура замерзания, °С	Концентрация этиленгликоля, %	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Температура замерзания, °С
64,0	1084,3	-62	96,4	1111,0	-24
64,8	1085,0	-64	97,0	1111,6	-22
			97,8	1112,0	-20

III вариант

1. Повторив действия 1 и 2 варианта II, определить плотность испытуемого образца антифриза.
2. Используя диаграмму, показанную на рис. 5.2, определить состав антифриза и температуру его замерзания.
3. Произвести расчет по исправлению качества антифриза по формулам (5.2) и (5.3).
4. Результат определения записать в отчет

5.4.3. Составление отчета

1. По результатам анализов заполнить таблицу по форме:

Отчет о лабораторной работе по оценке качества

(указать наименование и марку продукта)

Цель работы			
Задание			
Результаты оценки	Основные показатели качества оцениваемого образца		
	Наименование показателей	По ГОСТу	Полученные на основании проведенных анализов
	Цвет		
	Механические примеси		
	Плотность, кг/м <sup>3</sup> при 20 °С		
	Концентрация этиленгликоля, %		
Температура замерзания, °С			
Заключение о пригодности образца к применению			

Определение качества антифриза

2. По результатам расчета по исправлению качества антифриза заполнить таблицу по форме:

Температура при проведении определения, °С	Показания гидрометра				Температура замерзания по графику или таблице, °С
	При испытании		Приведенные к 20 °С		
	Концентрация этиленгликоля, %	Температура замерзания, °С	Концентрация этиленгликоля, %	Температура замерзания, °С	
Заключение по качеству исправленного антифриза					

Контрольные вопросы

1. Что такое антифриз?
2. Какой состав имеет антифриз, используемый для охлаждения автомобильных двигателей?
3. Какие особенности этиленгликолевых антифризов нужно учитывать при их эксплуатации?
4. Перечислите марки этиленгликолевых антифризов.

## Лабораторная работа № 6

### Определение качества лакокрасочных материалов

#### 6.1. Цель работы

1. Закрепление знаний основных лакокрасочных материалов.
2. Знакомство с методами определения контроля качества лакокрасочных материалов и покрытий.
3. Приобретение навыков по подготовке поверхности к окраске и нанесению на нее ЛКМ.
4. Приобретение навыков по контролю и оценке качества лакокрасочных материалов и покрытий.

*Время на проведение работы — 4 часа.*

#### 6.2. Задание

1. Подготовить металлическую поверхность к окраске и нанести слой грунта.
2. Произвести шпатлевание.
3. Оценить малярные свойства краски.
4. Произвести окраску и оценить адгезию лакокрасочного покрытия и его эластичность.
5. Оценить твердость лакокрасочного покрытия и его прочность при ударе.
6. Составить отчет о работе.
7. Ответить на контрольные вопросы.

#### 6.3. Теоретическая часть

##### 6.3.1. Подготовка металлической поверхности к окраске и нанесение слоя грунта

Лакокрасочные материалы (ЛКМ) наносятся только на предварительно подготовленную поверхность, с которой удаляются

пыль, грязь, следы нефтепродуктов, ржавчина, окалина, остатки негодного старого покрытия.

Сцепление первого слоя покрытия с плохо подготовленной поверхностью получается очень слабое. При плохой адгезии коррозия развивается невидимо под слоем ЛКМ. Наиболее опасной в этом отношении является окалина, которую следует особенно тщательно удалять. *Окалина — это продукт окисления поверхности металла при взаимодействии с внешней средой.*

Металлические детали, очищенные от загрязнения, как правило, подвергаются пассивированию. *Под пассивированием, или пассивацией, понимают повышение коррозионной устойчивости поверхности металла с помощью создания на ней защитной пленки.*

Если пассиватор вводится в состав первого слоя ЛКМ (грунтовки), то процесс пассивирования не предшествует окраске, а совмещается с ней. Таким пассиватором обычно бывают соли хромовой кислоты ( $PbCrO_4$ ,  $ZnCrO_4$ ).

Ответственные изделия, работающие в условиях повышенного коррозионного воздействия, подвергаются предварительной пассивации (фосфатированию). Для этого используется ортофосфорная кислота или препараты на ее основе. Создаваемая при этом на поверхности металла фосфатная пленка кроме защитных свойств обладает пористым строением, что значительно улучшает адгезию и препятствует распространению коррозии при местном разрушении.

*На подготовленную поверхность наносится первый слой покрытия — грунт.*

*Он служит для обеспечения высокой адгезии между металлом и последующими слоями покрытия.* Грунтовка — материал, из которого образуется грунт, наносится кистью, распылением или окуноманием. Важно, чтобы разрыв во времени между окончанием подготовки поверхности под покраску и нанесением грунтовки был как можно меньше.

##### 6.3.2. Шпатлевание

Высушенный грунт имеет толщину слоя порядка 15—20 мкм, поэтому видимые дефекты на поверхности металла сохраняются. Чтобы их устранить прибегают к местному и общему шпатлеванню. Местное шпатлевание выравнивает крупные дефекты. Общее позволяет получить гладкое покрытие по всей поверхности окрашиваемой площади.

При местном шпатлевании шпателем или куском листовой резины наносится слой шпатлевки на дефектные участки, при этом его толщина не должна превышать 0,5 мм, в противном случае слой получится недостаточно эластичный, будет растрескиваться и крошиться. Каждый слой просушивается и шлифуется грубой абразивной шкуркой № 80—120, затем очищается от пыли и зерен абразива. Общее число слоев шпатлевки должно быть не более двух. При необходимости окончательное выравнивание достигается нанесением на всю поверхность шпатлевочного слоя толщиной 50—100 мкм. После этого проводится сушка и шлифование мелкозернистыми шкурками № 150—220. При этом шпатлевка разбавляется растворителем до необходимой вязкости и наносится обычно при помощи краскораспылителя.

### 6.3.3. Оценка малярных свойств краски

Готовая к применению краска должна обладать оптимальной вязкостью. При повышенной вязкости возрастает толщина пленки одного слоя и снижается ее прочность, при пониженной — уменьшается толщина слоя и увеличивается расход растворителя.

Вязкость ЛКМ измеряется в секундах, потребных для вытекания 100 мл его из вискозиметра ВЗ-4 (рис. 6.1) через отверстие в дне диаметром 4 мм при температуре 18—20 °С. Это время должно находиться в пределах от 15 до 45 секунд. Если же окраска будет производиться при помощи кисти, то ее вязкость должна составлять от 30 до 60 секунд.

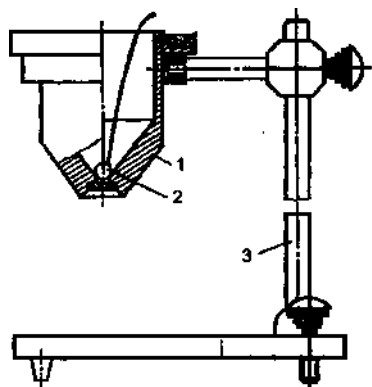


Рис. 6.1. Вискозиметр ВЗ-4: 1 — стакан; 2 — шарик; 3 — штатив

### Определение качества лакокрасочных материалов

Для этого вискозиметр заполняется испытуемой краской в количестве 100 мл (стандартный вискозиметр ВЗ-4 имеет емкость при заполнении до краев 100 мл), а затем по секундомеру определяется время его опорожнения. Секундомер пускается в тот момент, когда проволочка вместе с припаянным к ней шариком быстрым движением вынимается из емкости. Для точности определения вязкости замеры повторяют три-четыре раза и затем выводят среднее арифметическое.

Кроме того, при приготовлении краски необходимо определить тип растворителя, с которым она совместима. Это испытание связано с тем, что краски на основе, например, нитроцеллюлозы с бензином не совместимы и при смешивании с ним свертываются и выпадают в осадок, в то время как другие являются совместимыми с бензином. Краски же на основе нитроцеллюлозы хорошо совмещаются с растворителем № 646, который наиболее распространен и применяется в автомалярном производстве.

Одним из показателей красок является их укрывистость. *Укрывистость* — это способность краски полностью скрывать цвет окрашиваемой поверхности.

Укрывистость измеряется количеством ЛКМ в г/м<sup>2</sup>, потребным для закрашивания пластинки из бесцветного стекла таким количеством слоев, при котором не просматриваются черные и белые квадраты у подложенной под пластинку шахматной доски.

От укрывистости зависят расход ЛКМ и число слоев краски в покрытии. Укрывистость автоэмалей находится в пределах от 30 до 70 г сухой пленки на 1 м<sup>2</sup> окрашиваемой поверхности.

### 6.3.4. Окраска

Обработанный шпатлевочный слой, а при его отсутствии грунтовочный покрывается несколькими слоями краски. Краски наносят теми же способами, что и грунты. Самый распространенный способ — пневмораспыление.

Краску разводят до вязкости 17—30 с по ВЗ-4 и распыляют под давлением сжатого воздуха 200—600 кПа. Предварительный подогрев ЛКМ снижает их вязкость, что позволяет выполнять работу при пониженном давлении, используя меньшее количество растворителя. При этом расход растворителя уменьшается на 30—40 %, а толщина слоя покрытия увеличивается в 1,5—2 раза и сокращаются потери на туманообразование.

### Лабораторная работа № 6

Ручные краскораспылители обеспечивают производительность 100—200 м<sup>2</sup>/ч. Сжатый воздух перед распылением рекомендуется очищать от влаги и масла, принципиальная схема установки для пневмораспыления приведена на рис. 6.2. Для уменьшения колебаний давления сжатого воздуха устанавливают дополнительную емкость большого объема — ресивер. На рис. 6.3 показана схема пневматического краскораспылителя. При воздействии на спусковой крючок 7 оттягивается со своего седла запорная игла 8, при этом поступающий через канал в рукоятке сжатый воздух будет вырываться с большой скоростью из сопел распылительной головки 1, образуя разрежение в зоне центрального отверстия, освобожденного иглой 8. Краска, подаваемая из бачка 2, будет вытекать из этого отверстия, подхватываться, дробиться и увлекаться воздушным потоком.

Сжатый воздух для краскораспылителей обеспечивает любой компрессор, создающий давление 300—600 кПа.

Каждый слой краски проходит этап сушки, а наружные слои могут подвергаться шлифованию, полированию и покрытию лаком.

В процессе сушки определяют время высыхания от пыли. Это время от начала высыхания до появления матового пятна от «дыхания». Спустя некоторое время после окраски на покрытии образуется тончайшая полутвердая пленка, на которой при выдыхании на нее на расстоянии 10 см от рта немедленно начнут конденсироваться выдыхаемые вместе с воздухом пары воды. Начало их конденсации, которое обнаруживается по возникновению на поверхности матового пятна, принимается за момент завершения высыхания от пыли.

Повышение температуры воздуха, при которой происходит сушка, сокращает время, отводимое на нее. Некоторые виды эмалей предполагают только горячую сушку. Сушку покрытий в естественных условиях используют при окрашивании быстровысыхающими ЛКМ (такие, как акриловые, виниловые, нитроцеллюлозные, перхлорвиниловые и др.).

Продолжительность сушки можно сократить, используя технологию нанесения слоев покрытия «сырой по сырому». В этом случае на грунтовку или первый слой эмали, высушенные до исчезновения отлипа (сушат примерно 10—15 мин) наносят последующий слой ЛКМ. Этот слой сушат требуемое время (от 24 до 48 часов), при этом хорошо просыхают и недосушенные первые слои.

### Определение качества лакокрасочных материалов

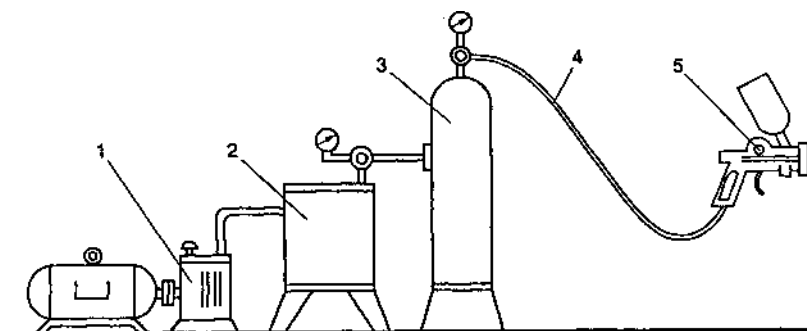


Рис. 6.2. Схема установки для пневматического распыления: 1 — компрессор; 2 — маслоотделитель; 3 — ресивер; 4 — гибкий шланг; 5 — краскораспылитель

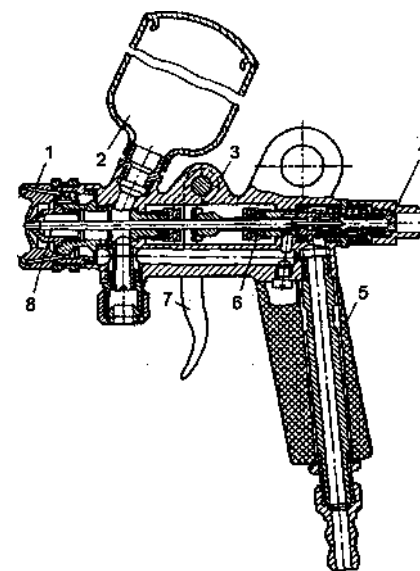


Рис. 6.3. Пневматический пневмораспылитель: 1 — распылительная головка; 2 — бачок для краски; 3 — корпус распылителя; 4 — запорный винт; 5 — ручка; 6 — прокладка; 7 — спусковой крючок; 8 — запорная игла

Высушенные ЛКМ должны обладать определенными показателями качества, к которым относятся укрывистость, адгезия, прочность при ударе, прочность при изгибе и при растяжении, а также твердость.

### 6.3.5. Твердость и прочность при ударе

В автомобильном производстве эти показатели качества лакокрасочного покрытия наряду с адгезией являются наиболее важными.

*Твердость покрытий* определяется на маятниковом приборе М-3 (рис. 5.2, с. 103). Этот прибор состоит из основания 2, плиты 6, маятника 4 и шкалы 3. Маятник выполнен в виде буквы П, и через два стальных шарика опирается на испытуемое покрытие, которое нанесено на стеклянную пластинку 8. С помощью специальной рамки маятник устанавливается в нулевое положение, а затем пусковым приспособлением 1 отводится на угол  $5^\circ$ . При этом шариковые опоры не должны смещаться с того места, которое соответствовало нулевому положению. Затем маятник освобождается и замеряется время его колебания, пока амплитуда не достигнет  $2^\circ$ . По формуле (6.1) определяется твердость покрытия.

$$H = t_1 / t_2, \quad (6.1)$$

где  $t_1$  — время до затухания колебаний маятника (от  $5$  до  $2^\circ$ ), точки опоры которого лежат на стеклянной пластинке, покрытой ЛКП, с;  $t_2$  — стеклянное число прибора, т. е. время затухания колебаний маятника (от  $5$  до  $2^\circ$ ), точки опоры которого лежат на совершенно чистой стеклянной пластинке, с.

ЛКП автомобилей должны иметь твердость не менее 0,2.

*Прочность покрытия при ударе* оценивается с помощью специального прибора У-1 (рис. 5.1, с. 103). Он состоит из станины 1, наковальни 7, бойка 2, направляющей трубы со шкалой 3, груза 5 массой 1 кг и пусковой кнопки. При испытании на наковальню устанавливается стальная пластинка размером 100x100 мм покрытием в сторону бойка. Место, которое будет подвергаться удару, должно отстоять не менее чем на 20 мм от краев пластинки или от центров участков, по которым ранее наносился удар. Результатом испытания является определение той максимальной высоты (в см) падения груза, при которой не обнаруживаются трещины, смятия и отслаивания покрытия.

### Определение качества лакокрасочных материалов

ЛКП автомобилей должны иметь прочность при ударе не менее 30 см.

В табл. 6.1 показаны причины возможных дефектов при окраске поверхностей пневмораспылением.

Таблица 6.1. Возможные дефекты покрытий при окраске пневмораспылением

Дефекты	Причины возникновения
Поверхность покрыта пылью или мелкими крупинками	Пыльное помещение
	Под действием растворителя разрушается внутренняя поверхность шлангов
Неравномерная толщина покрытия, волнистость поверхности	Краскораспылитель находится слишком близко от окрашиваемой поверхности, и воздушная струя раздувает пленку ЛКМ
Поверхность покрытия имеет шагрень	Плохой розлив ЛКМ из-за повышенной вязкости
Мелкая шероховатость покрытия, отсутствие блеска	Большое расстояние от распылителя до окрашиваемой поверхности
Матовость и побеление покрытия	Большое количество в ЛКМ легколетучих растворителей
	Низкая температура и высокая влажность в помещении
Пузырьки воды и мелкие пятна на поверхности покрытия	Подаваемый в краскораспылитель воздух содержит влагу

Лакокрасочные покрытия по внешнему виду подразделяются на 4 класса (табл. 5.1, с. 102).

## 6.4. Экспериментальная часть

### 6.4.1. Подготовка металлической поверхности к окраске и нанесение слоя грунта

#### Оборудование:

- металлические пластинки размером 100x100x0,8 мм;
- бензин или ацетон;
- шлифовальная шкурка;
- грунтовка ГФ-020, ГФ-037 или № 138;

- вытяжной шкаф;
- сушильный шкаф.

#### Порядок выполнения работы

1. Зачистить стальную пластинку с обеих сторон шлифовальной шкуркой.
2. Удалить с ее поверхности пыль в виде ржавчины промывкой в бензине или ацетоне, затем просушить.
3. Подготовленную пластинку погрузить в грунтовку так, чтобы загрунтованной с обеих сторон оказалась только половина пластинки.
4. Вынуть пластинку и дать стечь излишкам грунтовки в течение 5 мин.
5. Просушить нанесенный слой грунта в течение 20—25 мин при температуре 100—110 °С.
6. Охладить пластинку в течение 5 мин.
7. Произвести пробу на полное высыхание, для чего
  - на пластинку с покрытием поставить груз массой 0,2 кг и с опорной поверхностью 100 мм<sup>2</sup>;
  - по истечении 30 с груз снять и произвести контроль на предмет прилипания волокон ваты к грунту и остаточных следов.
8. Результат записать в отчет.

#### 6.4.2. Шпатлевание

##### Оборудование:

- шпатель;
- шлифовальная шкурка № 180;
- нитрошпатлевка;
- сушильный шкаф.

##### Порядок выполнения работы

1. С помощью шпателя нанести на одну из сторон пластинки слой шпатлевки по возможности ровным и тонким слоем.
2. Произвести сушку шпатлевки в течение 15—20 мин при температуре 60—70 °С.
3. Охладить пластинку в течение 5 мин и произвести пробу на полное высыхание.

#### Определение качества лакокрасочных материалов

4. С помощью шкурки отшлифовать слой шпатлевки до появления совершенно гладкой и беспористой поверхности.
5. Результат испытания записать в отчет.

#### 6.4.3. Оценка малярных свойств краски

##### Оборудование:

- образцы стандартных красок, применяемых в автомалярном производстве;
- растворитель № 646;
- бензин;
- две пробирки с пробками;
- вискозиметр ВЗ-4;
- стеклянная пластинка размером 90x120 мм;
- весы лабораторные;
- кисть;
- шахматная доска или белая бумага, на которую нанесены черные полосы.

##### Порядок выполнения работы

1. Выбрать образец краски из имеющихся в коллекции и определить ее тип, для чего:
  - налить ее в две пробирки примерно до уровня 30 мм от дна каждой;
  - добавить примерно такое же количество в одну пробирку бензина, в другую растворитель № 646;
  - заткнуть пробками и энергично встряхнуть;
  - осмотреть полученный раствор и определить по совместимости краски с растворителями ее тип;
  - результат записать в отчет.
2. Измерить вязкость краски, для чего:
  - заполнить вискозиметр испытуемой краской в количестве 100 мл;
  - одновременно с изъятием запорного шарика включить секундомер и выключить его по окончании вытекания краски.
  - замер повторить четыре раза и вывести среднее значение;
  - сделать вывод по вязкости краски и результат записать в отчет.



## Лабораторная работа № 6

3. Вымыть вискозиметр ВЗ-4 при помощи соответствующего растворителя.
4. Определить укрывистость ЛКМ, для чего:
  - взвесить стеклянную пластинку с точностью до 0,1 г;
  - наложить ее на шахматную доску;
  - при помощи кисти наносить слои краски с интервалом в 5 мин до тех пор, пока не будет достигнута полная укрывистость;
  - просушить пластинку при 60 °С не менее 10 мин;
  - вновь взвесить окрашенную пластинку и рассчитать укрывистость краски;
  - результат записать в отчет.

### 6.4.4. Окраска и определение адгезии и эластичности покрытия

#### Оборудование:

- образцы стандартных эмалей (красок), применяемых в автомобильном производстве;
- растворитель № 646 или ацетон;
- краскораспылитель;
- стальные пластинки размером 100x100x0,8 мм;
- стальные пластинки размером 150x20x0,3 мм;
- сушильный шкаф;
- вытяжной шкаф;
- набор стальных стержней диаметром 20, 15, 10, 3 и 1 мм;
- лезвия безопасной бритвы.

#### Порядок выполнения работы

1. Подготовить стальные пластинки согласно п. 6.4.1.
2. Нанести слой краски при помощи краскораспылителя.
3. Определить время высыхания от пыли.
4. Просушить окрашенную пластинку в течение 10—15 мин при температуре 50—60 °С.
5. Промыть краскораспылитель в растворителе № 646.
6. Определить адгезию лакокрасочного покрытия, для чего:
  - на окрашенной пластинке размером 100x100x0,8 мм в двух взаимно перпендикулярных направлениях на всю глубину покрытия лезвием безопасной бритвы нанести надрезы на расстоянии 2 мм;

## Определение качества лакокрасочных материалов

- слегка надавить на образовавшиеся квадраты и попытаться сдвинуть их с места;
  - сделать вывод о состоянии адгезии и результат записать в отчет.
7. определить эластичность лакокрасочного покрытия, для чего:
    - окрашенную стальную пластинку размером 150x20x0,3 мм плавно изгибать на 180° поочередно вокруг стержней, начиная с большего диаметра и переходя к меньшему (при этом испытываемая пленка должна быть обращена наружу, т. е. работать на растяжение);
    - зафиксировать значение эластичности пленки и результат записать в отчет.

### 6.4.5. Оценка твердости ЛКП и его прочности при ударе

#### Оборудование:

- прибор М-3;
- прибор У-1;
- окрашенная металлическая пластинка размером 100x100 мм;
- окрашенная стеклянная пластинка;
- секундомер.

#### Порядок выполнения работы

1. Для определения твердости ЛКП:
  - установить окрашенную стеклянную пластинку на плиту прибора М-3 под шариковые опоры П-образного маятника;
  - установить маятник в нулевое положение;
  - отвести маятник на 5°;
  - освободить маятник и по формуле (6.1) рассчитать твердость покрытия (стеклянное число прибора получить от лаборанта или преподавателя);
  - результат записать в отчет.
2. Для определения прочности ЛКП при ударе:
  - установить окрашенную стальную пластинку на накопительно-ударный прибор У-1;
  - начиная с минимальной высоты подъема груза и постепенно ее увеличивая, определить прочность покрытия;
  - результат записать в отчет\*

#### 6.4.6. Составление отчета

По результатам анализов заполнить таблицу по форме: **Отчет о лабораторной работе по оценке качества**

(указать наименование и марку продукта)

Цель работы			
Задание			
Результаты оценки	Показатель	Единицы измерения	Результат измерения, испытания
	Проба на полное высыхание грунта	МИН	
	Проба на полное высыхание шпатлевки	МИН	
	Проба на высыхание эмали от пыли	МИН	
	Тип эмали (краски)	-	Указать, с каким растворителем совместима
	Вязкость	С	
	Укрывистость	Г/М2	
	Адгезия	выдерживает, не выдерживает	
	Прочность при изгибе	ММ	
Заключение о пригодности ЛКМ			

#### Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляются к ЛКМ?
2. Как готовится поверхность деталей к окраске?
3. Как классифицируются лакокрасочные покрытия?
4. Какими показателями оцениваются малярные свойства красок?
5. Как обозначаются лакокрасочные материалы?
6. Чем достигается высокая адгезия лакокрасочных покрытий?