

Министерство образования Российской Федерации  
Владимирский государственный университет  
Кафедра автомобильного транспорта

**ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ**  
Методические указания к лабораторным работам

Составитель  
С.И. Тимофеева

Владимир 2011

УДК 662.75(076.5) : 665 4

Рецензент  
Кандидат технических наук, доцент Владимирского  
государственного университета  
*М.С. Игнатов*

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Владимирского государственного университета

**Эксплуатационные материалы:** Метод. указания к лабораторным работам для студентов очного, заочного и дистанционного обучения / Сост. С.И.Тимофеева; Владим. гос. ун-т. Владимир, 2011. с.

Изложено содержание лабораторных работ по курсу "Эксплуатационные материалы", включающее теоретический материал, порядок проведения работ, содержание отчета и вопросы для самостоятельной подготовки.

Методические указания предназначены для студентов специальности 150200 - автомобили и автомобильные хозяйство и 230100 - сервис транспортных и технологических машин и оборудования в автомобильном транспорте очной, заочной и дистанционной форм обучения.

Табл. 10. Ил. 8. Библиогр.: 5 назв.

## Введение

Эффективность и надежность эксплуатации различных автомобилей зависит не только от их конструктивных и технологических особенностей, но в значительной степени и от того, насколько удачно подобраны к ним топливо, смазочные материалы и технические жидкости.

В связи с этим для специалиста в области эксплуатации автомобильной техники все большее значение приобретает умение правильно выбрать марку топлива и смазочных материалов для конкретного типа автомобиля, технически обосновать подбор полноценного заменителя, а также обеспечить организацию контроля соответствия показателей качества продукта ГОСТам или ТУ.

Настоящие методические указания позволяют значительно углубить знания студентов по базовым разделам курса, а также ознакомиться с оборудованием и приборами, используемыми для определения качества эксплуатационных материалов.

Лабораторная работа №1  
**ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА БЕНЗИНА**

**Цель работы:** Ознакомиться с оценкой основных показателей качества бензина простейшими методами.

**Основные положения**

1. Цвет. По внешнему осмотру образца топлива в посуде из прозрачного бесцветного стекла можно судить о наличии в бензине этиловой жидкости. Не этилированные бензины бесцветны или слегка желтого цвета от растворенных в них смолистых веществ. Этилированные бензины специально окрашивают в ярко-желтый или оранжево-красный цвет, т. к. тетраэтилсвинец, находящийся в бензине ядовит.

2. Прозрачность. Прозрачные нефтепродукты однородны по своей фазовой структуре, в мутных эта однородность нарушена, в них чаще всего содержатся мельчайшие капельки воды, эти эмульсии иногда очень устойчивы. В соответствии с ГОСТом прозрачность топлива определяется в стеклянном цилиндре. Топливо, налитое в цилиндр, должно быть совершенно прозрачным и не должно содержать взвешенных или осевших на дно посторонних примесей, в том числе воды. Мутное топливо перед применением необходимо подвергнуть отстою и фильтрации. Топливо не должно содержать воду и быть совершенно прозрачным. Наличие воды в бензине особенно опасно в зимнее время, когда образующиеся кристаллы льда нарушают дозировку топлива и могут вызвать полное прекращение его подачи, кроме того, в присутствии воды увеличивается коррозионное действие топлива, усиливаются процессы окисления.

3. Механические примеси. Механические примеси обычно попадают в топливо при использовании грязной и неисправной тары или загрязненного заправочного оборудования. Применение топлива, содержащего механические примеси, вызывает засорение топливодозирующей системы, из-

нос топливной аппаратуры, а при попадании в цилиндры двигателя – износ цилиндропоршневой группы. В бензинах присутствие даже мельчайших механических примесей не допускается. В лабораторных условиях убедиться в отсутствии их можно путем осмотра испытуемого образца непосредственно в той же стеклянной емкости, в которой он находится.

4. Водорастворимые кислоты и щелочи. Коррозионный износ двигателя во многом зависит от присутствия в топливе сильнодействующих водорастворимых кислот и щелочей. Водорастворимые кислоты и щелочи могут оказаться в топливе из-за нарушения технологии его очистки. Так, например, при неполной нейтрализации после воздействия серной кислотой (при сернокислотной очистке топлива) не исключено наличие остатков как самой серной кислоты, так и ее производных – сульфокислот и кислых эфиров. Щелочь попадает в топливо при плохой отмывке в процессе очистки. Другие водорастворимые кислоты и щелочи могут оказаться в топливе случайно и крайне редко. Вследствие того, что водорастворимые кислоты и щелочи вызывают исключительно сильную коррозию металлов, нормы ГОСТ предусматривают их полное отсутствие в бензинах и дизельных топливах. При наличии в топливах водорастворимых кислот и щелочей последние бракуются и к применению не допускаются. В соответствии с ГОСТ наличие водорастворимых кислот и щелочей в топливе определяется по реакции водной вытяжки с помощью индикаторов (фенолфталеин, метилоранж).

5. Плотность бензина. Система учета и отчетности, а также расчеты по составлению заявок на снабжение должны предусматривать перевод количества бензина из весовых единиц в объемные и обратно. Кроме того, контроль наличия и остатков в емкостях автомобильных заправочных станций также невозможен без четко налаженного перевода весовых единиц измерения в объемные. Для перерасчета количества бензина из объемных единиц в весовые достаточно умножить объемное количество бензина, замеренное при какой-либо определенной температуре, на плотность бензина при той же температуре, т.е.

$$G_T = V_T \rho_T,$$

где  $G_T$  – количество бензина в массовых единицах, кг;  $V_T$  – количество топлива в объемных единицах, л;  $\rho_T$  – плотность бензина при той же температуре, г/см<sup>3</sup>.

При обратном пересчете и тех же обозначениях

$$V_T = G_T / \rho_T.$$

Плотность измеряется массой тела, заключенной в единице его объема и имеет размерность в системе СИ (кг/м<sup>3</sup>).

Плотность определяется с помощью нефтенсиметра, ее принято указывать при температуре +20° С. Если температура бензина в момент определения его плотности отличалась от указанной, то следует ввести температурную поправку (табл.1).

Таблица 1

Средние температурные поправки плотности нефтепродуктов

Замеренная плотность нефтепродуктов, г/см <sup>3</sup>	Температурная поправка, ° С	Замеренная плотность нефтепродуктов, г/см <sup>3</sup>	Температурная поправка, ° С
0,720 – 0,7299	0,000870	0,820 – 0,8299	0,000738
0,730 – 0,7399	0,000857	0,830 – 0,8399	0,000725
0,740 – 0,7499	0,000844	0,840 – 0,8499	0,000712
0,750 – 0,7599	0,000831	0,850 – 0,8599	0,000699
0,760 – 0,7699	0,000818	0,860 – 0,8699	0,000686
0,770 – 0,7799	0,000805	0,870 – 0,8799	0,000673
0,780 – 0,7899	0,000792	0,880 – 0,8899	0,000660
0,790 – 0,7999	0,000778	0,890 – 0,8999	0,000647
0,800 – 0,8099	0,000765	0,900 – 0,9099	0,000633
0,810 – 0,8199	0,000752	0,910 – 0,9199	0,000620

Стандартная плотность определяется по формуле

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

где  $\rho_{20}$  – плотность при температуре +20°С;  $\rho_t$  – плотность при температуре замера;  $t$  – температура бензина во время замера;  $\gamma$  – температурная поправка.

6. Смолы. Смолы в бензине образуют липкие, вязкие осадки темнокоричневого цвета, которые отлагаются на деталях, соприкасающихся с бензином или его парами, например на стенках топливных баков, топливопроводов, в карбюраторе, во впускном трубопроводе, на стержнях впускных клапанов и т.д. С увеличением содержания смол в бензине его детонационная стойкость снижается, ухудшается испаряемость. Низкомолекулярные смолы растворяются в бензине, придавая ему желтизну. Высокомолекулярные – не растворяются и выпадают в осадок. В отличие от смол, которые могут образовываться, существуют также фактические смолы, т.е.

те, которые имелись в бензине или же образовались при испытании.

Концентрация фактических смол в бензине строго ограничивается. При этом, учитывая неизбежность осмоления бензина в процессе хранения, устанавливается предельное содержание смол на месте производства и на месте потребления.

7. Непредельные углеводороды. Непредельные углеводороды – очень нестойкие соединения, легко вступают в реакцию с кислородом и в результате окислительно-полимеризационных процессов превращаются в смолы. Их наличие проверяют обесцвечиванием водного раствора марганцевокислого калия ( $\text{KMnO}_4$ ).

### Порядок выполнения работы

1. Налить в пробирки 2 - 3 образцы бензина. Определить по цвету наличие в них тетраэтилсвинца.

2. Определить однородность фазовой структуры образцов бензина, наличие в них воды визуально, рассматривая топливо в стеклянном цилиндре.

3. Определить в образцах бензина наличие механических примесей визуально, рассматривая топливо в стеклянном цилиндре.

4. Определить присутствие в бензине водорастворимых кислот и щелочей.

Для этого образец топлива тщательно перемешивают взбалтыванием в бутылке, затем наливают в делительную воронку (рис. 1) 10 мл используемого топлива, добавляя столько же дистиллированной воды и взбалтывая смесь в течение 5 мин. После этого дают смеси отстояться, водный слой сливают в две пробирки. В одну пробирку добавляют 1 - 2 капли метилоранжа. При наличии в топливе минеральных кислот водная вытяжка в пробирке окрасится в розовый цвет, при отсутствии кислот цвет водной вытяжки будет желто-

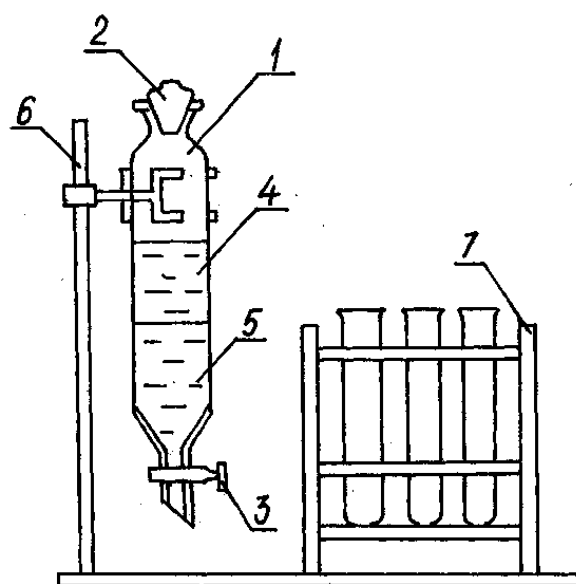


Рис.1. Прибор для определения в топливе водорастворимых кислот и щелочей: 1 - делительная воронка; 2 - пробка; 3 - кран; 4 - топливо; 5 - водная вытяжка; 6 - штатив лабораторный; 7 - штатив с пробирками

оранжевым.

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

5. Определить плотность бензина.

Для определения плотности бензина стеклянный цилиндр устанавливают на горизонтальный стол. Наливают в него бензин, причем температура его не должна отклоняться от температуры в помещении, где проводят измерение, более чем на  $5^{\circ}\text{C}$ . Далее, чистый и сухой нефтенсиметр медленно погружают в бензин до момента его свободной плавучести. Отсчет производят по верхнему краю мениска. Температуру бензина определяют термометром. Плотность бензина указать при температуре  $+20^{\circ}\text{C}$ , используя температурные поправки (см. табл. 1). Плотность бензина стандартами не всегда нормируется, по этому показателю можно только ориентировочно судить о виде топлива.

6. Определить наличие фактических смол.

Взять чистое сферическое стекло, тщательно протереть, нанести на него пипеткой 1 - 2 капли бензина и поместить в вытяжной шкаф. Поджечь топливо и дать ему полностью выгореть. Внимательно рассмотреть остаток на стекле. Если образовалось белое матовое пятно, то концентрация фактических смол не превышает допустимых значений. В случае если на стекле видны кольцевые разводы желтого, коричневого или даже черного цвета, то концентрация фактических смол превышает допустимое значение. Если на стекле видны маленькие капли, то в бензине присутствует масло.

7. Определить наличие непредельных углеводородов.

Для этого в пробирку наливают небольшое количество топлива (на глаз 3 - 4 мл), затем добавляют такое же количество водного раствора окислителя (раствор  $\text{KMnO}_4$  малиново-фиолетового цвета). Пробирку закрывают пробкой, интенсивно встряхивают в течение 10...15 с, а затем дают смеси отстояться. Если в топливе содержатся непредельные углеводороды, то произойдет обесцвечивание водного слоя или изменение малиново-фиолетовой окраски на желтую или коричневую. Если непредельных углеводородов нет, то окраска слоя не меняется.



## **Оформление отчета**

Отчет о лабораторной работе должен содержать необходимые теоретические материалы по каждому исследуемому параметру топлива, результаты наблюдений и измерений, выполненные в процессе проведения работы. Полученные данные сравниваются с требованиями ГОСТов (см. приложение, табл. 1,2) и на основании этих сравнений делаются выводы о пригодности топлива к использованию.

### **Вопросы для самостоятельной подготовки**

1. Влияние воды и механических примесей на эксплуатационные характеристики бензина.
2. Влияние водорастворимых кислот и щелочей на надежность двигателя.
3. Влияние непредельных углеводородов на эксплуатационные характеристики топлива. В каких бензинах в основном содержатся непредельные углеводороды?
4. Влияние смол на эксплуатационные характеристики топлива. Стабильность топлив.
5. Влияние плотности топлива на его эксплуатационные характеристики.

### Лабораторная работа №2

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА БЕНЗИНА**

**Цель работы:** Ознакомится с методом определения фракционного состава бензина и влиянием фракционного состава на эксплуатационные характеристики топлива.

### **Основные положения**

Фракционный состав бензина во многом определяет его важнейшие эксплуатационные свойства. Легкость пуска холодного двигателя, необходимая интенсивность подогрева впускного трубопровода, мощностные показатели, топливная экономичность, наконец, интенсивность износа двигателя тесно связаны с фракционным составом топлива. Химически однородные вещества (вода, спирт, эфиры и др.) имеют постоянную температуру кипения, зависящую только от барометрического давления. Бензин является сложной смесью ряда углеводородов, кипящих при различных тем-

пературах.

График, показывающий зависимость объема отогнанного топлива в процентах от температуры, называется кривой перегонки (разгонки). Кривая перегонки дает наглядное представление о фракционном составе топлива. Характерными точками фракционного состава считают температуры начала кипения, выкипания 10, 50, 90 % объема и конца кипения. По характерным точкам можно приближенно судить о некоторых эксплуатационных качествах бензина.

Температура выкипания 10 % бензина характеризует его пусковые свойства, в частности возможность пуска двигателя при низких температурах воздуха. Чем ниже температура выкипания 10 %, тем лучше пусковые свойства бензина. Зная температуру выкипания 10 % топлива, можно подсчитать минимальную температуру воздуха ( $t_B$ ), при которой возможен пуск двигателя без использования специальных средств:

$$t_B = 0,5t_{10} - 50,5.$$

При температурах окружающего воздуха ниже  $25^\circ \text{C}$  для запуска холодного двигателя требуется его предварительный прогрев или использование пусковой жидкости, а также применение специальных сортов зимних масел.

Легкие фракции нужны только на период пуска и прогрева двигателя, в дальнейшем они начинают интенсивно испаряться в топливопроводах. Вместе с жидкостью поступает пар, снижается коэффициент наполнения цилиндров двигателя, падает мощность, наблюдается перегрев двигателя. В топливоподающей системе образуются пузырьки, а иногда и газовые пробки, возникают перебои в работе двигателя, он глохнет. В связи с этим количество легкокипящих углеводородов в топливе ограничивается.

Основная часть углеводородов (от 10 до 90 %) называется рабочей фракцией. От испаряемости ее зависит образование горючей смеси при разных режимах работы двигателя, время его прогрева. Здесь нормируется температура выкипания 50 % топлива. Чем однородней состав бензина, тем круче поднимается в средней части кривая разгонки, тем лучше приемистость автомобиля, однородней состав горючей смеси по отдельным цилиндрам, устойчивей работа двигателя.

Тяжелые углеводороды (от 90 % до конца кипения) в топливе нежелательны, т. к. они испаряются не полностью. Оставаясь в капельножидком состоянии, через зазоры между цилиндром и поршневыми кольцами могут

проникать в картер двигателя, смывать смазку и увеличивать износ деталей, разжижать моторное масло, повышать расход топлива. Чем меньше интервал температур от 90 % до конца кипения, тем выше качество топлива, тем меньше его склонность к конденсации.

### Порядок проведения работы

1. Ознакомиться с работой экспериментальной установки (рис. 2).

Отмерить измерительным цилиндром 100 мл бензина, перелить его в колбу, держа ее в таком состоянии, чтобы носок (отводная трубка) был направлен вверх. После заполнения колбы бензином в горловину колбы

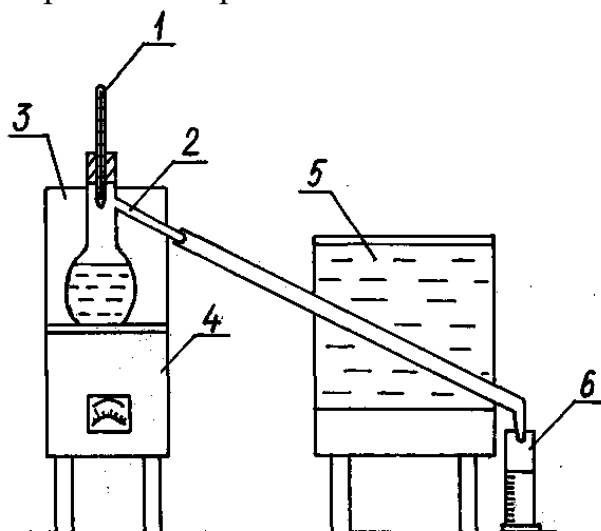


Рис. 2. Аппарат для разгонки нефтепродуктов: 1 - термометр; 2 - колба с отводным отростком; 3 - защитный кожух; 4 - электроплитка; 5 - холодильник 6 - мерный цилиндр

вставить термометр так, чтобы ось термометра совпала с осью колбы, а верх ртутного шарика находился бы на уровне верхнего края отводной трубки в месте ее припоя, после чего колба установить на место и закрыть кожухом.

Измерительный цилиндр, не высушивая, следует поставить под нижний конец отводной трубки холодильника так, чтобы трубка холодильника входила в цилиндр не менее, чем на 25 мм, но не ниже отметки 100 мл.

После этого можно приступить к проведению перегонки. Перегонка проводится в следующем порядке:

1. Включить электроплитку. Интенсивность нагрева должна быть такой, чтобы первая капля дистиллята упала из трубки холодильника через 5 - 10 минут. Температуру, показанную термометром в момент падения первой капли условно принимают за температуру начала перегонки.

2. Дальнейшую перегонку ведут со скоростью 4 - 5 мл/мин., что соответствует 20 - 25 каплям за 10 с.

3. После отгонки 90% дистиллята нагрев колбы регулируют так, чтобы до конца перегонки прошло 3 - 5 мин. Перегонку заканчивают, когда

ртутный столбик остановится. В этот момент записывают температуру конца перегонки, выключают прибор, снимают верхний кожух и дают колбе охладиться в течение 5 мин.

4. После остывания колбы из нее вынимают термометр и оставшийся остаток топлива сливают в измерительный цилиндр и замеряют с точностью до 0,1 мл.

По результатам перегонки, которые должны быть записаны в тетрадь, строится график перегонки. По вертикали откладывается объем дистиллята в процентах, по горизонтали температура. Кривая должна иметь плавный характер и не доходить до 100% на величину остатка в колбе.

2. Определить октановое число бензина.

Октановое число – это показатель детонационной стойкости бензина, численно равный процентному содержанию изооктана в смеси его с нормальным гептаном, которая эквивалентна по детонационной стойкости испытуемому бензину. Оценку детонационных свойств бензина производят на установках с одноцилиндровым двигателем с изменяемой от 4 до 10 степенью сжатия. Октановое число может быть подсчитано по формуле (приблизительно соответствует октановому числу, определенному исследовательским методом):

$$\text{ОЧ} = 120 - 2 \left( \frac{t_{\text{CP}} - 58}{5\rho_{20}} \right),$$
$$t_{\text{CP}} = (t_{\text{НП}} + t_{\text{КП}}) / 2,$$

где  $t_{\text{CP}}$  – средняя температура разгонки топлива;  $t_{\text{НП}}$  – температура начала перегонки топлива;  $t_{\text{КП}}$  – температура конца перегонки топлива;  $\rho_{20}$  – плотность топлива принимается по результатам измерений в лабораторной работе №1.

### Оформление отчета

Отчет должен содержать основные теоретические понятия по существу вопроса, схему установки для перегонки топлива, технику проведения перегонки и результаты в виде таблицы данных, по которым строится кривая фракционного состава. Определяется минимальная температура окружающей среды, при которой возможен запуск двигателя и октановое число топлива. Данные перегонки и октановое число сравниваются с нормами ГОСТ на бензины и дается заключение о соответствии этим нормам, определяется марка бензина. Если есть отклонения от требований ГОСТ, то указывается, по каким параметрам и как это отразится на работе двигателя.

В выводе к лабораторной работе дается анализ исследуемого бензина по кривой перегонки.

Таблица 1

Исходные данные для построения кривой перегонки

№ варианта	Температура начала перегонки, °С	Температура выкипания:			Температура конца перегонки, °С	Остаток, %
		10 %, °С	50 %, °С	90 %, °С		
1	2	3	4	5	6	7
1.	45	75	110	184	205	4
2.	40	74	111	183	190	5
3.	35	73	112	182	175	3
4.	42	72	113	181	205	6
5.	42	71	114	180	195	4
6.	47	70	115	179	200	5
7.	32	69	116	180	195	4
8.	30	68	117	178	194	3
9.	34	67	118	176	196	2
10.	36	66	119	175	195	4
11.	31	65	120	178	205	3
12.	33	64	121	179	197	6
13.	28	63	122	180	198	5
14.	25	62	123	181	195	4
15.	38	61	124	182	200	4

### Вопросы для самостоятельной подготовки

1. Какие эксплуатационные требования предъявляются к топливу для бензиновых двигателей?
2. Какие точки кривой фракционного состава влияют на пусковые свойства двигателя?
3. Что такое октановое число?
4. Каковы причины смолообразования и нагарообразования в двигателе?
5. Для чего служит подогрев впускного трубопровода двигателя?

Лабораторная работа №3  
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА**

**Цель работы:** Ознакомиться с основными методами определения качества дизельного топлива, а также влиянием показателей качества дизельного топлива на его эксплуатационные характеристики.

**Основные положения**

Основными показателями дизельного топлива, оказывающими наибольшее влияние на работу дизеля в процессе эксплуатации, являются вязкость, загрязненность механическими примесями и водой, температуры помутнения и застывания, наличие смол, содержание серы и др.

1. Вязкость дизельного топлива. Вязкость топлива должна быть оптимальной, как слишком большая, так и слишком маленькая вязкость нарушают работу топливоподающей аппаратуры, процессы смесеобразования и сгорания. В ГОСТах на топливо для быстроходных дизелей нормируется как нижний, так и верхний пределы кинематической вязкости при 20°C.

При пониженной вязкости топливо просачивается через зазоры в плунжерной паре топливного насоса, нарушается дозировка топлива, переполняются топливом внутренние полости насоса и т.д. Топливо может подтекать через отверстия форсунок, что приводит к закоксовыванию их сопловых отверстий. Топливом смазываются плунжерные пары, и при пониженной вязкости наблюдается их форсированный износ. При повышенной вязкости ухудшается качество распыливания топлива форсунками, требуется больше времени на испарение более крупных капель, возрастает неполнота сгорания и усиливается дымление дизеля. Особенно сильное влияние повышенная вязкость топлива оказывает на пусковые качества дизеля, т.к. при повышенных температурах вязкость топлива изменяется незначительно, а при отрицательных - сильно возрастает, что приводит к возрастанию сопротивления при движении топлива по топливопроводам и может полностью прекратиться топливоподача. Оптимальная вязкость топлива для быстроходных дизелей при 20° С находится в пределах 2,0 – 6,0 сСт, причем, летние топлива имеют более высокую вязкость, чем зимние.

Наибольшее распространение получили вискозиметр типа ВПЖ-2 и вискозиметр Пинкевича. Общий вид вискозиметра ВПЖ-2 представлен на

рис. 3.

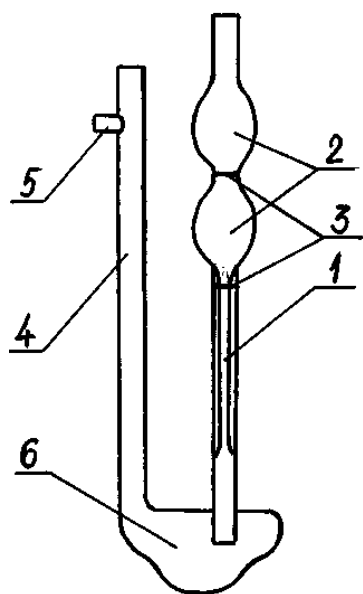


Рис. 3. Вискозиметр ВПЖ-2: 1- капиллярная трубка; 2 - шаровые емкости; 3 - контрольные метки; 4 - колено для заливки топлива; 5 - боковой отросток; 6 - емкость для подогрева топлива

Вискозиметры выпускаются с разными диаметрами капилляров, что позволяет определять вязкость от 0,6 до 30000 сСт. Вискозиметр подбирают так, чтобы время истечения жидкости при проведении опыта было не менее 200 и не более 600 с. В одном колене вискозиметра имеются две калиброванные емкости 2, переходящие в капиллярную трубку 1. В расширенной емкости 5 продукт нагревается. Вискозиметр опускают в термостат в вертикальном положении и нагревают топливо до требуемой температуры. Вязкость дизельных топлив определяется при температуре +20° С.

2. Цетановое число дизельного топлива. Цетановое число (ЦЧ) определяет воспламеняемость дизельного топлива при работе двигателя и характеризует нормальную или жесткую работу дизеля. Чем выше ЦЧ, тем лучше воспламеняемость топлива, тем меньше период задержки воспламенения, тем мягче работает дизель.

В соответствии с ГОСТ 305-82 цетановое число топлива должно быть не менее 45 и не более 50 единиц. При более низком ЦЧ дизель работает жестко, а при слишком высоком происходит преждевременное воспламенение топлива, наблюдается падение мощности, перерасход топлива и сильное дымление. Цетановое число определяют на одноцилиндровой установке с изменяемой степенью сжатия, путем сравнения воспламеняемости испытуемого топлива с эталонной смесью состоящей из цетана и альфаметилнафталина. Имеются также расчетные формулы определения ЦЧ, например, по плотности  $\rho_{20}$  и вязкости  $\nu_{20}$ :

$$\text{ЦЧ} = (\nu_{20} + 17,8)1,5879/\rho_{20}. \quad (1)$$

Также цетановое число может быть определено по номограмме (рис. 4).

3. Загрязненность дизельного топлива. Загрязненность дизельного топлива в условиях эксплуатации оказывает огромное влияние на работу

топливной аппаратуры. Зазоры в прецизионных деталях топливной аппаратуры составляют 0,5 - 4 мкм, поэтому механические примеси и вода, попадая в зазоры пар трения, вызывают повышенный абразивный и коррозионный износ плунжерных пар, нагнетательных клапанов и распылителей форсунок, что приводит к нарушению работы топливной аппаратуры, перерасходу топлива, повышенной дымности, снижению мощности двигателя и т.д. Содержание механических примесей определяется внешним ос

мотром образца топлива или пробой на фильтровальную бумагу. Для этого 1 - 2 капли топлива помещают на фильтровальную бумагу и рассматривают в проходящем свете. Определить характер примесей (абразивные или нет) можно следующим образом. Нанесенную на стекло каплю топлива накрывают вторым стеклом и сдвигают их одно относительно другого. Если в образце есть абразивные примеси, то слышится характерный скрип.

#### 4. Низкотемпературные свойства дизельного топлива.

Низкотемпературные свойства топлива оцениваются температурой помутнения, начала кристаллизации и застывания.

Температура помутнения - это та температура, при которой теряется фазовая однородность топлива. Визуально оно начинает мутнеть из-за выделения мельчайших капелек воды, микроскопических кристаллов льда или твердых углеводородов. Постепенно при понижении температуры количество твердой фазы увеличивается, кристаллы растут. Температуру, при которой в топливе появляются первые кристаллы, называют температурой начала кристаллизации. Тем-

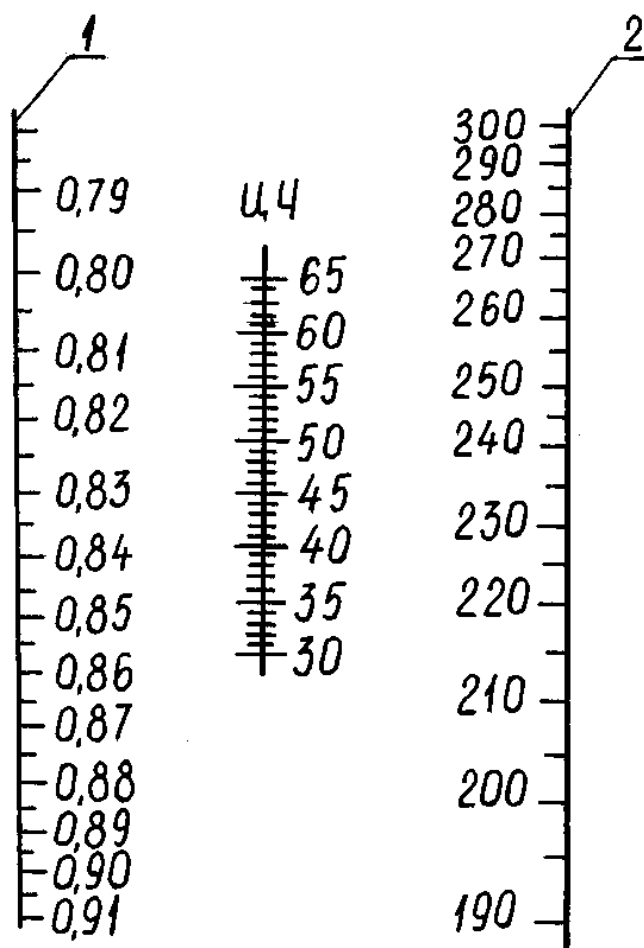


Рис.4. Номограмма для определения цетанового числа дизельных топлив



пературу, при которой топливо теряет подвижность, называют температурой застывания.

### **Порядок проведения испытаний**

1. Заправить вискозиметр топливом и термостатировать его до температуры +20° С осторожным нагреванием в водяной бане. После этого заполнить топливом калиброванные емкости. При этом нужно следить, чтобы не было пузырьков воздуха. Топливо засасывают с помощью резиновой груши примерно на 1/3 объема верхней емкости, прекратив сообщение с атмосферой. Сообщают вискозиметр с атмосферой и определяют время опускания мениска топлива от верхней риски между емкостями до нижней риски на капиллярной трубке. Время регистрируют секундомером. Опыт повторяют три раза, расхождение между значениями времени не должно превышать 1 % от одного из значений. Из трех отсчетов выводят среднее арифметическое значение и переводят его в секунды.

Каждый вискозиметр имеет паспорт, в котором указан номер вискозиметра, диаметр капилляра и постоянная вискозиметра  $C$ , по которой подсчитывают кинематическую вязкость при 20°С, в мм<sup>2</sup>/с по формуле:

$$v_{20} = C\tau,$$

где  $C$  – постоянная вискозиметра, мм<sup>2</sup>/с<sup>2</sup>,  $\tau$  - время истечения топлива (среднее значение), с.

2. Определить плотность дизельного топлива так же, как и бензина (см. лабораторную работу № 1).

3. Определить цетановое число топлива по формуле (1) и при помощи номограммы (см. рис. 4), взяв исходные данные в таблице 2.

4. Определить загрязненность дизельного топлива визуально (наличие воды и механических примесей). Одну – две капли топлива нанести на фильтровальную бумагу и внимательно рассмотреть. Если обнаружены механические примеси, то определить их характер (абразивные или нет) при помощи двух стекол (методика определения в разделе 3).

5. Низкотемпературные свойства топлива не определяются.

### **Оформление отчета**

Отчет о выполненной работе должен содержать необходимые теоретические данные по существу вопроса, опытные данные и результаты их обработки с соответствующими выводами о качестве топлива, соответ-

ствии его требованиям ГОСТ (табл. 3) и влиянии тех или иных отклонений на его эксплуатационные характеристики.

Таблица 2

Исходные данные для определения цетанового числа по номограмме

№ варианта	Температура перегонки 50% диз. топлива, °С	Плотность диз. топлива, г/см <sup>3</sup>
1	235	0,818
2	240	0,820
3	245	0,824
4	250	0,828
5	255	0,832
6	260	0,837
7	265	0,840
8	270	0,845
9	275	0,848
10	280	0,852
11	285	0,858
12	290	0,860
13	295	0,863
14	300	0,865

Таблица 3

Физико-химические характеристики дизельных топлив по ГОСТ 305-82

Показатель	Марка дизельного топлива		
	Л	З	А
Цетановое число, не менее	45	45	45
Вязкость кинематическая при 20 <sup>0</sup> С, мм <sup>2</sup> /с, не менее	3,0...6,0	1,8...5,0	1,5...4,0
Плотность при 20 <sup>0</sup> С, г/см <sup>3</sup> , не более	0,860	0,840	0,830
Содержание механиче- ских примесей	Отсутствуют	Отсутствуют	Отсутствуют
Содержание воды	Отсутствуют	Отсутствуют	Отсутствуют

### **Вопросы для самостоятельной подготовки**

1. Как вязкость топлива влияет на работу топливной системы и работу дизеля в целом?
2. Чем определяется нормальная и жесткая работа дизеля?
3. Какие показатели характеризуют низкотемпературные свойства дизельных топлив?

### Лабораторная работа № 4

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА МОТОРНОГО МАСЛА**

**Цель работы:** Ознакомиться с методами определения основных показателей моторного масла, определяющими его качество и влиянием этих показателей на эксплуатационные характеристики масла.

### **Общие положения**

Одним из путей повышения эксплуатационной надежности автомобильных ДВС и экономного использования моторных масел является строгое использование рекомендуемого для данного автомобиля марки масла и точное соблюдение сроков его замены.

Периодичность замены моторных масел определяется заводом-изготовителем двигателей внутреннего сгорания на основании их всесторонних испытаний и измеряется в километрах пробега автомобиля. Как правило, в процессе проведения испытаний заводом-изготовителем соблюдаются все правила технического обслуживания двигателя, точные регулировки систем и соблюдение режимов. В эксплуатации это обычно нарушается и часто рекомендованные заводом сроки смены масла для двигателя, эксплуатирующегося в конкретных условиях, требуют корректировки. Изменения, происходящие в работе систем и механизмов двигателя, влияют на изменение качества масла. В связи с этим работавшее масло является носителем комплексной информации, позволяющей оценить как состояние самого масла, так и состояние двигателя. Поэтому организация периодического контроля состояния масла в процессе эксплуатации двигателей позволит своевременно обнаружить неисправность в двигателе и провести замену масла по его фактическому состоянию. Обычно определение показателей качества масла осуществляется с целью их сравнения с установленными браковочными показателями.

Все большее распространение находят экспресс методы оценки физико-химических показателей работавших масел, под которыми следует понимать оценку качества работавших масел, которая ограничивается только определением годности масла к дальнейшей эксплуатации.

1. Определение вязкости свежего моторного масла. К важнейшим эксплуатационным характеристикам масел относятся вязкостные свойства, которые в паспорте на масло нормируются кинематической вязкостью и индексом вязкости. Вязкостью называется свойство, проявляющееся в сопротивлении, которое оказывает жидкость при перемещении ее слоев под действием внешней силы. Это свойство является следствием трения, возникающего между молекулами жидкости.

Вязкость – основной параметр при подборе масла, поэтому большинство масел маркируют по вязкости. Обычно вязкость масел определяют при тех температурах, при которых оно работает в узлах трения. Например, промышленное масло маркируют по кинематической вязкости  $\text{мм}^2/\text{с}$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) при  $40^{\circ}\text{C}$ , а моторные масла – по кинематической вязкости при  $100^{\circ}\text{C}$ .

От величины вязкости масла при рабочих температурах зависит возможность образования жидкостного трения, отвод тепла от деталей; затраты энергии на циркуляцию масла по всем трущимся деталям при работе двигателя; очистка деталей от накопившихся продуктов износа, старения и загрязнения; герметизация узлов трения и др. При выборе масла необходимо учитывать, что его вязкость изменяется в зависимости от температуры: с понижением температуры вязкость увеличивается, а с повышением – уменьшается, интенсивность изменения различная. Оценка скорости изменения вязкости от температуры определяется по индексу вязкости.

Для определения индекса вязкости масло сравнивается при двух температурах с эталонным маслом. Эталонное масло с хорошими вязкостными свойствами, т.е. с пологой вязкостно-температурной характеристикой, имеет индекс вязкости 100, а эталонное масло с плохой, очень крутой вязкостно-температурной характеристикой имеет индекс вязкости 0.

2. Определение содержания воды в работавшем масле. Присутствие воды в работавших маслах объясняется рядом причин: поступлением из камер сгорания вместе с прорывающимися через поршневые кольца газами, возможным проникновением в картер из системы охлаждения, конденсацией влаги из воздуха. Наличие воды способствует образованию осадка,

который принято называть низкотемпературным шламом. Наличие воды в работавшем масле можно определить несколькими способами: по характеру горения фильтровальной бумаги, пропитанной работавшим маслом (слышно характерное потрескивание), по характеру потрескивания нагретой металлической пластинки или стержня при опускании в масло с помощью измерителя “экспресс-вода”, сульфата магния. Сущность метода определения воды в масле с помощью сульфата магния заключается в определении повышения температуры масла после добавления в него сульфата магния, который взаимодействует с водой.

3. Определение содержания топлива в масле. Топливо оказывает преимущественное влияние на процесс образования в масле различных органических отложений, ухудшающих тепловой режим, подвод масла к трущимся деталям и повышающих износ деталей двигателя.

Поступление топлива в масло можно объяснить следующими причинами: конденсацией продуктов неполного сгорания топлива, поступающих в картер двигателя вместе с прорывающимися газами, повышенными износами цилиндра-поршневой группы (ЦПГ), неисправностями системы зажигания и т.д. Оценка содержания топлива в масле осуществляется по температуре вспышки масла в открытом тигле. Этот метод позволяет косвенно судить о наличии топлива в работавшем масле. Его сущность состоит в определении температуры, при которой над поверхностью нагреваемого масла появляются синие вспышки при поднесении к ней открытого пламени.

4. Оценка моюще-диспергирующих свойств и загрязнения масла. С целью предотвращения образования на деталях двигателя отложений масло должно обладать моющими (диспергирующими) свойствами, т.е. удерживать продукты окисления масла во взвешенном состоянии и препятствовать прилипанию продуктов окисления масла к поверхности нагретых деталей. Оценку моющих свойств и загрязнения масла можно провести методом капельной пробы. Сущность метода заключается в нанесении капли работавшего масла на фильтровальную бумагу и определения величины и характера хромотограммы, полученной после впитывания масла фильтровальной бумагой. После нанесения капли масла на фильтровальную бумагу образуется пятно с темным ядром в центре, вокруг которого располагается более светлый пояс. В ядре собираются углеродистые и другие нерастворимые в масле частицы. Масло, очищенное от них расплы-

вается дальше. Наличие в масле растворимых продуктов окисления изменяет цвет масляного пояска от лимонного до темно-коричневого. В связи с этим по масляному пятну можно судить о следующих показателях:

- степени окисления масла (по цвету масляного пояска),
- степени загрязнения масла (по цвету ядра),
- моющих свойств (по соотношению диаметров  $d$  – ядра и  $D$  - зоны диффузии).

5. Определение щелочного числа. В процессе эксплуатации масла происходит срабатывание присадок, т.е. уменьшение их концентрации и потеря эффективности в результате разложения, взаимодействия с продуктами неполного сгорания топлива и окисления масла. Об уменьшении концентрации присадок в масле судят, как правило, по изменению содержания металлов присадок (кальция, бария, магния) или щелочного числа масла, т.к. присадки имеют щелочную реакцию.

Срабатывание присадок (снижение щелочного числа) приводит к увеличению образования отложений на деталях двигателя, интенсивности старения масла, ухудшению его физико-химических свойств, повышению изнашивания деталей. Щелочное число в лабораторных условиях определяется с помощью иономеров, РН-меров и т.д. Экспресс методы в основном заключаются в прямом титровании раствора работавшего масла индикаторами.

### **Порядок выполнения работы**

1. Определить кинематическую вязкость масла.

Кинематическая вязкость масла определяется на установке (рис. 5) при температуре окружающей среды 50-100° С. Диаметр капилляра вискозиметра должен быть таким, чтобы время истечения масла было не менее 200 и не более 600 с.

При определении вязкости при 20° С нужны вискозиметры с диаметром капилляра 2,0 – 3,0 мм, при 50° С – 1,2 – 1,4 мм, а при 100° С – 1,0 мм. Следовательно, для определения вязкости масла при указанных температурах необходимы три вискозиметра.

Испытуемое масло в количестве 40 - 50 мл (на глаз) наливают в химический стаканчик и нагревают на закрытой электроплитке до 40 - 50° С. Вискозиметр наполняют подогретым маслом и устанавливают в ванну-термостат в строго вертикальном положении так, чтобы шаровые емкости были погружены в жидкость. При заданной температуре вискозиметр вы-

держивают 15 мин, строго следя за тем, чтобы температура жидкости в термостате была постоянной. Определение вязкости выполнить в соответствии с методикой, изложенной в лабораторной работе № 3.

По результатам измерений построить вязкостно-температурную кривую, отложив по вертикальной оси кинематическую вязкость в сСт, по горизонтальной – температуру в градусах С. Определить индекс вязкости масла по рис.6.

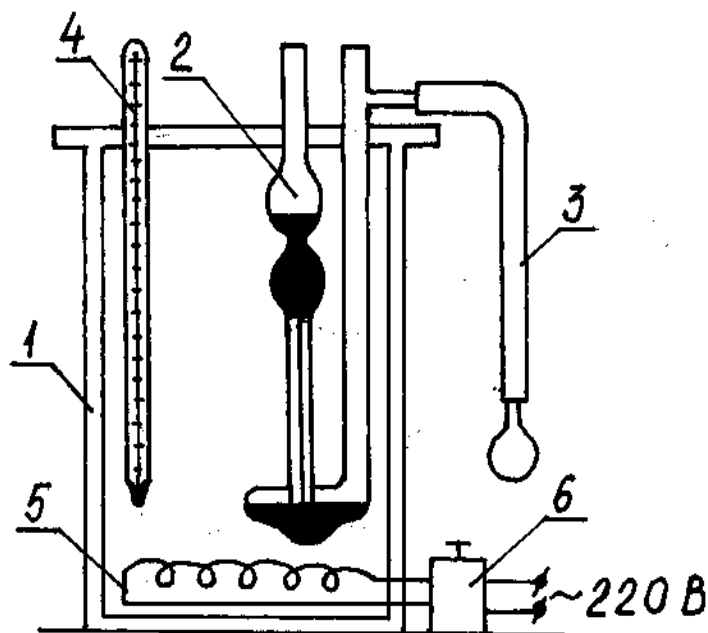


Рис. 5. Прибор для определения кинематической вязкости масла: 1 - стеклянный стакан; 2 - вискозиметр; 3 - резиновый шланг с грушей; 4 - термометр; 5 - нагревательный элемент; 6 - реостат

горизонтальной – температуру в градусах С. Определить индекс вязкости масла по рис.6.

2. Определить содержание воды в работавшем масле.

Взять пробу работавшего масла и тщательно взболтать его. Нанести пипеткой несколько капель работавшего масла на фильтровальную бумагу (пропитать бумагу маслом) и поджечь в вытяжном шкафу. По характеру горения фильтровальной бумаги определить наличие воды в масле.

3. Определить содержание топлива в масле.

В данной работе не определяется.

4. Оценить моюще-диспергирующие свойства и загрязнение масла. Фильтровальная бумага должна быть установлена в строго горизонтальное положение во избежание одностороннего растекания капель масла. Тщательно перемешать работавшее масло и отобрать 5 - 6 см<sup>3</sup> в отдельную посуду. При температуре окружающей среды наносят на фильтровальную бумагу три капли, располагая их треугольником. Оценка работоспособности масла осуществляется в соответствии с таблицами 4, 5.

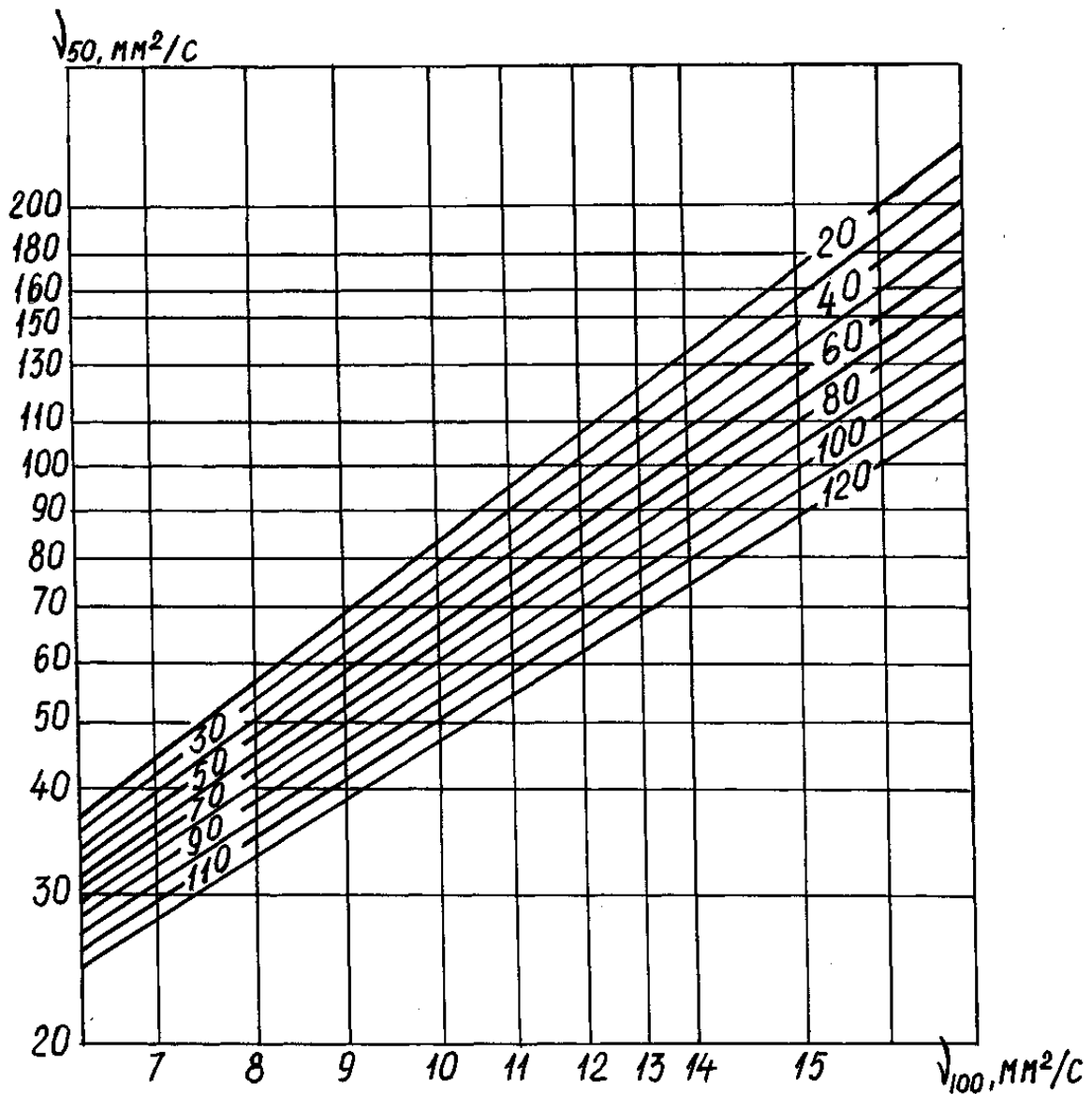


Рис. 6. Номограмма для определения индекса вязкости масел;  $\nu_{50}$  - кинематическая вязкость при температуре  $50^{\circ}\text{C}$ ;  $\nu_{100}$  - кинематическая вязкость при температуре  $100^{\circ}\text{C}$

Таблица 4

Степень окисления масла

Цвет масляного пояса	Принимаемое решение
Белый – светло-желтый	Работоспособно
Светло-коричневый	Работоспособно
Коричневый	Не работоспособно
Темно-коричневый	Не работоспособно



Таблица 5

## Степень загрязненности масла

Цвет ядра	Принимаемое решение
Светло-коричневый	Работоспособно
Коричневый или серый	Работоспособно
Темно-коричневый	Работоспособно
Черный	Не работоспособно

Диспергирующие свойства масла определяются по формуле

$$ДС = 1 - d^2 / Д^2,$$

где  $d$  - диаметр ядра,  $Д$  - диаметр зоны диффузии. Если  $ДС > 0,3$  масло работоспособно, при  $ДС < 0,3$  – не работоспособно.

4. Определение щелочного числа в данной работе не выполняется.

## Оформление отчета

Отчет должен содержать необходимые теоретические материалы, результаты выполненных измерений, сравнение их с браковочными показателями работавших масел (табл. 6) и заключение о пригодности масла к эксплуатации.

Таблица 6

## Основные браковочные показатели моторных масел

Показатель	Марки масел					
	М6з/10Г1	М5/10Г	М8В	М8В <sub>2</sub>	М8Г <sub>2</sub> К	М10Г <sub>2</sub> К
1	2	3	4	5	6	7
Вязкость кинематическая мм <sup>2</sup> /с при 100°С, сСт	не менее 12	10 - 11	9,5 - 10,5	8	8	11
При 0° С	-	-	1200	1200	1200	-
При-18° С (не более)	10400	6000	-	-	-	-
Индекс вязкости не менее	115	120	93	90	95	90
Мех. примеси % не более	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015

Окончание табл. 6

1	2	3	4	5	6	7
Температура вспышки в открытом тигле, ° С, не ниже	210	200	207	200	200	205
Температура застывания, ° С, не ниже	-30	-38	-25	-25	-30	-15
Щелочное число, мг КОН, не менее	7,5	5,0	4,2	3,5	6,0	6,0

### Лабораторная работа № 5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК

**Цель работы:** Ознакомиться с основными видами пластичных смазок, используемых при эксплуатации автомобильного транспорта, а также с основными свойствами и методами их оценки.

#### Основные положения

Пластичные смазки – это сложные коллоидные системы, в состав которых входит нефтяное масло (основа), загуститель, иногда наполнитель и стабилизатор структуры. Основа большинства пластичных смазок – легковязкое или средневязкое минеральное масло, которое занимает 80 – 90 % объема. В качестве загустителя применяют различные мыла (соли жирных кислот) или твердые углеводороды. Если в качестве основы используют легковязкое масло, смазки обладают хорошими противоизносными свойствами, стабильны против окисления, работоспособны при низких температурах (90 - 60° С). При повышенных температурах (выше 140° С) легковязкое масло испаряется, смазка разрушается. Высоковязкое масло имеет крутую вязкостно-температурную характеристику, следовательно, пластичная смазка будет иметь плохие низкотемпературные свойства. Пластичные смазки, полученные на силиконовой основе, обладают хорошими вязкостно-температурными свойствами, что позволяет их использовать при температуре до -70° С.

Автомобильные пластичные смазки по своему назначению подразделяются на четыре группы: антифрикционные, консервационные, уплотнительные, канатные.

Наименование отдельных смазок складывается из нескольких букв, которые имеют следующее смысловое значение: У – универсальные; Н – низкоплавкие, имеющие температуру каплепадения (до 65° С); С – среднеплавкие с температурой каплепадения 65 - 100° С; Т – тугоплавкие; З – защитные; А – активированные; С – синтетические. Цифровой индекс служит для обозначения различных марок смазки одного сорта. Например, УС<sub>С</sub>-2 – является универсальной синтетической среднеплавкой смазкой.

1. Ознакомление с основными внешними признаками смазки. К числу внешних признаков смазок относятся цвет и однородность. Цвет для большинства смазок не является характерным внешним признаком. Многие смазки разных марок обладают одинаковым цветом, изменяющимся от светло-желтого до темно-коричневого. При этом отдельные марки смазок могут иметь характерный цвет. Например, графитная смазка обладает черным цветом, а смазка № 158 имеет темно-синий цвет.

Однородность смазки свидетельствует о равномерном перемешивании загустителя с маслом. Качественная смазка должна быть однородной, без комков и выделяющегося масла.

2. Определение загустителя смазок. Загуститель, на котором приготовлена смазка, легко определить растворением смазки в воде и бензине или расплавлением смазки до образования “жирового пятна”. Если небольшой комочек смазки поместить в пробирку, добавить воды (желательно теплой) и тщательно перемешать, то характер растворения смазки в воде покажет основу загустителя. Если смазка на натриевом мыле, то в пробирке образуется мутноватый мыльный раствор и пена. Если смазка загущена кальциевым мылом (солидол), то вода на смазку не действует.

Водостойкость смазки можно определить растиранием комочка смазки между пальцами в присутствии воды. При этом консталин намыливается и смывается, а солидол нет.

Жировое пятно позволяет еще более точно определить состав смазок. Основные сорта смазок дают характерное жировое пятно. Этим способом можно отличить не только солидол от консталина, но также жировой солидол от синтетического, обнаружить технический вазелин и т.д.

Образцы смазок в форме маленьких кусочков помещают на фильтровальную бумагу и осторожно подогревают бумагу над плиткой. При этом легкоплавящиеся части смазок впитываются бумагой, а остальная часть остается в виде плотного остатка.

Технический вазелин УН плавится и впитывается полностью, оставляя ровное светлое пятно. Солидол синтетический УС<sub>С</sub> образует пятно с небольшим мягким остатком посередине. Цвет остатка обычно не отличается от цвета остальной части пятна. В ходе подогрева замечается выделение пузырьков за счет наличия в солидоле до 30 % воды. Солидол жировой УС образует пятно с небольшим мягким остатком посередине. Консталин УТ-1, а также смазка УТП остаются на бумаге в первоначальном виде, но с небольшим масляным ореолом по краям. При сильном нагреве бумага обугливается, а смазка все же полностью не расплавляется. Пузырьков при нагреве не наблюдается.

Графитная смазка УС<sub>С</sub>-А оставляет темное жировое пятно с явно различимыми включениями частиц графита.

3. Определение температуры каплепадения смазки. При практическом применении пластичных смазок очень важно знать их температурную стойкость. Неправильный выбор марки смазки для того или иного узла трения приводит к серьезным нарушениям их работы, а часто вызывает и аварию автомобиля. Например, при незнании свойств пластичных смазок во время технического обслуживания автомобилей часто в ступицы колес закладывают ту же смазку, которой смазываются узлы трения ходовой части (т.е. среднеплавкую смазку солидол "С"). В результате при движении автомобиля эта смазка расплавляется и вытекает из полости ступицы, попадает на тормозные барабаны, тем самым нарушается система торможения автомобиля со всеми вытекающими последствиями. Так как пластичные смазки переходят из желеобразного состояния в текучее (плавятся) не при строго определенной температуре, а в некотором интервале температур, для оценки их температурной стойкости единой, вполне определенной температурой принято считать температуру каплепадения.

Температурой каплепадения называют температуру, при которой происходит падение первой капли смазки, помещенной в чашечку специального прибора, нагреваемого в строго определенных условиях. Практически установлено, что смазку можно применять в узлах трения рабочие темпе

ратуры которых на  $15 - 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$  ниже, чем температура каплепадения этой смазки.

### Порядок выполнения работы

1. Определить однородность смазки.

Взять три образца смазки (по согласованию с преподавателем), внешним осмотром определить однородность смазки, отсутствие комков и выделившегося масла.

2. Определить основу смазки.

Взять фильтрованную бумагу, поместить на нее три образца смазки и осторожно нагреть над плиткой. По состоянию смазки (пятна) определить ее тип.

3. Взять небольшие комочки смазки, поместить в пробирку, добавить теплой воды, тщательно перемешать. По характеру взаимодействия смазки с водой (растворяется или нет) определить ее основу. Повторить опыт с образцами смазки, растворяя их в бензине. Определить тип загустителя.

4. Определить температуру каплепадения смазки.

### Используемая аппаратура

1. Специальный термометр в комплекте с капсюлем.

2. Пробирка стеклянная диаметром 40 - 45 мм и пробка с отверстием под термометр.

3. Стакан стеклянный (химический) емкостью 300-500 мм.

4. Шпатель.

5. Электроплитка.

6. Штатив.

Работа выполняется в следующей последовательности:

Вынимают капсюль из гильзы и наполняют его испытуемой смазкой. Излишек смазки снимают с верхней части капсюля, вкладывают капсюль в гильзу термометра до упора о внутренний бортик. Термометр с капсюлем вставляют в пробирку, а пробирку помещают в стакан с жидкостью и подогревают. При определении температуры

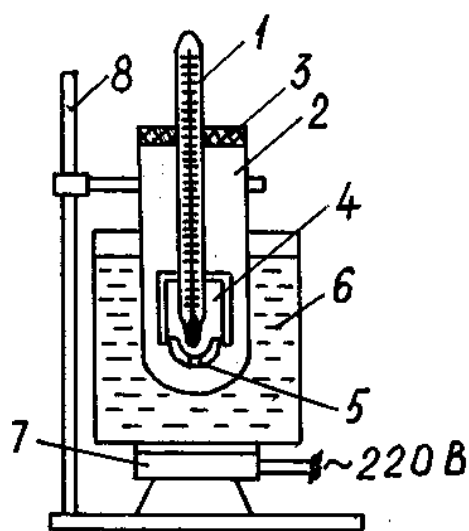


Рис. 7. Прибор для определения температуры каплепадения пластичных смазок: 1 - термометр; 2 - пробирка; 3 - пробка; 4 - капсюль; 5 - отверстие в капсюле; 6 - стакан с водой или глицерином; 7 - электроплитка; 8 - штатив

каплепадения низко- и среднеплавких смазок в стакан заливают воду, а тугоплавких – глицерин или вазелиновое масло.

Температура, при которой из нижнего отверстия капсюля упадет первая капля, принимается за температуру каплепадения. Полученную в результате опыта температуру каплепадения сопоставить с требованиями ГОСТа (табл. 7).

Таблица 7

Нормативные показатели качества пластичных смазок

№№ п/п	Наименование смазки	Цвет	Температура каплепадения	Температурный предел работоспособности
1	2	3	4	5
1.	Солидол С	От светло-желтого до темно-коричневого	85 – 105	-20 ... +65
2.	Пресс-солидол С	-//-	85 – 95	-30 ... +50
3.	Солидол Ж	-//-	75	-10 ... +65
4.	Пресс-солидол Ж	-//-	75	-30 ... +50
5.	1-13, жировая	-//-	130	-15 ... +50
6.	Автомобильная ЯНЗ-2	Коричневый или желтый	110 – 170	-30 ... +100
7.	Консталин-1	От желтого до светло-коричневого	130	-10 ... +120
8.	Литол-24	Коричневый	185 – 195	-40 ... +130
9.	Лита	От светло-коричневого до темно-вишневого	185-200	-50 ... +100
10.	Фиол-1	-//-	185-200	-40 ... +120
11.	Фиол-2	Коричневый	180-200	-40 ... +120
12.	Смазка № 158	Синий	140-160	-40 ... +120
13.	Циатим-201	Желтый или светлокориичневый	175-190	-60 ... +90
14.	Циатим-203	Черный	165-190	-50 ... +90

Окончание табл. 7

1	2	3	4	5
15.	Зимол	Коричневый	190-200	-40 ... +190
16.	Цниол-3М	Серебристо-черный	220-260	-60 ... +120
17.	АМ-карданная	Светло- или темно-коричневый	130-155	-20 ... +120
18.	Смазка графитовая (солидол С и 10% графита)	Черный с серебристым отливом	70-90	-20 ... +60

### Оформление отчета

В отчете должны быть представлены основные теоретические положения, результаты опытов и выводы, полученные на основании наблюдений за поведением смазок, а также по результатам сравнения с требованиями ГОСТа.

### Вопросы для самостоятельной подготовки

1. Области применения пластичных смазок.
2. Методы получения пластичных смазок.
3. Требования, предъявляемые к пластичным смазкам.
4. Классификация пластичных смазок.

### Лабораторная работа № 6

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ТОРМОЗНЫХ ЖИДКОСТЕЙ

**Цель работы:** Ознакомиться с основными эксплуатационными свойствами тормозных жидкостей и методами оценки их качества.

### Основные положения

Тормозные жидкости, используемые в отечественных автомобилях, подразделяются по характеру основы на касторовые и гликолевые жидкости. Касторовые жидкости представляют собой смесь касторового масла, получаемого из клещевины, и спирта. Если смесь с бутиловым спиртом, то это жидкость БСК, если с этиловым - то ЭСК. Последняя жидкость уже не выпускается несколько лет, но ее несложно изготовить: смешать этиловый спирт и касторку в соотношении 1:1. Жидкость на основе касторового

масла обладает хорошими смазывающими и защитными свойствами, она не гигроскопична, но имеет низкую температуру кипения. Поэтому ее нельзя использовать в приводах с дисковыми тормозами.

При отрицательных температурах вязкость БСК сильно возрастает. При температуре  $-20^{\circ}\text{C}$  эксплуатация тормозов сильно затруднена, а при  $-40^{\circ}\text{C}$  эта жидкость застывает.

Жидкость на основе гликолей (полигликолей) имеют противоположные свойства. При удовлетворительных смазывающих свойствах эти жидкости имеют высокую начальную температуру кипения и низкую температуру застывания ( $-60^{\circ}\text{C}$ ).

Современные марки тормозных жидкостей представляют собой смеси различных эфиров с низкомолекулярными полимерами с добавлением антикоррозионных и антиокислительных присадок.

Тормозные жидкости «Нева» и «Томь» представляют собой сложную смесь гликолей различной молекулярной массы с присадками, улучшающими эксплуатационные свойства. Содержание в составе борсодержащего компонента (боратов) снижает гигроскопичность жидкостей. Температура кипения «увлажненной» жидкости снижается максимум до  $135^{\circ}\text{C}$ . Жидкости «Нева» и «Томь» соответствуют международной классификации ДОТ-3.

Тормозные жидкости «Роса ДОТ-4», «Роса-3» и «Роса» - высокотемпературные жидкости, представляющие собой композиции на основе борсодержащего полиэфира, содержат антиокислительные и антикоррозионные присадки. Они отвечают европейским требованиям не ниже ДОТ-4

Смешивать жидкости на различных основах не рекомендуется, т.к. возрастает агрессивность к резиново-техническим изделиям, а также при снижении температуры будут выпадать из раствора сгустки касторового масла, которые могут препятствовать прохождению жидкости по тормозной системе. Смешивая две неизвестные жидкости не всегда можно увидеть, что они приготовлены не на одной основе. Поэтому важно знать основу смешиваемых жидкостей.

1. Определение основы тормозной жидкости. Для определения основы достаточно посмотреть, как смешиваются жидкости с водой и бензином. Касторовая жидкость растворяется бензином и расслаивается с водой, почти все гликолевые жидкости - наоборот.

2. Определение температуры кипения жидкости. Температура кипения



жидкости говорит о возможности ее использования в современных автомобилях с дисковыми тормозами. В случае значительного снижения этой температуры тормозную жидкость следует заменить на свежую. За рубежом периодически осуществляется контроль за температурой кипения жидкости, залитой в тормозную систему с помощью экспресс приборов, которые в течении нескольких минут выдают заключения о возможности дальнейшего использования тормозной жидкости.

### Порядок проведения работы

1. Определить основу тормозных жидкостей.

Налить в пробирки образцы жидкостей по 3 мл, добавить столько же воды и встряхнуть пробирки. Касторовая жидкость расслоится, гликолевая – перемешается (растворится). По результатам можно определить основу. Подтвердить выводы смешиванием образцов с бензином. Рассмотреть, как ведут себя при смешивании две жидкости на различных основах. Для этого налить в одну пробирку касторовую и гликолевую жидкости.

2. Определить температуру кипения тормозных жидкостей.

Налить образец жидкости в круглодонную колбу, установить термометр так, чтобы ртутный шарик был погружен в жидкость. Произвести нагрев жидкости на электроплитке. При появлении первых признаков кипения зафиксировать показания термометра.

### Оформление отчета

Отчет должен содержать необходимые теоретические материалы, результаты выполненных измерений, на основании которых делаются выводы об основе и марке выданных образцов тормозной жидкости (табл. 8). По температуре кипения сделать заключение о возможности использования жидкости в тормозной системе.

Таблица 8

Основные физико-химические показатели тормозных жидкостей

1	2	3	4	5
Показатель	БСК	“Нева”	“Томь”	“РОСА”
1. Внешний вид при 20° С	Однородная от красного до оранжевого цвета	Прозрачная однородная жидкость от светло желтого до темно-желтого цвета. Марки полностью совместимы между собой		Однородная прозрачная жидкость от светло-желтого до светло-коричневого цвета

2. Вязкость кинематическая, мм <sup>2</sup> /с при температуре: +50° С, не менее +100° С, не менее -40° С, не менее	9,00 5,5 130	5,0 2,0 1500	5,0 2,0 1500	5,0 2,0 1700
3. Температура кипения, ° С, не выше	115	190	205	260
4. Температура кипения увлажненной жидкости, ° С, не ниже	Не нормируется	140	160	165
5. Температура застывания, ° С (потеря подвижности)	-20	-60	-60	-60
6. Увеличение объема резины после старения в тормозной жидкости, %	5 - 10	2 - 10	2 - 10	-

### Вопросы для самостоятельной подготовки

1. Какие свойства тормозных жидкостей обеспечивают надежную работу тормозной системы?
2. Какие марки тормозных жидкостей выпускаются в нашей стране? Дайте им краткую характеристику?
3. Какие отечественные тормозные жидкости соответствуют мировым стандартам?

### Лабораторная работа № 7

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВСПЫШКИ И ТЕМПЕРАТУРЫ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ МОТОРНЫХ И ТРАНСМИССИОННЫХ МАСЕЛ

**Цель работы:** ознакомление с методом определения температуры вспышки и температуры воспламенения масла.

### Основные положения

Температура вспышки масла – это наименьшая температура, при которой пары нагретого масла образуют с воздухом смесь, вспыхивающую при поднесении пламени.

Температурой воспламенения называется температура, при которой нагреваемое в определенных условиях масло загорается при поднесении к нему пламени и горит не менее 5 с.

Температура вспышки автомобильных масел находится в пределах 165 - 220°С. По ней можно судить об огнеопасности масла и наличии в масле легкоиспаряющихся углеводородов, а также разбавлении масла топливом. Чем ниже температура вспышки, тем лучше испаряемость масла и тем большим будет его расход. При снижении температуры вспышки с 200 до 140° С расход масла возрастает почти на 50%. Лучшие масла одного и того же назначения имеют более высокую температуру вспышки и поэтому меньший угар.

На температуру вспышки некоторое влияние оказывает атмосферное давление и влажность воздуха. Чем выше атмосферное давление, тем выше и температура вспышки. Повышенная влажность воздуха увеличивает температуру вспышки, так как при этом парциальное давление воздуха в паровоздушной смеси будет уменьшаться за счет присутствия водяных паров.

Сказанное о температуре вспышки полностью распространяется на температуру воспламенения, которая также зависит от фракционного состава масла.

Температура вспышки зависит от методики ее определения и конструкции прибора. Применяют приборы открытого и закрытого типов, которые различаются между собой условиями испарения в них испытуемого масла. Естественно, температура вспышки в открытом приборе будет всегда выше.

При нагревании в открытом тигле пары масла легко диффундируют в окружающую атмосферу и рассеиваются в ней. Наоборот, в закрытом тигле созданы условия для накопления паров над испаряющейся жидкостью, и взрывная концентрация достигается при температуре более низкой, чем в открытом приборе.

### **Порядок проведения работы**

1. Определить температуру вспышки масла в открытом тигле.

Лабораторная установка для определения температуры вспышки (рис.

8) содержит штатив 1, тигель из толстого стекла (металла) 2; термометр 3; электроплитку (спиртовку) 4; фарфоровый тигель 5.

В фарфоровый тигель 5 наливают масло, уровень которого не должен доходить до края тигля на 10 - 15 мм и устанавливают в тигель 2. Термометр 3 опускают в середину масла и закрепляют его в вертикальном положении. Под дно тигля 2 устанавливают горелку, или тигель устанавливают на нагревательную плоскость электроплитки.

Примерно за 10 - 20°С до ожидаемой температуры вспышки, когда над маслом начинают появляться пары, к поверхности масла подносят пламя спички. Эту операцию повторяют через каждые 2° повышения температуры масла до появления небольшого синего пламени (вспыхивающие пары быстро гаснут). Отмечают температуру, при которой появилась первая вспышка.

Отметив температуру вспышки, продолжают нагревание до тех пор (поднося спичку через каждые 2 - 3°С подъема температуры) пока пламя от загоревшегося масла не будет держаться 4 - 5 сек и отмечают эту температуру (температура воспламенения). Температура воспламенения обычно бывает на 15 - 20° выше температуры вспышки.

#### Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с лабораторной установкой.

2. Включить электроплитку.

3. Начиная с температуры нагревания масла 150° С проводить пробу на вспышку масла.

4. Замерить температуру вспышки и воспламенения масла.

5. Результаты измерений занести в таблицу 9.

6. Вымыть использованную посуду, привести в порядок рабочее место.

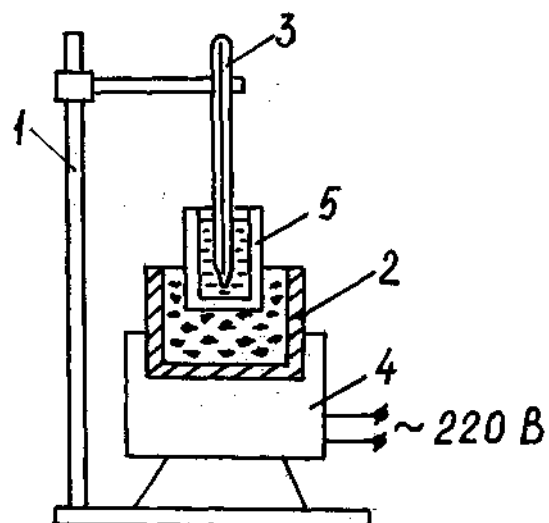


Рис. 8. Установка для определения температуры вспышки масла: 1 - штатив; 2 - тигель из толстого стекла (металла); 3 - термометр; 4 - электроплитка; 5 - фарфоровый тигель

#### Оформление отчета

В отчете должны быть представлены основные теоретические положения, эскиз лабораторной установки, результаты опытов (в табл. 9), выводы о возможности применения масел в двигателях и автомобилях (сравнить результаты с требованиями ГОСТ 10541-78 по табл.10).

Таблица 9

Показатели температуры вспышки и воспламенения масел

Марка масла	Температура вспышки масла		Температура воспламенения масла
	Испытуемое	ГОСТ 10541-78	Испытуемое

Таблица 10

Температура вспышки моторных и трансмиссионных масел

Марка масла	Температура вспышки в открытом тигле по ГОСТ 10541-78, °С, не ниже
М5з/10Г <sub>1</sub>	200
М8Г <sub>1</sub>	210
М12Г <sub>1</sub>	220
М10Г <sub>2</sub>	205
Тэп-15	185
ТСп-10	130
ТС <sub>3</sub> -9гип	160
ТАД-17и	200
Тап-15В	185

### Вопросы для самостоятельной подготовки

1. Что называется температурой вспышки и воспламенения?
2. Почему температура вспышки в открытом тигле всегда выше, чем в закрытом?
3. Как отражается на работе двигателя уменьшение или увеличение температуры вспышки применяемого масла?

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кузнецов, А.В. Топливо и смазочные материалы: учебники и учеб-

ные пособия для студентов высших учебных заведений / А.В. Кузнецов. – М.: КолосС, 2004. – 199 с. – ISBN 5-9532-0050-1.

2. **Кириченко, Н.Б.** Автомобильные эксплуатационные материалы: учебное пособие для сред. проф. образования / Н.Б. Кириченко. - М. : Издательский центр "Академия", 2003. - 208 с. – ISBN 5-7695-1079-Х.

3. **Манусаджянс, О.И.** Автомобильные эксплуатационные материалы: учебник для техникумов / О.И. Манусаджянс, Ф.В. Смаль. - М. : Транспорт, 1989. - 271 с.

4. **Балтенас, Р.** Моторные масла / Р. Балтенас, А.С. Сафонов, А.И. Ушаков, В. Шергалис. - Москва - СПб. : Альфа-Лаб, 2000. - 272 с. – ISBN 5 7713-0028-4.

5. **Балтенас, Р.** Трансмиссионные масла. Пластичные смазки / Р. Балтенас, А.С. Сафонов, А.И. Ушаков, В. Шергалис. - СПб. : ООО "Издательство ДНК", 2001. - 208 с. – ISBN 5-7624-0056-5.

6. **Гнатченко, И.И.** Автомобильные масла, смазки, присадки: справочное пособие / И.И. Гнатченко, В.А.Бородин, В.Р. Репников. - М. : ООО "Издательство АСТ"; СПб. : ООО "Издательство "Полигон", 2000. - 360 с. – ISBN 5-89173-091-Х.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Лабораторная работа № 1. ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА БЕНЗИНА . . . . .	3
Лабораторная работа № 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА БЕНЗИНА . . . . .	8
Лабораторная работа № 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА . . . . .	13
Лабораторная работа № 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА МОТОРНОГО МАСЛА . . . . .	18
Лабораторная работа № 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК . . . . .	25
Лабораторная работа № 6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ТОРМОЗНЫХ ЖИДКОСТЕЙ . . . . .	30
Лабораторная работа № 7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВСПЫШКИ МОТОРНЫХ И ТРАНСМИССИОННЫХ МАСЕЛ . . . . .	33
Приложение . . . . .	36
Библиографический список . . . . .	40

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
Методические указания к лабораторным работам  
для студентов очной, заочной и дистанционной форм обучения

Составитель  
ТИМОФЕЕВА Светлана Игоревна

Ответственный за выпуск – зав. кафедрой доцент А.Г. Кириллов  
Редактор  
Корректор

Компьютерная верстка М.А. Перевозникова

ЛР № 020275. Подписано в печать .

Формат 60x84/16. Бумага для множит. техники. Гарнитура Таймс.

Печать офсетная. Усл. печ. л. . Уч. изд. л. . Тираж 120 экз.

Заказ

Редакционно-издательский комплекс  
Владимирского государственного университета  
600000, Владимир, ул. Горького, 87.

**Владимирский государственный университет**

# **ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

**Методические указания к лабораторным работам**

**Владимир 2011**



