

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Северо-Кавказский федеральный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторным работам

по дисциплине «Эксплуатационные материалы»

для студентов направления подготовки

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

(Направленность (профиль) «Автомобили и автомобильное хозяйство»)

Ставрополь 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ	5
1 ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА БЕНЗИНА	5
2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАРКИ ОБРАЗЦА ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА	22
3 ОЦЕНКА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СВОЙСТВ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА.....	40
4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВСПЫШКИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА.....	58
5 ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА МОТОРНОГО МАСЛА	66
6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ВЯЗКОСТИ ЖИДКИХ НЕФТЕПРОДУКТОВ	91
7 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ В НЕФТЕПРОДУКТАХ	102
8 ВИЗУАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЦВЕТА НЕФТЕПРОДУКТОВ	112
9 ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК.....	121
10 ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА НИЗКОЗАМЕРЗАЮЩЕЙ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ	131
ПРИЛОЖЕНИЕ А	143

ВВЕДЕНИЕ

Эффективность технической эксплуатации автомобилей зависит от качества и надежности их конструкций. Одним из факторов, способствующих полной реализации технических возможностей современных конструкций автомобилей, является применение качественных эксплуатационных материалов.

В связи с этим будущий бакалавр направления подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» должен:

- 1) осуществлять правильный подбор марки топлива и смазочных материалов для применения при эксплуатации транспортных, транспортно-технологических машин и оборудования различного назначения с учетом влияния внешних факторов и требований экологической безопасности, а также эффективной эксплуатации и стоимости;
- 2) знать эксплуатационные требования, предъявляемые к эксплуатационным материалам;
- 3) стремиться в практической деятельности к экономному расходованию энергетических ресурсов, в том числе за счет применения альтернативных видов топлива;
- 4) уметь использовать современные конструкционные материалы в своей практической деятельности;
- 5) знать основные показатели, с помощью которых оценивается качество эксплуатационных материалов;
- 6) уметь производить простейшие лабораторные анализы.

В результате последовательного выполнения каждой лабораторной работы формируются следующие компетенции:

Формулировка	Код
способностью к выполнению в составе коллектива исполнителей лабораторных, стендовых, полигонных, приемо-сдаточных и иных видов испытаний систем и средств, находящихся в эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования	ПК-20
способностью к проведению инструментального и визуального контроля за качеством топливно-смазочных и других расходных материалов, корректировки режимов их использования	ПК-44

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

1 ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА БЕНЗИНА

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью выполнения лабораторной работы является следующее:

- 1) изучить основные показатели, с помощью которых оценивают качество автомобильных бензинов;
- 2) изучить и закрепить методики испытания автомобильных бензинов;
- 3) оценить качество исследуемых марок бензина.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: знает основные показатели, с помощью которых оценивается качество бензина (ПК-20)

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: умеет проводить измерительный эксперимент с использованием лабораторного оборудования, и оценивать результаты измерений (ПК-20)

Владения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: владеет навыками инструментального и визуального контроля качества бензина (ПК-44)

2 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

К основным показателям физико-химических свойств бензина, которые нормируются ГОСТом, относятся:

- детонационная стойкость;
- фракционный состав;
- давление насыщенных паров;
- содержание фактических смол;

- содержание массовой доли серы;
- кислотность;
- наличие механических примесей и воды;
- наличие водорастворимых кислот и щелочей;
- цвет.

Данная лабораторная работа предусматривает определение некоторых показателей из выше приведенного перечня, а именно: фракционный состав, наличие водорастворимых кислот и щелочей, плотность, наличие активной серы, механических примесей и воды. Эти показатели характеризуют качество бензина и от них зависят затраты на техническое обслуживание и ремонт двигателя, эффективность использования автомобилей, расход топлива.

Под фракционным составом бензина понимают содержание в нем тех или иных фракций, выраженное в объемных или массовых единицах и определяемое на стандартном аппарате для разгонки нефтепродуктов. Фракционный состав характеризует испаряемость бензина, и выражает зависимость между количеством перегоняемого бензина и температурой разгонки.

Согласно ГОСТ 2177-99 фракционный состав бензина оценивается температурами разгонки 10, 50, 90% объема бензина, а также температурами начала и конца разгонки (далее по тексту $t_{10\%}$, $t_{50\%}$, $t_{90\%}$, $t_{НР}$, $t_{КР}$ соответственно). $t_{НР}$ и $t_{10\%}$ определяют наличие легких фракций, которые влияют на легкость запуска холодного двигателя и возможность образования паровых пробок в системе питания в жаркое время. $t_{50\%}$ определяет наличие средних фракций, которые влияют на длительность прогрева и приемистость двигателя. $t_{90\%}$, $t_{КР}$ и остаток в колбе характеризуют содержание в бензине тяжелых трудноиспаряющихся фракций, влияющих на полноту сгорания и расход топлива, мощность двигателя и износ его деталей.

Присутствие водорастворимых кислот и щелочей в автомобильных бензинах не допускается, так как они являются коррозионно-агрессивными

соединениями, вызывающими преждевременное разрушение металлов, особенно цветных.

Коррозионно-агрессивными соединениями, кроме водорастворимых кислот и щелочей, являются соединения серы, которые могут содержаться в бензинах в виде активных и неактивных соединений. Активные сернистые соединения вызывают коррозию металлов, поэтому их наличие в топливе недопустимо. Неактивные сернистые соединения при нормальных условиях не корродируют металлы, поэтому их ограниченное количество в бензине допускается.

Содержание механических примесей и воды в бензине, также не допускается, так как они могут стать причинами:

- ✓ засорения топливных фильтров;
- ✓ засорения топливных форсунок и как следствие нарушения их работы;
- ✓ повышенного износа деталей двигателя;
- ✓ ухудшения стабильности бензина;
- ✓ коррозии деталей двигателя и системы топливоподачи;
- ✓ нарушения подачи бензина в зимнее время года.

Механические примеси, и вода могут попасть в бензин в результате несоблюдения правил его хранения и транспортирования.

Один из важных показателей, определяемых в работе, не нормируемый ГОСТом – плотность бензина. Под плотностью понимают массу вещества, отнесенную к единице его объема. Плотность бензина даже одной марки, но изготовленного из разной нефти, может отличаться, поэтому ГОСТом этот показатель не нормируется. Однако при эксплуатации необходимо знать плотность для того, чтобы производить пересчет массы топлива в объем.

3 ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

Для выполнения работы необходимо следующее материальное обеспечение:

- ✓ пробы бензина 2 - 3 марок;
- ✓ аппарат для определения фракционного состава топлива АРНПц-ПХП;
- ✓ жидкостный термостат КВ-ПХП;
- ✓ термометры с пределами измерения 0 - 350°C и 0 - 70°C;
- ✓ мерные цилиндры емкостью 100 мл;
- ✓ колбы;
- ✓ пробирки;
- ✓ пипетки;
- ✓ обратный холодильник;
- ✓ нефтенсиметр с пределами измерения 670 - 780 кг/м³;
- ✓ делительная воронка;
- ✓ дистиллированная вода;
- ✓ фенолфталеин;
- ✓ метиловый оранжевый индикатор;
- ✓ водяная баня;
- ✓ наждачная бумага;
- ✓ пластины из электрохимической меди.

4 УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Перед выполнением лабораторной работы все студенты должны ознакомиться с техникой безопасности и расписаться в соответствующем журнале.

1. Курить в лаборатории «Эксплуатационные материалы» запрещено.
2. Пользоваться спичками, зажигалками и т.п. без разрешения преподавателя запрещено.
3. При включении и работе с электронагревательными приборами емкости с нефтепродуктами должны находиться от них на расстоянии не менее 1 м.

4. Заполнение стеклянных цилиндров, колб и пробирок нефтепродуктами осуществлять на удаленном от источника тепла специальном столе.

5. Емкости, заполненные легкоиспаряющимися нефтепродуктами, в частности топливом, запрещено оставлять открытыми.

6. Включать электронагреватели (приборы для испытаний) можно только в том случае, если нефтепродукты залиты в емкости прибора, и он подготовлен к проведению испытания.

7. В случае воспламенения нефтепродуктов необходимо действовать следующим образом:

- открыть электрический щиток и выключить электропитание лаборатории;
- быстро отставить от пламени емкости с нефтепродуктами и приступить к тушению;
- использовать для тушения песок, расположенный в лаборатории в специальном ящике красного цвета и (или) использовать для тушения огнетушители, висящие в лаборатории.

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

9. При работе со стеклянными сосудами (колбами, пробирками, вискозиметрами и т. д.) не употреблять излишних усилий во избежание поломки последних и пореза рук осколками стекла.

10. При испытании токсичного нефтепродукта или нефтепродукта, который выделяет токсичные вещества при разложении и горении, испытание проводить в вытяжном шкафу.

11. При работе с жидкостями на этиленгликолевой основе (антифриз, тормозная жидкость и т. п.) надо остерегаться попадания их в пищевой тракт и на слизистые оболочки глаз, губ и т. д. После работы с этими жидкостями надо

тщательно вымыть руки с мылом.

12. Выливать остатки нефтепродуктов в канализацию запрещено.

13. После выполнения работы в лаборатории необходимо выключить все электронагревательные приборы, закрыть краны, закрыть пробками емкости с остатками нефтепродуктов, убрать сосуды с нефтепродуктами в специальный шкаф.

14. Все лабораторные работы должны проводиться в присутствии и с разрешения преподавателя.

5 ЗАДАНИЯ

5.1 Оценка бензина по внешним признакам

Налить в чистые стеклянные цилиндры испытуемые пробы 2 – 3-х марок бензинов и рассмотреть их в проходящем свете. Топливо должно быть совершенно прозрачным и не содержать взвешенных и осевших на дно цилиндра посторонних механических примесей и воды.

5.2 Определение плотности бензина

Налить в стеклянный цилиндр испытуемую пробу бензина и дать ей отстояться. Поместить в цилиндр ртутный или электронный термометр и убедиться, что температура топлива не превышает температуру окружающего воздуха более чем на 5°C.

Медленно погрузить в бензин сухой и чистый ареометр (нефтеденсиметр). Дождаться затухания колебаний и свободной плавучести измерительного прибора и произвести отсчет показаний плотности (по верхнему краю мениска жидкости на шкале плотности) и температуры по соответствующим шкалам нефтеденсиметра (рис. 1.1).

Если температура бензина, при которой определялась его плотность, отличается от стандартной температуры 20°C, то необходимо произвести

пересчет плотности. Для этого воспользоваться формулой 1.1 и данными таблицы 1.1.

Таблица 1.1 – Средние температурные поправки плотности нефтепродуктов

Замеренная плотность нефтепродуктов, г/см³	Температурная поправка на 1°С	Замеренная плотность нефтепродуктов, г/см³	Температурная поправка на 1°С
0,6900 – 0,6999	0,000910	0,8400 – 0,8499	0,000712
0,7000 – 0,7099	0,000897	0,8500 – 0,8599	0,000699
0,7100 – 0,7199	0,000884	0,8600 – 0,8699	0,000686
0,7200 – 0,7299	0,000870	0,8700 – 0,8799	0,000673
0,7300 – 0,7399	0,000857	0,8900 – 0,8999	0,000647
0,7400 – 0,7499	0,000844	0,9000 – 0,9099	0,000633
0,7500 – 0,7599	0,000831	0,9100 – 0,9199	0,000620
0,7600 – 0,7699	0,000818	0,9200 – 0,9299	0,000607
0,7700 – 0,7799	0,000805	0,9300 – 0,9399	0,000594
0,7800 – 0,7899	0,000792	0,9400 – 0,9499	0,000581
0,7900 – 0,7999	0,000778	0,9500 – 0,9599	0,000567
0,8000 – 0,8099	0,000765	0,9600 – 0,9699	0,000554
0,8100 – 0,8199	0,000752	0,9700 – 0,9799	0,000541
0,8200 – 0,8299	0,000738	0,9800 – 0,9899	0,000528
0,8300 – 0,8399	0,000725	0,9900 – 0,9999	0,000515

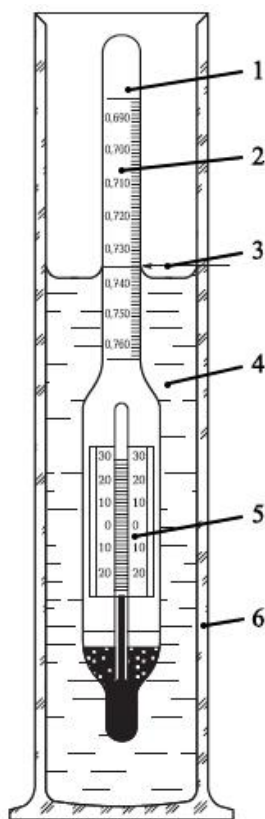


Рис. 1.1 – Прибор для определения плотности бензина:

1 – нефтенсиметр (ареометр); 2 – шкала плотности; 3 – верхний край мениска; 4 – проба топлива; 5 – термометр; 6 – стеклянный цилиндр.

$$\rho_{20} = \rho_t + \gamma \cdot (t - 20), \quad (1.1)$$

где ρ_t – плотность при температуре испытания, г/см³;

ρ_{20} – плотность при температуре 20°C, г/см³;

γ – температурная поправка;

t – температура бензина в момент испытания, °C.

5.3 Определение фракционного состава бензина

В рамках данной лабораторной работы для определения фракционного состава автомобильных бензинов используется аппарат АРНПц-ПХП (рис. 1.2), который разработан в соответствии с государственным стандартом тестирования нефти и нефтепродуктов ГОСТ 2177-99.

Порядок работы:

1. Подключить заливной и сливной патрубки резервуара конденсации к водопроводу. На задней стороне аппарата расположены отверстия водозабора и слива воды резервуара конденсации (охлаждения);
2. Установить подставку из кремнекислого алюминия нужного диаметра на электрический нагреватель аппарата;
3. Отрегулировать высоту нагревателя вращением рукоятки (7), чтобы трубка отгона дистиллята, установленной на подставке колбы разгонки, точно входила в резервуар охлаждения (конденсации);
4. Вставить трубку отгона дистиллята в трубку резервуара конденсации;
5. Налить в колбу разгонки 100 мл испытуемой пробы бензина, предварительно охлажденной до 18°C;
6. Вставить электронный термометр (1) через отверстие плотно пригнанной пробки из синтетического каучука или силикона в горловину колбы так, чтобы термочувствительная часть термометра электронного (70 мм от конца термопары) располагалась по центру горловины и находилась на одном уровне с самой высокой точкой нижней внутренней стенки пароотводной трубки;
7. Удостовериться, что пробка не пропускает воздух;
8. Установить под нижний конец пароотводной трубки мерный цилиндр (11) на 100 мл;
9. Залить воду в резервуар конденсации;
10. Включить аппарат с помощью переключателя (5);
11. Установить первоначальное показание вольтметра (9) на 80 В с помощью регулятора напряжения (10).

Затем после перегонки каждые 10% бензина (10 мл дистиллята) интенсивность нагрева необходимо повышать, увеличивая напряжение,

подаваемое на нагреватель на 10 В. При перегонке свыше 70% бензина на нагреватель необходимо подать максимальное напряжение (220 В).

Температурой начала разгонки считают температуру падения первой капли дистиллята в мерный цилиндр. Далее производить фиксацию температуры в колбе через каждые 10% (10 мл) собранного дистиллята (табл. 1.2). Температура конца разгонки определяется в тот момент, когда термометр покажет максимальную температуру, после которой его показания начнут снижаться.

Таблица 1.2 – Фракционный состав бензина

Объем дистиллята, %	НР	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	КР
Наблюдаемая температура, °С											

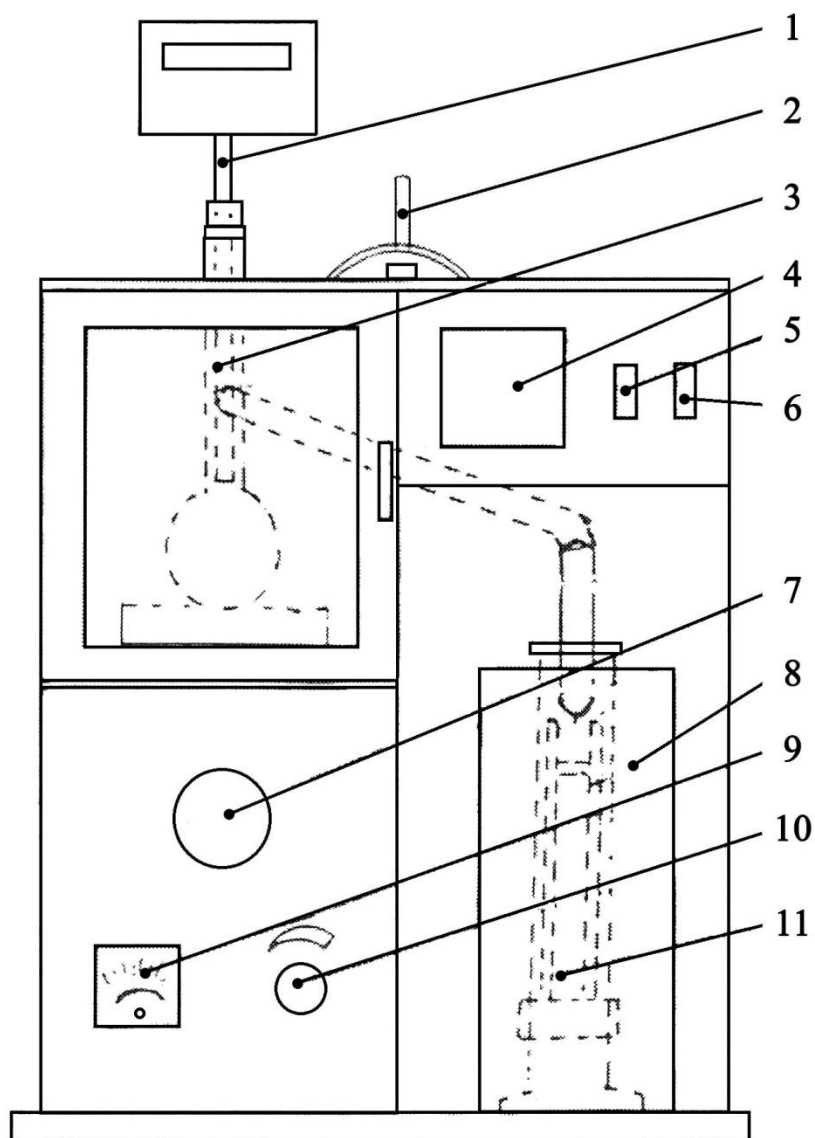


Рис. 1.2 – Аппарат для разгонки нефтепродуктов АРНПц-ПХП:

1 – термометр процесса разгонки; 2 – термометр резервуара для охлаждения; 3 – колба разгонки; 4 – регулятор температуры резервуара охлаждения; 5 – переключатель подсветки; 6 – переключатель питания; 7 – рукоятка положения электронагревателя; 8 – лампа подсветки; 9 – вольтметр; 10 – регулятор напряжения; 11 – мерный цилиндр разгонки.

Затем выключить нагреватель. Снять колбу разгонки с установки и охладить ее в течение 5 минут. Слить остаток в измерительный цилиндр на 10 мл и измерить с точностью до 0,1 мл.

Потери при перегонке определить по формуле:

$$V_{\text{пот}} = 100 - (V_{\text{дист}} - V_{\text{ост}}), \quad (1.2)$$

где $V_{\text{дист}}$ – объем полученного при перегонке дистиллята, мл;

$V_{\text{ост}}$ – остаток в колбе, мл.

По данным таблицы 1.2 построить график перегонки. По оси ординат откладывается объем дистиллята ($V_{\text{дист}}$) в %, а по оси абсцисс – температура в °С.

5.4 Определение водорастворимых кислот и щелочей

Для определения содержания водорастворимых кислот и щелочей в бензинах в большинстве случаев применяют метод, описанный в ГОСТ 6307-75. Используя пипетку с измерительной шкалой, в делительную воронку необходимо налить 15 – 20 мл испытуемой пробы бензина и 15 – 20 мл дистиллированной воды, заранее проверенной на нейтральность. После чего, закрыть пробкой воронку и взбалтывать ее в течение 5 минут. Далее закрепить делительную воронку на штативе для отстаивания полученной эмульсии (рис. 1.3). Аккуратно открыть кран воронки и слить по 5 мл водной вытяжки в две пробирки. В одну из пробирок поместить две капли раствора метилового оранжевого, а в другую – две капли раствора фенолфталеина. Наблюдать за изменением цвета водной вытяжки в каждой пробирке и сделать вывод о содержании водорастворимых кислот и щелочей в исследуемой пробе бензина на основании таблицы 1.2.

Таблица 1.2 – Окраска индикаторов в различных водных средах

Среда	Метилоранж	Фенолфталеин
щелочная	желтая	фиолетовая (розовая, красная)
нейтральная	оранжевая	бесцветная
кислая	красная (розовая)	бесцветная

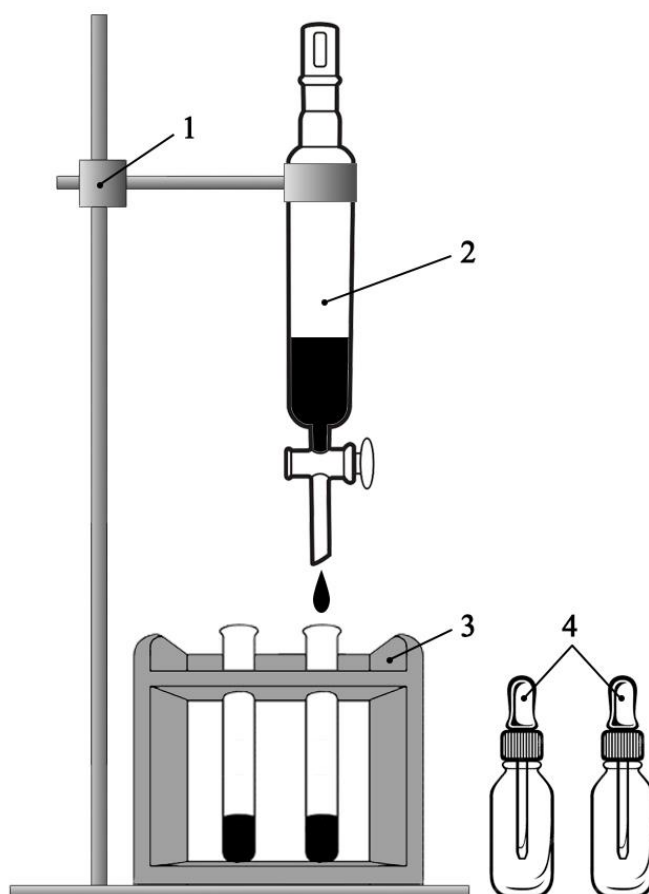


Рис. 1.3 – Химические приборы и реактивы для определения водорастворимых кислот и щелочей в пробе бензина:

1 – штатив; 2 – делительная воронка; 3 – штатив с пробирками; 4 – пузырьки с индикаторами.

5.5 Определение наличия активной серы

Испытуемую пробу бензина залить в небольшую коническую колбу (на высоту 20 – 25 мм). Погрузить в топливо заранее отшлифованную пластинку из электрохимической меди примерно на половину своей высоты и закрепить пластинку в таком положении. При этом следует исключить прикосновение руками пластинки.

Затем, закрыть колбу корковой пробкой с установленным в ней обратным холодильником, подключенным к проточной воде, и опустить ее точно на 18 минут в кипящую водяную баню (при 100°C).

После временной выдержки колбу необходимо вынуть из водяной бани, медную пластинку извлечь и рассмотреть. Если на пластинке появились черные, бурые, коричневые или серо-стальные пятна и налет, проба бензина считается не выдержавшей испытания и бракуется.

При всех других изменениях цвета (порозовение и т. п.) или при отсутствии изменений цвета пластинки бензин считается выдержавшим испытания.

5.6 Определение октанового числа

Октановое число (ОЧ) – это показатель детонационной стойкости бензина, численно равный процентному содержанию изооктана в смеси с нормальным гептаном, которая эквивалентна по детонационной стойкости испытываемому бензину.

Оценку детонационной стойкости бензинов производят на специальных установках с одноцилиндровым двигателем с изменяемой степенью сжатия, путем сравнения с эталонными топливами.

Приблизительно октановое число может быть определено по следующей формуле:

$$ОЧ = 120 - 2 \cdot \left(\frac{t_{cp} - 58}{5 \cdot \rho_{20^{\circ}}} \right), \quad (1.3)$$
$$t_{cp} = \frac{t_{Н.П.} + t_{К.П.}}{2},$$

где t_{cp} – средняя температура перегонки топлива;

$t_{Н.П.}$ – температура начала перегонки топлива;

$t_{К.П.}$ – температура конца перегонки топлива;

$\rho_{20^{\circ}}$ – плотность топлива при 20°C.

Повторить п. 5.2 – 5.6 для других проб бензина.

Оценить возможность применения испытываемых проб бензина в качестве топлива для бензинового двигателя. Для этого заполнить таблицу 1.3 и сделать сравнительный анализ полученных значений показателей качества (п. 5.1 – 5.5) со значениями, приведенными в ГОСТ на автомобильные бензины (Приложение А).

Таблица 1.3 – Сравнение значений показателей качества испытываемого топлива со значениями ГОСТа

№ п/п	Наименование показателей	Фактические значения	Значения по ГОСТ	Отклонения от ГОСТ
1	Фракционный состав, °С			
2	НР			
3	10 %			
4	50 %			
5	90 %			
6	КР			
7	Остаток, %			
8	Потери, %			
9	Содержание водорастворимых кислот и щелочей			
10	Испытание на медной пластинке			
11	Содержание механических примесей и воды			
12	Плотность, кг/м ³			

Примечание: Бензин может быть использован, если отклонения фактических показателей от ГОСТа меньше или равны допустимым отклонениям.

6 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА И ЕГО ФОРМА

Отчет по лабораторной работе должен содержать следующее:

- ✓ название лабораторной работы;
- ✓ цель работы;
- ✓ краткое содержание теоретической части;
- ✓ порядок выполнения работы;
- ✓ расчетные формулы, рисунки, таблицы результатов;
- ✓ выводы к работе.

7 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется фракционным составом топлива?
2. Какими показателями определяется фракционный состав бензина согласно ГОСТ?
3. Объясните характерные точки графика фракционной перегонки бензина?
4. Как влияет содержание легких фракций в бензине на работу автомобильного двигателя?
5. Как влияет содержание средних и тяжелых фракций в бензине на работу автомобильного двигателя?
6. Как определяется фракционный состав бензина при выполнении лабораторной работы?
7. Что называется октановым числом бензина, в чем сущность методов определения детонационной стойкости бензина?
8. Как влияет снижение октанового числа на работу автомобильного двигателя?
9. Какие существуют способы повышения октанового числа бензина?
10. Что понимается под детонационным сгоранием топливовоздушной смеси?
11. Что понимается под плотностью топлива и каков порядок ее определения при выполнении работы?
12. Каким образом влияют минеральные кислоты и щелочи на детали автомобильного двигателя?
13. Как производится определение минеральных кислот и щелочей при выполнении работы?
14. Какое влияние оказывают сернистые соединения, содержащиеся в топливе, на автомобильный двигатель?
15. Как определяется содержание механических примесей и воды в топливе, как их наличие влияет на работу двигателя?

16. Что такое стабильность бензинов и методы ее повышения?

8 СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Эксплуатационные материалы для подвижного состава автомобильного транспорта: Учебник для вузов/Л.С. Васильева – М.: наука, 2014. – 423 с.
2. Галышев Ю.В., Зайцев А.Б., Шабанов А.Ю. Химмотология. Эксплуатационные материалы для двигателей внутреннего сгорания; учеб. Пособие. – СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та. 2009. – 296 с.
3. Гуреев, А. А. Химмотология / А. А. Гуреев, И. Г. Фукс, В. Л. Лашхи. – М.: Химия, 1986. – 368 с.
4. Капустин В.М. Нефтяные и альтернативные топлива с присадками и добавками. – М.: Колос С, 2008. – 232 с.
5. Картошкин А.П. Топливо для автотракторной техники: Справочник: учеб. Пособие для студ. Учреждений сред. Проф. Образования. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 192 с.
6. Покровский, Т. П. Топливо, смазочные материалы и охлаждающие жидкости / Т. П. Покровский. – М.: Машиностроение, 1985. – 200 с.
7. Синельников А.Ф., Балабанов В.И. Автомобильные масла. Краткий справочник. М.:ООО «Книжное издательство «За рулем», 2005. – 176 с.
8. ГОСТ 2177-99 Нефтепродукты. Методы определения фракционного состава.
9. ГОСТ 3900-85 Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности.
10. ГОСТ 6307-75 Нефтепродукты. Метод определения наличия водорастворимых кислот и щелочей.

2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАРКИ ОБРАЗЦА ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью выполнения лабораторной работы является следующее:

- 1) изучить основные показатели, с помощью которых оценивают качество дизельных топлив;
- 2) изучить и закрепить методики испытания дизельных топлив;
- 3) оценить качество исследуемого дизельного топлива;
- 4) определить марку дизельного топлива.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: знает основные показатели, с помощью которых оценивается качество дизельного топлива (ПК-20)

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: умеет проводить измерительный эксперимент с использованием лабораторного оборудования, и оценивать результаты измерений (ПК-20)

Владения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: владеет навыками инструментального и визуального контроля качества дизельного топлива (ПК-44)

2 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Данная лабораторная работа предусматривает определение некоторых показателей физико-химических свойств дизельных топлив, которые нормируются ГОСТом 305-2013:

- фракционный состав;
- цетановое число;
- кинематическая вязкость;
- плотность;

- наличие механических примесей и воды;
- наличие соединений серы;
- наличие водорастворимых кислот и щелочей;
- цвет.

Под фракционным составом дизельного топлива понимают содержание в нем тех или иных фракций, выраженное в объемных или массовых единицах и определяемое на стандартном аппарате для разгонки нефтепродуктов. Фракционный состав характеризует испаряемость дизельного топлива, и выражает зависимость между количеством перегоняемого дизельного топлива и температурой разгонки.

Важнейшим показателем качества дизельного топлива является цетановое число, характеризующее его самовоспламеняемость, и численно равное объемному проценту цетана в эталонной смеси с альфаметилнафталином, которая в условиях испытания равноценна по воспламеняемости испытываемому топливу. В дизельном двигателе воспламенение топливно-воздушной смеси, как известно, происходит за счет высоких температур и давления в конце такта сжатия. При этом топливно-воздушная смесь воспламеняется не мгновенно, а с определенным запаздыванием, называемым периодом задержки воспламенения (промежуток времени от момента впрыска топлива до его воспламенения).

Если период задержки воспламенения дизельного топлива больше допустимого для конкретного двигателя, то топливно-воздушная смесь сгорает очень быстро с интенсивным нарастанием давления в цилиндре. В этом случае наблюдается заметное снижение мощности двигателя, увеличиваются расход топлива и интенсивность износа деталей двигателя. Следовательно, для того чтобы исключить перечисленные негативные последствия, необходимо обеспечить оптимальный период задержки воспламенения дизельного топлива.

Цетановое число дизельного топлива должно находиться в пределах 45 – 51.

Под вязкостью понимают свойство жидкости оказывать сопротивление относительному сдвигу ее слоев. Вязкость может быть выражена в единицах динамической и кинематической вязкости. Большинство жидких нефтепродуктов принято выражать в единицах кинематической вязкости – $\text{мм}^2/\text{с}$.

Повышенная кинематическая вязкость дизельного топлива способствует плохой прокачиваемости топлива по системе топливоподачи двигателя, снижению мощности двигателя, повышенному износу деталей двигателя и т.п. Результатом пониженной вязкости дизельного топлива может быть, например, недостаточная смазка плунжерных пар топливного насоса высокого давления (ТНВД). Кроме того, кинематическая вязкость дизельных топлив оказывает влияние на процессы смесеобразования и сгорания топливо-воздушной смеси.

Присутствие водорастворимых кислот и щелочей в дизельных топливах не допускается, так как они являются коррозионно-агрессивными соединениями, вызывающими преждевременное разрушение металлов, особенно цветных.

Коррозионно-агрессивными соединениями, кроме водорастворимых кислот и щелочей, являются соединения серы, которые могут содержаться в дизельных топливах в виде активных и неактивных соединений. Активные сернистые соединения вызывают коррозию металлов, поэтому их наличие в топливе недопустимо. Неактивные сернистые соединения при нормальных условиях не корродируют металлы, поэтому их ограниченное количество в дизельном топливе допускается.

Содержание механических примесей и воды в дизельных топливах, также не допускается, так как они могут стать причинами:

- ✓ засорения топливных фильтров;
- ✓ засорения топливных форсунок и как следствие нарушения их работы;
- ✓ повышенного износа деталей двигателя;
- ✓ ухудшения стабильности дизельного топлива;

- ✓ коррозии деталей двигателя и системы топливоподачи;
- ✓ нарушения подачи дизельного топлива в зимнее время года.

Механические примеси, и вода могут попасть в дизельное топливо в результате несоблюдения правил его хранения и транспортирования.

3 ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

Для выполнения работы необходимо следующее материальное обеспечение:

- ✓ образец дизельного топлива;
- ✓ аппарат для определения фракционного состава топлива АРНПц-ПХП;
- ✓ жидкостный термостат КВ-ПХП;
- ✓ капиллярный вискозиметр;
- ✓ секундомер;
- ✓ термометры с пределами измерения 0 - 350°C и 0 - 70°C;
- ✓ мерные цилиндры емкостью 100 мл;
- ✓ колбы;
- ✓ пробирки;
- ✓ пипетки;
- ✓ обратный холодильник;
- ✓ нефтенсиметр с пределами измерения 750 - 860 кг/м³;
- ✓ делительная воронка;
- ✓ дистиллированная вода;
- ✓ фенолфталеин;
- ✓ метиловый оранжевый индикатор;
- ✓ водяная баня;
- ✓ наждачная бумага;
- ✓ пластины из электрохимической меди.

4 УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Перед выполнением лабораторной работы все студенты должны ознакомиться с техникой безопасности и расписаться в соответствующем журнале.

1. Курить в лаборатории «Эксплуатационные материалы» запрещено.

2. Пользоваться спичками, зажигалками и т.п. без разрешения преподавателя запрещено.

3. При включении и работе с электронагревательными приборами емкости с нефтепродуктами должны находиться от них на расстоянии не менее 1 м.

4. Заполнение стеклянных цилиндров, колб и пробирок нефтепродуктами осуществлять на удаленном от источника тепла специальном столе.

5. Емкости, заполненные легкоиспаряющимися нефтепродуктами, в частности топливом, запрещено оставлять открытыми.

6. Включать электронагреватели (приборы для испытаний) можно только в том случае, если нефтепродукты залиты в емкости прибора, и он подготовлен к проведению испытания.

7. В случае воспламенения нефтепродуктов необходимо действовать следующим образом:

- открыть электрический щиток и выключить электропитание лаборатории;

- быстро отставить от пламени емкости с нефтепродуктами и приступить к тушению;

- использовать для тушения песок, расположенный в лаборатории в специальном ящике красного цвета и (или) использовать для тушения огнетушители, висящие в лаборатории.

8. Все образцы нефтепродуктов, подлежащие испытанию, должны находиться в лаборатории в исправной стеклянной или пластмассовой посуде с

плотно закрывающимися пробками или кранами.

9. При работе со стеклянными сосудами (колбами, пробирками, вискозиметрами и т. д.) не употреблять излишних усилий во избежание поломки последних и пореза рук осколками стекла.

10. При испытании токсичного нефтепродукта или нефтепродукта, который выделяет токсичные вещества при разложении и горении, испытание проводить в вытяжном шкафу.

11. При работе с жидкостями на этиленгликолевой основе (антифриз, тормозная жидкость и т. п.) надо остерегаться попадания их в пищевой тракт и на слизистые оболочки глаз, губ и т. д. После работы с этими жидкостями надо тщательно вымыть руки с мылом.

12. Выливать остатки нефтепродуктов в канализацию запрещено.

13. После выполнения работы в лаборатории необходимо выключить все электронагревательные приборы, закрыть краны, закрыть пробками емкости с остатками нефтепродуктов, убрать сосуды с нефтепродуктами в специальный шкаф.

14. Все лабораторные работы должны проводиться в присутствии и с разрешения преподавателя.

5 ЗАДАНИЯ

5.1 Оценка дизельного топлива по внешним признакам

Налить в чистый стеклянный цилиндр испытуемый образец дизельного топлива и рассмотреть его в проходящем свете. Топливо должно быть совершенно прозрачным и не содержать взвешенных и осевших на дно цилиндра посторонних механических примесей и воды.

5.2 Определение плотности дизельного топлива

Налить в стеклянный цилиндр испытуемый образец дизельного топлива и дать ему отстояться. Поместить в цилиндр ртутный или электронный

термометр и убедиться, что температура топлива не превышает температуру окружающего воздуха более чем на 5°C.

Медленно погрузить в дизельное топливо сухой и чистый ареометр (нефтенсиметр). Дождаться затухания колебаний и свободной плавучести измерительного прибора и произвести отсчет показаний плотности (по верхнему краю мениска жидкости на шкале плотности) и температуры по соответствующим шкалам нефтенсиметра (рис. 2.1).

Если температура дизельного топлива, при которой определялась его плотность, отличается от стандартной температуры 20°C, то необходимо произвести пересчет плотности. Для этого воспользоваться формулой 2.1 и данными таблицы 1.1 (см. лаб. раб. №1).

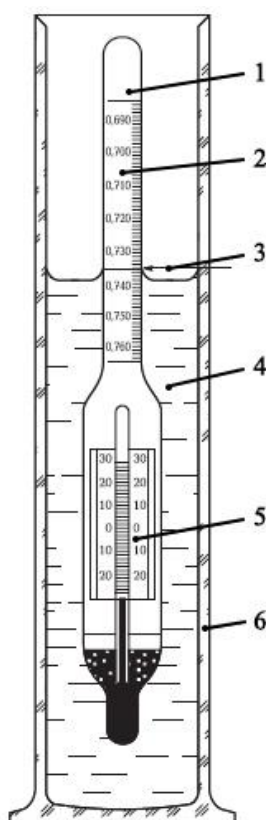


Рис. 2.1 – Прибор для определения плотности дизельного топлива:

1 – нефтенсиметр (ареометр); 2 – шкала плотности; 3 – верхний край мениска; 4 – проба топлива; 5 – термометр; 6 – стеклянный цилиндр.

$$\rho_{20} = \rho_t + \gamma \cdot (t - 20), \quad (2.1)$$

где ρ_t – плотность при температуре испытания, г/см³;

ρ_{20} – плотность при температуре 20°C, г/см³;

γ – температурная поправка;

t – температура дизельного топлива в момент испытания, °C.

5.3 Определение кинематической вязкости дизельного топлива

В соответствии с ГОСТ 33-2016 при определении кинематической вязкости дизельного топлива применяют стандартный вискозиметр типа ВПЖ-2 (рис. 2.2).

При выполнении опыта использовать чистый сухой вискозиметр. Для того чтобы поместить образец дизельного топлива в вискозиметр необходимо:

- надеть резиновую трубку на трубку 1 вискозиметра;
- зажать пальцем колено 2 и перевернуть вискозиметр;
- опустить колено 3 в стакан с испытуемым образцом дизельного топлива;
- используя резиновую грушу засосать топливо до метки M_2 , при этом следить, чтобы в топливе не образовались пузырьки воздуха;
- вынуть вискозиметр из стакана и быстро перевернуть в нормальное положение;
- надеть на колено 3 резиновую трубку.

Далее подключить заливной патрубок 12 термостата КВ-ПХП (рис. 2.3) к источнику водоснабжения и залить в термостатируемую ванну воду. Уровень жидкости в ванне должен быть достаточной глубины, чтобы в момент измерения расстояния от образца в вискозиметре до верхнего уровня жидкости в ванне и от образца до дна ванны были не менее 20 мм.

Установить вискозиметр в водяную баню.

Включить питание термостата и установить требуемую температуру термостатирования ($20^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$). Включить клавишу НАГРЕВ. После стабилизации температуры выдержать вискозиметр с топливом в термостате 10 – 15 минут.

Затем, используя резиновую грушу, аккуратно засосать топливо в колено 3 вискозиметра на 7 – 10 мм выше риски M_1 расширения 4. Снять резиновую грушу и с помощью секундомера засечь время истечения дизельного топлива от метки M_1 до метки M_2 .

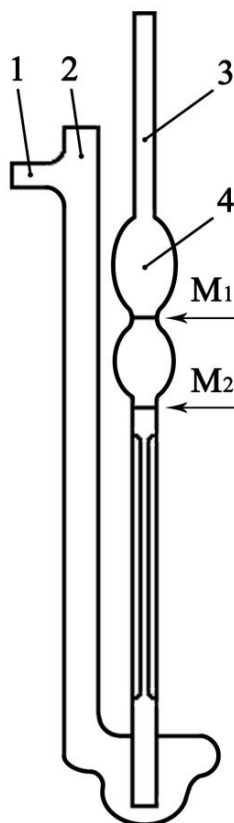


Рис. 2.2 – Вискозиметр типа ВПЖ-2:

1 – отводная трубка; 2 – широкое колено; 3 – тонкое колено; 4 – расширение; M_1 , M_2 – риски.

Повторить опыт 3 раза.

По формуле 2.2 рассчитать кинематическую вязкость испытуемого образца дизельного топлива.

$$\nu = c \cdot t_{CP}, \quad (2.2)$$

где ν – кинематическая вязкость топлива, мм²/с;

c – постоянная вискозиметра, мм²/с² (указана в паспорте на вискозиметр);

t_{CP} – среднеарифметическое отсчетов времени истечения, с.

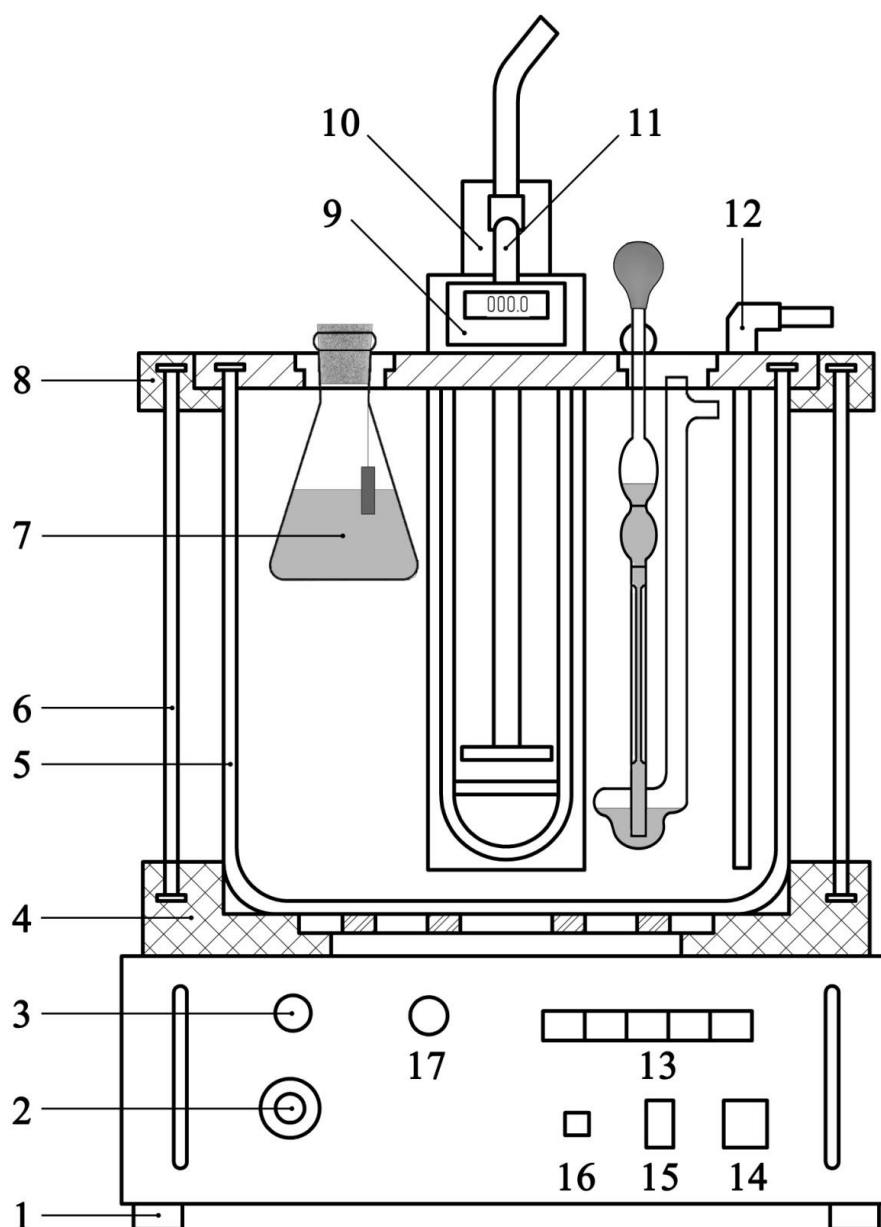


Рис. 2.3 – Термостат КВ-ПХП:

1 – резиновые ножки термостата; 2 – регулятор точной подстройки температуры; 3 – светодиодный указатель работы основного нагревателя; 4 – нижний резинобрекер; 5 –

внутренняя стеклянная термостатируемая ванна; 6 – защитный термостатируемый кожух из оргстекла; 7 – коническая колба с медной пластинкой; 8 – верхний резинобрекер; 9 – контрольный термометр; 10 – мешалка лопастная; 11 – чувствительный термодатчик; 12 – штуцер для залива или откачивания воды; 13 – клавиша выбора режима нагрева; 14 – клавиша включения нагрева; 15 – клавиша включения питания; 16 – клавиша включения вспомогательного нагревателя; 17 – светодиодный указатель работы вспомогательного нагревателя.

5.4 Определение фракционного состава дизельного топлива

В рамках данной лабораторной работы для определения фракционного состава дизельных топлив используется аппарат АРНПц-ПХП (рис. 2.4), который разработан в соответствии с государственным стандартом тестирования нефти и нефтепродуктов ГОСТ 2177-99.

Порядок работы:

1. Подключить заливной и сливной патрубки резервуара конденсации к водопроводу. На задней стороне аппарата расположены отверстия водозабора и слива воды резервуара конденсации (охлаждения);
2. Установить подставку из кремнекислого алюминия нужного диаметра на электрический нагреватель аппарата;
3. Отрегулировать высоту нагревателя вращением рукоятки (7), чтобы трубка отгона дистиллята, установленной на подставке колбы разгонки, точно входила в резервуар охлаждения (конденсации);
4. Вставить трубку отгона дистиллята в трубку резервуара конденсации;
5. Налить в колбу разгонки 100 мл испытуемой пробы дизельного топлива, предварительно охлажденной до 18°C;
6. Вставить электронный термометр (1) через отверстие плотно пригнанной пробки из синтетического каучука или силикона в горловину колбы так, чтобы термочувствительная часть термометра электронного (70 мм от конца термопары) располагалась по центру горловины и находилась на

одном уровне с самой высокой точкой нижней внутренней стенки пароотводной трубки;

7. Удостовериться, что пробка не пропускает воздух;
8. Установить под нижний конец пароотводной трубки мерный цилиндр (11) на 100 мл;
9. Залить воду в резервуар конденсации;
10. Включить аппарат с помощью переключателя (5);
11. Установить первоначальное показание вольтметра (9) на 120 В с помощью регулятора напряжения (10).

Затем после перегонки каждые 10% топлива (10 мл дистиллята) интенсивность нагрева необходимо повышать, увеличивая напряжение, подаваемое на нагреватель на 10 В. При перегонке свыше 40% топлива на нагреватель необходимо подать максимальное напряжение (220 В).

Температурой начала разгонки считают температуру падения первой капли дистиллята в мерный цилиндр. Далее производить фиксацию температуры в колбе через каждые 10% (10 мл) собранного дистиллята (табл. 2.1). После перегонки 96% дизельного топлива выключить нагреватель.

Таблица 2.1 – Фракционный состав дизельного топлива

Объем дистиллята, %	НР	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	96%
Наблюдаемая температура, °С										

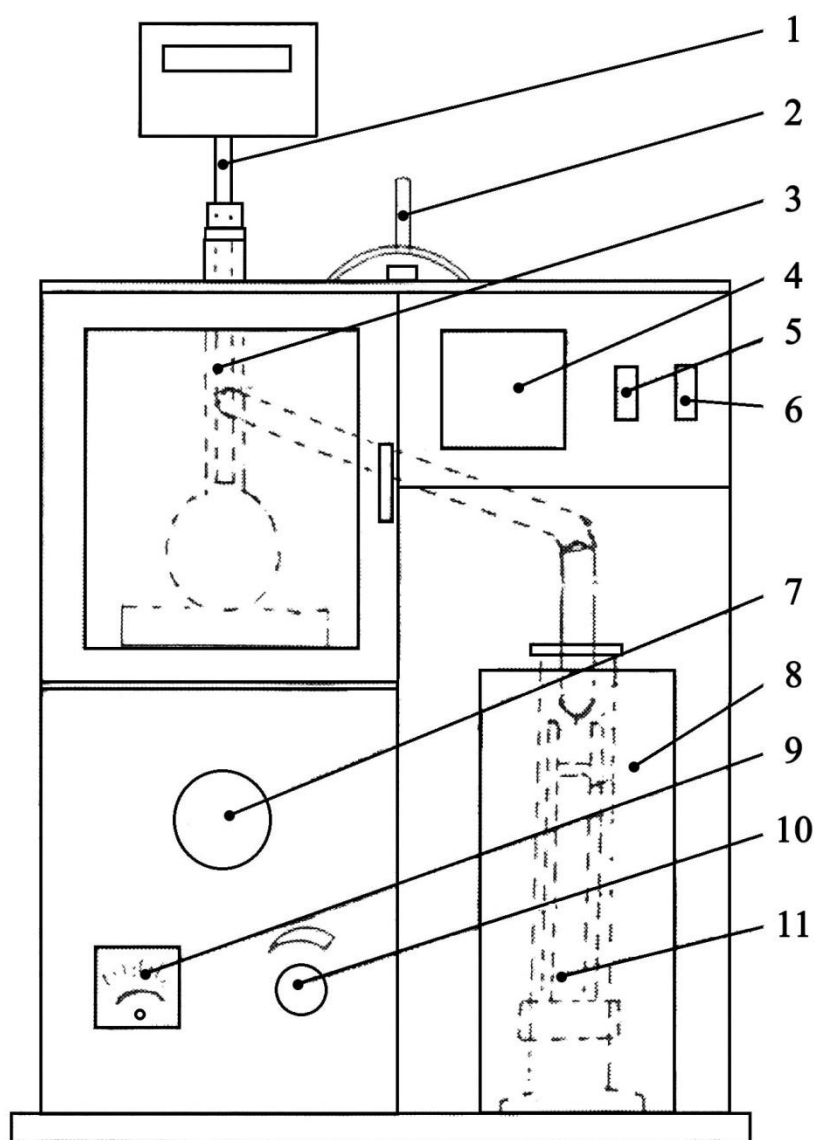


Рис. 2.4 – Аппарат для разгонки нефтепродуктов АРНПц-ПХП:

1 – термометр процесса разгонки; 2 – термометр резервуара для охлаждения; 3 – колба разгонки; 4 – регулятор температуры резервуара охлаждения; 5 – переключатель подсветки; 6 – переключатель питания; 7 – рукоятка положения электронагревателя; 8 – лампа подсветки; 9 – вольтметр; 10 – регулятор напряжения; 11 – мерный цилиндр разгонки.

По данным таблицы 2.1 построить график перегонки. По оси ординат откладывается объем дистиллята ($V_{дист}$) в %, а по оси абсцисс – температура в °С.

5.5 Определение водорастворимых кислот и щелочей

Для определения содержания водорастворимых кислот и щелочей в дизельном топливе в большинстве случаев применяют метод, описанный в ГОСТ 6307-75. Используя пипетку с измерительной шкалой, в делительную воронку необходимо налить 15 – 20 мл испытуемой пробы дизельного топлива и 15 – 20 мл дистиллированной воды, заранее проверенной на нейтральность. После чего, закрыть пробкой воронку и взбалтывать ее в течение 5 минут. Далее закрепить делительную воронку на штативе для отстаивания полученной эмульсии (рис. 2.5). Аккуратно открыть кран воронки и слить по 5 мл водной вытяжки в две пробирки. В одну из пробирок поместить две капли раствора метилового оранжевого, а в другую – две капли раствора фенолфталеина. Наблюдать за изменением цвета водной вытяжки в каждой пробирке и сделать вывод о содержании водорастворимых кислот и щелочей в исследуемой пробе дизельного топлива на основании таблицы 2.2.

Таблица 2.2 – Окраска индикаторов в различных водных средах

Среда	Метилоранж	Фенолфталеин
щелочная	желтая	фиолетовая (розовая, красная)
нейтральная	оранжевая	бесцветная
кислая	красная (розовая)	бесцветная

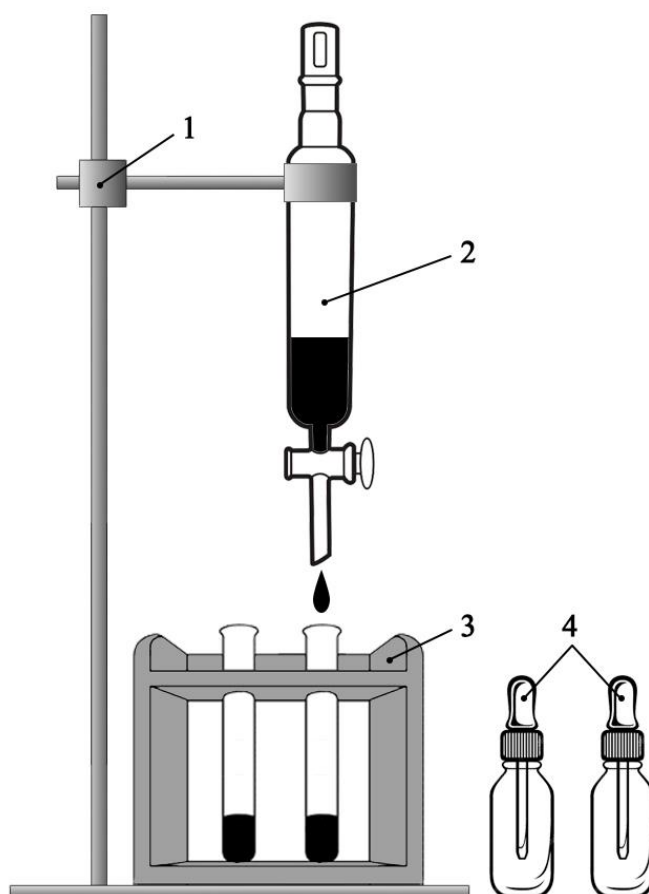


Рис. 2.5 – Химические приборы и реактивы для определения водорастворимых кислот и щелочей в пробе дизельного топлива:

1 – штатив; 2 – делительная воронка; 3 – штатив с пробирками; 4 – пузырьки с индикаторами.

5.6 Определение наличия активной серы

Испытуемую пробу дизельного топлива залить в небольшую коническую колбу (на высоту 20 – 25 мм). Погрузить в топливо заранее отшлифованную пластинку из электрохимической меди примерно на половину своей высоты и закрепить пластинку в таком положении. При этом следует исключить прикосновение руками пластинки.

Затем, закрыть колбу корковой пробкой с установленным в ней обратным холодильником, подключенным к проточной воде, и опустить ее точно на 18 минут в кипящую водяную баню (при 100°C) (рис. 2.3).

После временной выдержки колбу необходимо вынуть из водяной бани, медную пластинку извлечь и рассмотреть. Если на пластинке появились черные, бурые, коричневые или серо-стальные пятна и налет, проба дизельного топлива считается не выдержавшей испытания и бракуется.

При всех других изменениях цвета (порозовение и т. п.) или при отсутствии изменений цвета пластинки дизельное топливо считается выдержавшим испытания.

5.8 Определение цетанового числа

Зная плотность (п. 5.2) и вязкость (п. 5.3) испытуемого образца дизельного топлива, по формуле 2.1 можно приближенно подсчитать цетановое число (отличается от действительного на 2 – 3 ед.).

$$ЦЧ = \frac{(\nu_{20^{\circ}} + 17,8) \cdot 1,5879}{\rho_{20^{\circ}}}, \quad (2.1)$$

где $\rho_{20^{\circ}}$ – плотность топлива при 20°C, г/см³.

Оценить возможность применения испытуемого образца дизельного топлива в качестве топлива для дизельного двигателя. Для этого заполнить таблицу 2.3 и сделать сравнительный анализ полученных значений показателей качества (п. 5.1 – 5.5) со значениями, приведенными в ГОСТ (Приложение А).

Таблица 2.3 – Сравнение значений показателей качества испытуемого топлива со значениями ГОСТа

№ п/п	Наименование показателей	Фактические значения	Значения по ГОСТ	Отклонения от ГОСТ
1	Фракционный состав, °С			
2	НР			
3	50 %			
4	96 %			
5	Цетановое число			

Продолжение таблицы 2.3

№ п/п	Наименование показателей	Фактические значения	Значения по ГОСТ	Отклонения от ГОСТ
6	Плотность, кг/м ³			
7	Кинематическая вязкость при 20°C, мм ² /с			
8	Содержание водорастворимых кислот и щелочей			
9	Испытание на медной пластинке			
10	Содержание механических примесей и воды			

Примечание: Дизельное топливо может быть использовано, если отклонения фактических показателей от ГОСТа меньше или равны допустимым отклонениям.

6 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА И ЕГО ФОРМА

Отчет по лабораторной работе должен содержать следующее:

- ✓ название лабораторной работы;
- ✓ цель работы;
- ✓ краткое содержание теоретической части;
- ✓ порядок выполнения работы;
- ✓ расчетные формулы, рисунки, таблицы результатов;
- ✓ выводы к работе.

7 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется самовоспламеняемостью дизельных топлив, и какие факторы на нее влияют?
2. Что понимается под цетановым числом дизельного топлива?
3. Как определяется цетановое число при выполнении лабораторной работы?
4. Какими способами можно повысить самовоспламеняемость дизельных топлив?
5. Какие существуют виды вязкости, единицы ее измерения?

6. Каким образом влияет пониженная вязкость дизельного топлива на работу автомобильного двигателя?

7. Как влияет повышенная вязкость дизельного топлива на работу автомобильного двигателя?

8. Каков порядок определения кинематической вязкости топлива при выполнении лабораторной работы?

9. Как определяется плотность дизельного топлива при выполнении лабораторной работы?

10. Какими показателями характеризуется фракционный состав дизельного топлива?

11. Какая существует связь между испаряемостью и самовоспламеняемостью дизельного топлива?

12. Чем объясняется коррозионное действие дизельных топлив на детали автомобильного двигателя?

13. Как влияет содержание механических примесей и воды на работу дизельного двигателя?

14. Какие марки товарных дизельных топлив выпускаются промышленностью, в чем их основное отличие друг от друга?

8 СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Эксплуатационные материалы для подвижного состава автомобильного транспорта: Учебник для вузов/Л.С. Васильева – М.: наука, 2014. – 423 с.

2. Галышев Ю.В., Зайцев А.Б., Шабанов А.Ю. Химмотология. Эксплуатационные материалы для двигателей внутреннего сгорания; учеб. Пособие. – СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та. 2009. – 296 с.

3. Гуреев, А. А. Химмотология / А. А. Гуреев, И. Г. Фукс, В. Л. Лашхи. – М.: Химия, 1986. – 368 с.

4. Капустин В.М. Нефтяные и альтернативные топлива с присадками и добавками. – М.: Колос С, 2008. – 232 с.
5. Картошкин А.П. Топливо для автотракторной техники: Справочник: учеб. Пособие для студ. Учреждений сред. Проф. Образования. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 192 с.
6. Покровский, Т. П. Топливо, смазочные материалы и охлаждающие жидкости / Т. П. Покровский. – М.: Машиностроение, 1985. – 200 с.
7. ГОСТ 2177-99 Нефтепродукты. Методы определения фракционного состава.
8. ГОСТ 3900-85 Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности.
9. ГОСТ 6307-75 Нефтепродукты. Метод определения наличия водорастворимых кислот и щелочей.
10. ГОСТ 33-2016 Нефть и нефтепродукты. Прозрачные и непрозрачные жидкости. Определение кинематической и динамической вязкости.

3 ОЦЕНКА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СВОЙСТВ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью выполнения лабораторной работы является следующее:

- 1) изучить устройство и принцип работы установки АТЗ-70-ПХП;
- 2) изучить устройство и принцип работы установки «ПТФ»;
- 3) усвоить и закрепить методики определения низкотемпературных свойств дизельного топлива;
- 4) оценить качество исследуемого образца дизельного топлива.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: знает основные показатели, с помощью которых оценивается качество дизельного топлива (ПК-20)

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: умеет проводить измерительный эксперимент с использованием лабораторного оборудования, и оценивать результаты измерений (ПК-20)

Владения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: владеет навыками инструментального и визуального контроля качества дизельного топлива (ПК-44)

2 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Эксплуатационные свойства нефтепродуктов и показатели их качества зависят от углеводородного состава, который обеспечивается на стадии производства, в частности, автомобильных топлив и смазочных масел. Изменение углеводородного состава нефтепродуктов приводит к снижению показателей их качества и нарушениям в работе двигателей автомобилей.

Нарушения в работе топливоподающей аппаратуры дизельных двигателей могут возникнуть по следующим причинам, обусловленных наличием в топливе:

- механических примесей и воды (см. лаб. раб. №2);
- солей различных металлов-нафтенатов и смолистых продуктов окисления;
- углеводородов (нормальных парафинов), имеющих высокую температуру кристаллизации;
- и др.

Низкотемпературные свойства дизельных топлив характеризуются температурой помутнения ($t_{п}$), предельной температурой фильтруемости ($t_{пф.ф.}$) и температурой застывания ($t_{заст.}$).

В результате понижения температуры окружающего воздуха в дизельном топливе происходит процесс кристаллизации высокоплавких углеводородов (нормальных парафинов), который приводит к увеличению вязкости дизельного топлива. При этом увеличенная вязкость дизельного топлива в свою очередь приводит к закупорке пор фильтров тонкой очистки и, как следствие:

- нарушению топливоподачи в цилиндры двигателя;
- снижению тягово-динамических свойств автомобиля;
- неравномерной работе двигателя.

Показателем, характеризующим начало кристаллизации в топливе углеводородов, является температура помутнения.

Температурой помутнения называют температуру, при которой топливо теряет прозрачность в результате выпадения кристаллов нормальных парафиновых углеводородов или микрокристаллов льда. При этом топливо не теряет свойство текучести. В то же время микрокристаллы проникают через фильтр грубой очистки. Они, задерживаясь на фильтре тонкой очистки, образуют непроницаемую для топлива парафиновую пленку, в результате чего нарушается и даже прекращается подача топлива. Чаще всего это проявляется при пуске и прогреве двигателя, так как в подкапотном пространстве на какой-то период еще сохраняется низкая температура.

Бесперебойная подача обеспечивается при температуре помутнения топлива на 5-20°C ниже температуры воздуха, при которой эксплуатируется автомобиль.

При дальнейшем понижении температуры размер кристаллов увеличивается, они срачиваются в общий каркас по всей массе топлива, и при определенной температуре топливо застывает – теряет свою подвижность. Поэтому подача топлива, работа двигателя, а также заправка автомобилей топливом становится невозможным.

Температурой застывания дизельного топлива называется температура, при которой топливо теряет свою подвижность. Между температурой

помутнения и температурой застывания имеется разрыв в 8-35°C в зависимости от состава дизельного топлива.

Температуры помутнения и застывания не всегда воссоздают истинную картину поведения дизельных топлив в зимних условиях их применения. Поэтому, для оценки низкотемпературных свойств, применяется метод прямого определения фильтруемости топлив при заданной температуре или в определенном интервале температур с помощью показателя – предельная температура фильтруемости.

3 ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

Для выполнения работы необходимо следующее материальное обеспечение:

- ✓ образец дизельного топлива;
- ✓ фильтровальная бумага;
- ✓ жидкостный термостат КВ-ПХП;
- ✓ установка для определения низкотемпературных свойств нефтепродуктов АТЗ-70-ПХП;
- ✓ установка для определения предельной температуры фильтруемости «ПТФ».

4 УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Перед выполнением лабораторной работы все студенты должны ознакомиться с техникой безопасности и расписаться в соответствующем журнале.

1. Курить в лаборатории «Эксплуатационные материалы» запрещено.
2. Пользоваться спичками, зажигалками и т.п. без разрешения преподавателя запрещено.
3. При включении и работе с электронагревательными приборами емкости с нефтепродуктами должны находиться от них на расстоянии не менее

1 м.

4. Заполнение стеклянных цилиндров, колб и пробирок нефтепродуктами осуществлять на удаленном от источника тепла специальном столе.

5. Емкости, заполненные легкоиспаряющимися нефтепродуктами, в частности топливом, запрещено оставлять открытыми.

6. Включать электронагреватели (приборы для испытаний) можно только в том случае, если нефтепродукты залиты в емкости прибора, и он подготовлен к проведению испытания.

7. В случае воспламенения нефтепродуктов необходимо действовать следующим образом:

- открыть электрический щиток и выключить электропитание лаборатории;
- быстро отставить от пламени емкости с нефтепродуктами и приступить к тушению;
- использовать для тушения песок, расположенный в лаборатории в специальном ящике красного цвета и (или) использовать для тушения огнетушители, висящие в лаборатории.

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

9. При работе со стеклянными сосудами (колбами, пробирками, вискозиметрами и т. д.) не употреблять излишних усилий во избежание поломки последних и пореза рук осколками стекла.

10. При испытании токсичного нефтепродукта или нефтепродукта, который выделяет токсичные вещества при разложении и горении, испытание проводить в вытяжном шкафу.

11. При работе с жидкостями на этиленгликолевой основе (антифриз, тормозная жидкость и т. п.) надо остерегаться попадания их в пищевой тракт и

на слизистые оболочки глаз, губ и т. д. После работы с этими жидкостями надо тщательно вымыть руки с мылом.

12. Выливать остатки нефтепродуктов в канализацию запрещено.

13. После выполнения работы в лаборатории необходимо выключить все электронагревательные приборы, закрыть краны, закрыть пробками емкости с остатками нефтепродуктов, убрать сосуды с нефтепродуктами в специальный шкаф.

14. Все лабораторные работы должны проводиться в присутствии и с разрешения преподавателя.

5 ЗАДАНИЯ

5.1 Определение температуры помутнения и застывания дизельного топлива

В рамках данной лабораторной работы для определения температуры помутнения и застывания используется аппарат АТЗ-70-ПХП, который предназначен для испытаний нефтепродуктов при определении температуры текучести и застывания по ГОСТ 20287-91 и ISO 3061 (ASTM D 97) и температуры помутнения, начала кристаллизации и кристаллизации по ГОСТ 5066-91 (ASTM D 2500). Внешний вид аппарата АТЗ-70-ПХП представлен на рисунке 3.1.

Порядок работы:

1. Установить в гнезда охлаждающей бани комплекты сдвоенных испытательных пробирок. При определениях низкотемпературных характеристик ниже 0°C, во внутреннюю цилиндрическую пробирку с риской 9 наливают исследуемую пробу дизельного топлива, а между внутренней 9 и внешней 10 пробирками – небольшое количество этанола, для ускорения охлаждения, при этом уровень этанола во внешней пробирке должен быть выше уровня пробы во внутренней пробирке;

2. Плотно закрыть сдвоенную испытательную пробирку с предварительно надетой резиновой пробкой 6, устанавливают в неё контрольный термометр 7, на гнездо бани надевают резиновое уплотнительное кольцо 8. В свободном гнезде при одиночном тесте также должна быть установлена пустая испытательная пробирка с пробкой и уплотнительное кольцо;

3. Произвести установку требуемой температуры на термоконтроллере 1;

4. Установить переключатель охлаждения в положение ВКЛ, и аппарат начинает процесс охлаждения;

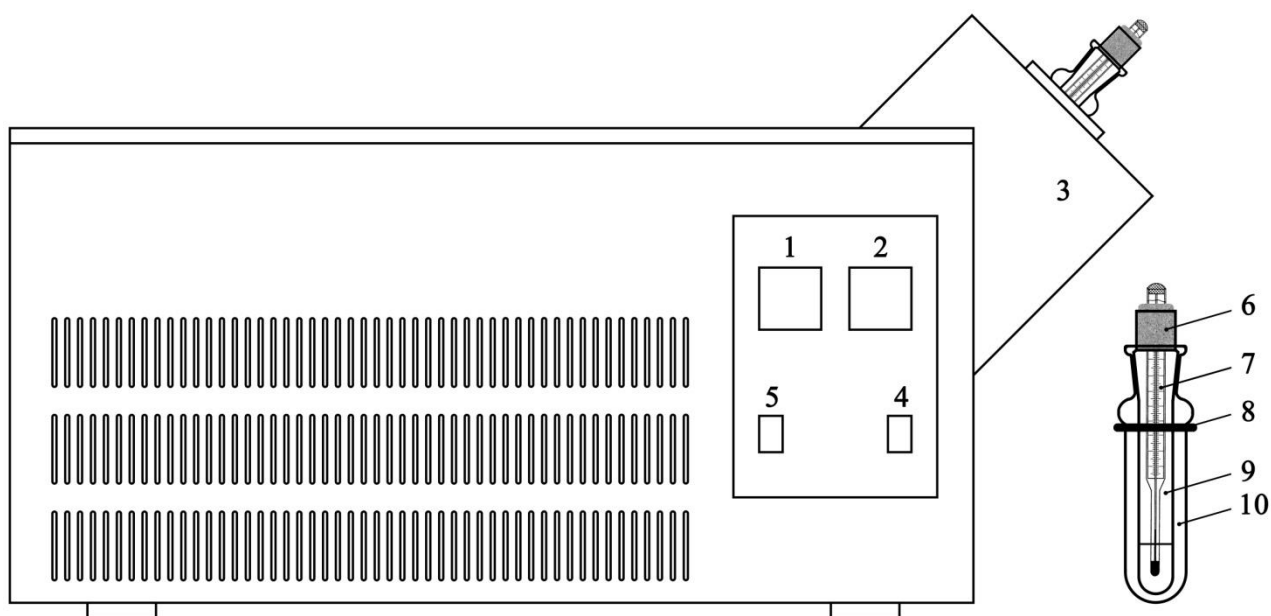


Рис. 3.1 – Аппарат АТЗ-70-ПХП:

1 – термоконтроллер управления температурой в гнездах бани; 2 – система автоматического времени (секундомер); 3 – поворотный блок аппарата с двумя гнездами; 4 – выключатель питания; 5 – выключатель охлаждения; 6 – пробка; 7 – термометр контрольный; 8 – резиновое кольцо по диаметру гнезда бани; 9 – внутренняя пробирка; 10 – наружная пробирка.

5. В течение приблизительно 5–7 мин происходит процесс подготовки и начала охлаждения, далее температура бани начинает плавно и быстро

понижаться. Когда температура охлаждающей бани достигает требуемой, установленной на табло термоконтроллера, автоматика плавными колебаниями температуры, начинает её стабилизацию, колебания постепенно уменьшаются, и, приблизительно через 5–10 минут после начала процесса, температура стабилизируется. Во время охлаждения продукта установленную температуру охлаждающей смеси поддерживают с погрешностью 1°C;

6. *Определение температуры помутнения и начала кристаллизации согласно ГОСТ 5066-91:*

6.1 Температура испытуемого образца дизельного топлива должна быть 18–20°C;

6.2 За 5°C до ожидаемой температуры помутнения пробирку вынуть из гнезда охлаждающей бани, быстро протереть салфеткой, смоченной в спирте, и сравнить состояние топлива с эталонным образцом;

6.3 Если топливо по сравнению с прозрачным эталонным не изменилось, то необходимо поместить пробирку гнездо бани и проводить наблюдение через 1°C;

6.4 Температура, при которой в исследуемом образце дизельного топлива появилась муть, принимают за температуру помутнения;

6.5 После того, как температура помутнения определена, исследуемое топливо продолжить охлаждать;

6.6 За 5°C до ожидаемой температуры начала кристаллизации пробирку вынуть из гнезда охлаждающей бани, быстро протереть салфеткой, смоченной в спирте, и сравнить состояние топлива с эталонным образцом;

6.7 Если кристаллов в топливе не появилось, то необходимо поместить пробирку гнездо бани и проводить наблюдение через 1°C, соблюдая продолжительность наблюдения не более 12 с;

6.8 Температура, при которой в исследуемом образце дизельного топлива появились первые кристаллы, видимые невооруженным глазом, принимают за температуру начала кристаллизации.

7. *Определение температуры застывания согласно ГОСТ 20287-91:*

6.1 Поместить пробирку с топливом и термометром в жидкостный термостат КВ-ПХП (рис. 2.3), нагретый до $50\pm 1^{\circ}\text{C}$, и выдержать до тех пор, пока топливо не примет температуру бани;

6.2 Вынуть пробирку с топливом и закрепить на штативе, оставить до тех пор, пока образец топлива не охладится до температуры $35\pm 5^{\circ}\text{C}$;

6.3 Установить пробирку в гнездо охлаждающей бани;

6.4 Когда топливо в пробирке примет температуру, намеченную для определения застывания, наклонить поворотный блок 3, при этом сработает секундомер 2, установленный на 1 минуту, и, не вынимая пробирку, выдержать в таком положении;

6.5 Осторожно вынуть пробирку из гнезда охлаждающей бани, быстро протереть салфеткой, смоченной в спирте, и наблюдать, не сместился ли мениск исследуемого образца топлива;

6.6 Если мениск сместился, то вынуть внутреннюю пробирку и снова подогреть ее до $50\pm 1^{\circ}\text{C}$;

6.7 Провести новое определение при температуре на 4°C ниже предыдущей до тех пор, пока при некоторой температуре мениск не перестанет смещаться;

6.8 Температура, при которой мениск перестает смещаться в течение 1 минуты, принимают за температуру застывания.

5.2 *Определение предельной температуры фильтруемости дизельного топлива*

В рамках данной лабораторной работы для определения предельной температуры фильтруемости дизельных топлив на холодном фильтре в соответствии с ГОСТ 22254-92 используется установка «ПТФ». Внешний вид установки «ПТФ» представлен на рисунке 3.2.

Устройство установки «ПТФ»

Установка (рис. 3.2) состоит из двух измерительных ячеек 2, размещаемых в термостате 1 и измерительного блока 9, расположенного на столе 7. На измерительный блок установлены мановакуумметр 4, регулятор вакуума 5 – емкость объемом 5 л и буферная емкость 3. Мановакуумметр, регулятор вакуума и буферная емкость являются частью вакуумной системы и соединены соответствующим образом при помощи гибких трубок (на рисунке не показаны). Подставка 7 предназначена для сборки измерительных ячеек при их подготовке к работе.

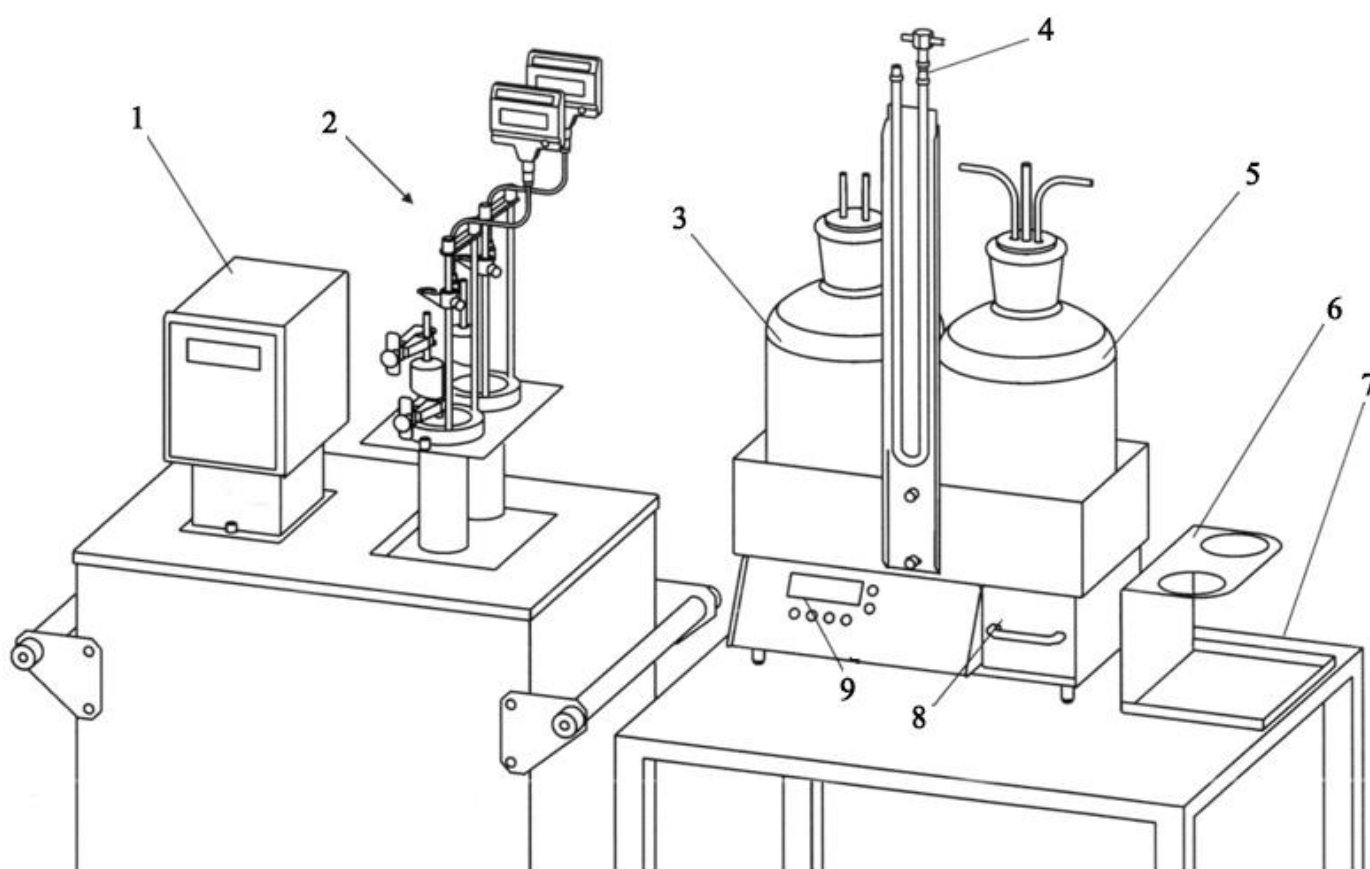


Рис. 3.2 – Внешний вид установки «ПТФ»:

1 – термостат жидкостный низкотемпературный «КРИО-ВТ-05-01»; 2 – ячейки измерительные в сборе; 3 – емкость буферная; 4 – мановакуумметр; 5 – регулятор вакуума; 6 – подставка; 7 – стол; 8 – ящик; 9 – блок измерительный.

Внешний вид измерительных ячеек показан на рисунке 3.3. В крышке термостата 2 установлены измерительные ячейки 1, в которых установлены

пипетки 3 и датчики 4 электронных термометров 5. На пипетках снизу и сверху расположены оптические датчики уровня 6. Термостат, термометры и оптические датчики соединены с измерительным блоком при помощи соответствующих кабелей (на рисунке не показаны).

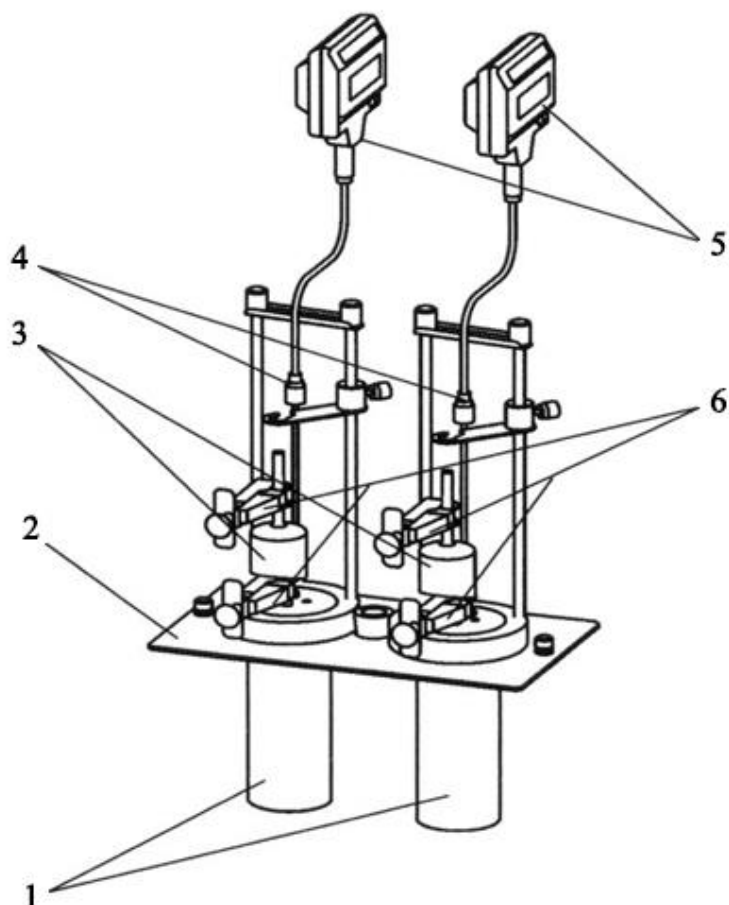


Рис. 3.3 – Измерительные ячейки в сборе:

1 – ячейки измерительные; 2 – крышка термостата; 3 – пипетки; 4 – датчики электронных термометров; 5 – термометры электронные; 6 – датчики уровня оптические.

На рисунке 3.4 показано устройство измерительной ячейки. Она состоит из латунного кожуха 1, на дне которого расположено изоляционное кольцо 11. На изоляционное кольцо установлен стеклянный измерительный сосуд 8. На верхнюю и нижнюю части сосуда надеты кольцевые прокладки 10, предназначенные для предотвращения касания сосуда стенок кожуха.

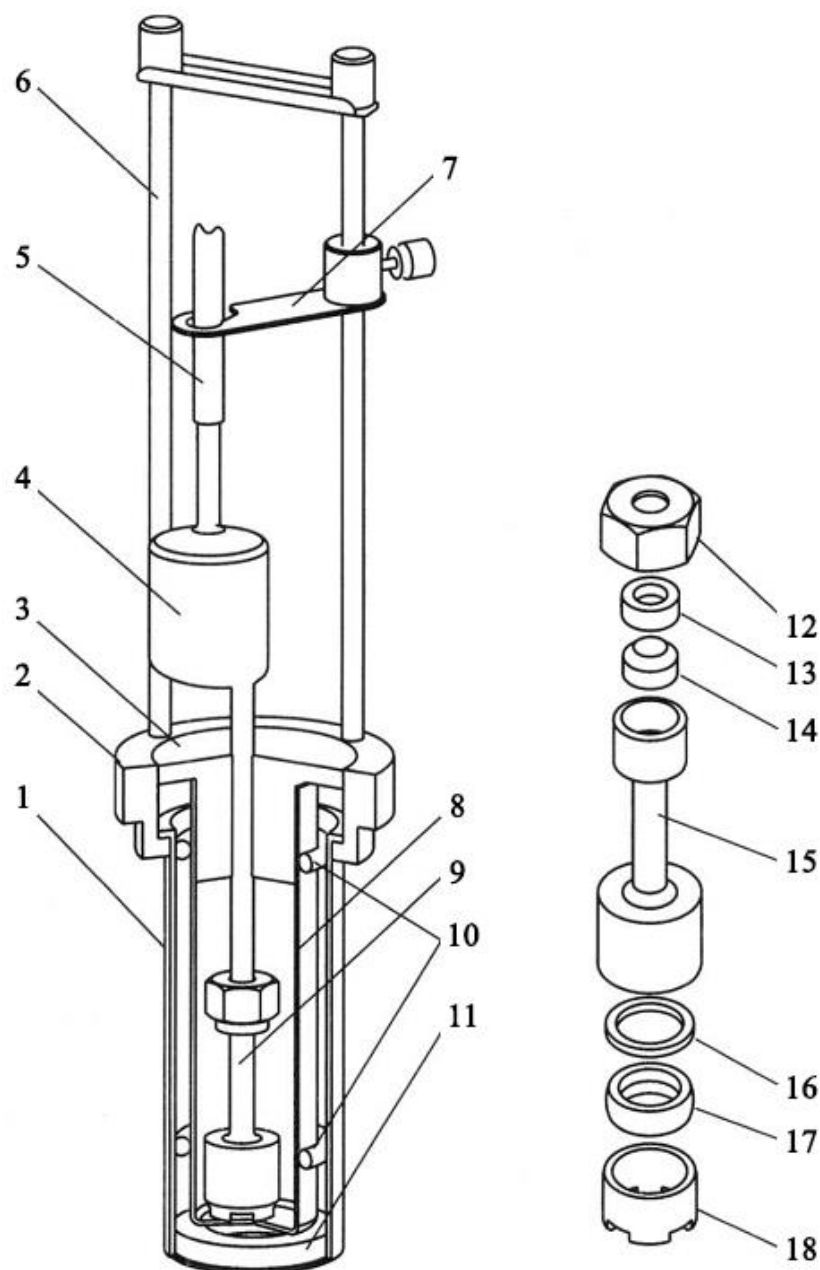


Рис. 3.4 – Устройство измерительной ячейки и фильтра:

1 – кожух; 2 – кольцо поддерживающее; 3 – пробка; 4 – пипетка; 5 – трубка силиконовая; 6 – штатив; 7 – зажим; 8 – сосуд измерительный; 9 – фильтр; 10 – прокладки кольцевые; 11 – кольцо изоляционное; 12 – гайка; 13 – кольцо сальниковое; 14 – прокладка уплотняющая для пипетки; 15 – корпус; 16 – прокладка уплотняющая для фильтрующей сетки; 17 – сетка фильтрующая в оправке; 18 – цилиндр.

Сосуд закрыт пробкой 3. Кожух устанавливается в поддерживающее кольцо 2, предназначенное для удержания всей измерительной ячейки в крышке термостата 2 (см. рис. 3.3) или в подставке 6 (см. рис. 3.1). На дне

измерительного сосуда расположен фильтр 9, соединенный с пипеткой. В поддерживающем кольце установлен штатив 6, предназначенный для перемещения всей измерительной ячейки. На штативе расположен зажим 7, предназначенный для исключения перелома трубки 5, надетой на пипетку 4.

Фильтр состоит из корпуса 15, сверху которого установлена пипетка. Пипетка закреплена с помощью уплотняющей прокладки 14, сальникового кольца 13 и накидной гайки 12. Снизу корпуса фильтра установлена фильтрующая сетка в оправке 17, поджимаемая снизу цилиндром 18. Для уплотнения оправки фильтрующей сетки служит прокладка 16. Прокладки 14 и 16 выполнены из бензомаслостойкой резины.

Работа блока регулирования заключается в поддержании заданной температуры потока теплоносителя, прокачиваемого насосом 12 через резервуар 11 (рисунок 3.5).

Температура теплоносителя в резервуаре измеряется датчиком 8, представляющим собой платиновый термометр сопротивления. Электронная схема управления сравнивает результат измерения с заданием, установленным оператором, и вычисляет текущее значение мощности, подводимой к нагревателю 7, так, чтобы температура теплоносителя соответствовала заданной. Вычисление может проводиться как по пропорционально-интегрально-дифференциальному закону (ПИД) с предварительно установленными коэффициентами регулирования, так и полностью автоматически – с самонастройкой в процессе работы.

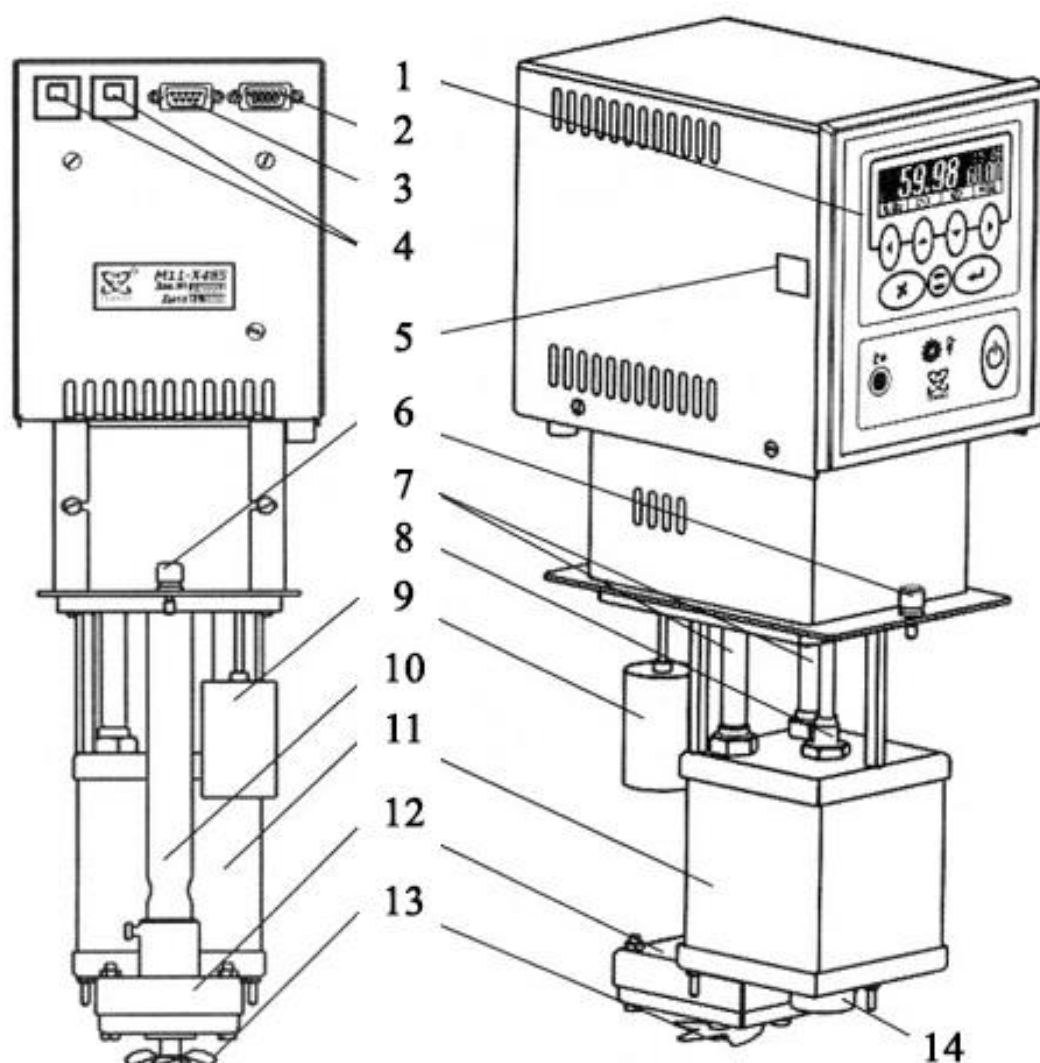


Рис. 3.5 – Устройство блока регулирования:

1 – лицевая панель; 2 – разъем интерфейса; 3 – разъем управления холодильной машиной; 4 – автоматические предохранители; 5 – разъем USB; 6 – фиксаторы для крепления блока регулирования на ванне; 7 – электрический нагреватель; 8 – встроенный управляющий датчик; 9 – поплавков датчика уровня теплоносителя; 10 – привод циркуляционного насоса; 11 – резервуар для размещения нагревателя и датчика температуры; 12 – циркуляционный насос; 13 – размещивающая крыльчатка; 14 – выходной патрубок насоса.

В зависимости от установленного задания (значения установки температуры или скорости ее изменения) и действительной температуры теплоносителя, электронная схема блока регулирования формирует команды управления мощностью холодильной машины, которые передаются адресату посредством интерфейса 3. Так достигается необходимое качество

регулирования температуры теплоносителя при минимальных затратах электроэнергии.

Система безопасности блока регулирования отключает двигатель насоса и нагреватель при срабатывании хотя бы одной из защит или неисправности управляющего датчика. При срабатывании системы безопасности раздается звуковой сигнал, загорается индикатор и на дисплей лицевой панели выводится информация о причине неисправности.

Встроенные электронные часы позволяют задавать время включения и выключения блока регулирования. В процессе работы блока регулирования на дисплее отображается температура теплоносителя, значение установки (задание), мощность нагрева, текущее время и дополнительная служебная информация. Установка режимов работы блока регулирования осуществляется органами управления, расположенными на лицевой панели 1.

Порядок работы:

1. Испытуемый образец дизельного топлива фильтровать через сухую фильтровальную бумагу при температуре не менее 15°C;
2. Наполнить измерительный сосуд 8 (рис. 3.4) испытуемым образцом дизельного топлива до метки;
3. Закрыть измерительный сосуд пробкой с находящимися в ней пипеткой с фильтром и термометром (см. рис. 3.3);
4. Поместить измерительный сосуд в кожух;
5. Соединить пипетку с вакуумной установкой при помощи шлангов, включить вакуум и установить воздушный поток так, чтобы U-образный манометр показывал падение давления 200 мм водяного столба во время всего испытания;
6. Начинать определение сразу после помещения измерительного сосуда в кожух. Если температура помутнения пробы известна, допускается начинать определение в момент, когда проба охлаждена до температуры, которая выше

температуры помутнения не менее чем на 5°C. В первом этапе охлаждения всегда надо применять баню с температурой минус (34±0,5)°C;

7. Дождаться когда температура пробы достигнет соответствующей величины. Соединить пипетку с вакуумом и включить секундомер;

8. Остановить секундомер после того, как топливо дойдет до метки на пипетке. Отключить вакуум;

9. Если время для засоса топлива до метки превышает 60 с, то определение прекращают и повторяют со свежей массой для испытания, начиная с более высокой температуры;

10. Операцию 9 повторять после каждого снижения температуры образца на 1°C до достижения температуры, при которой течение через фильтр прекращается, или пипетка не наполняется до метки в течение 60 с;

11. Записать температуру начала последней фильтрации;

12. Если после охлаждения согласно 10 и 13 или 14 проба заполняет пипетку до метки не дольше 60 с, но не стекает обратно в измерительный сосуд, то надо записать температуру начала фильтрации;

13. Если при температуре минус 20°C не прекращается течение топлива через фильтр, дальнейшее охлаждение ведут в охлаждающей бане с температурой минус (51±1)°C или в соответственно переключенном холодильнике и повторяют операцию (п.6) после каждого снижения температуры на 1 °C;

14. Если при температуре минус 35°C не прекращается течение топлива через фильтр, дальнейшее охлаждение ведут в бане с температурой минус (67±2) °C.

По результатам проведенных испытаний (п.5.1–5.2) сделать сравнительный анализ полученных значений показателей низкотемпературных свойств исследуемого образца дизельного топлива со значениями ГОСТа (табл. 3.1).

Таблица 3.1 – Сравнение значений показателей низкотемпературных свойств испытуемого топлива со значениями ГОСТа

№ п/п	Наименование показателей	Фактические значения	Значения по ГОСТ 305-2013	Отклонения от ГОСТ
1	Температура помутнения, °С			
2	Температура застывания, °С			
3	Предельная температура фильтруемости, °С			

6 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА И ЕГО ФОРМА

Отчет по лабораторной работе должен содержать следующее:

- ✓ название лабораторной работы;
- ✓ цель работы;
- ✓ краткое содержание теоретической части;
- ✓ порядок выполнения работы;
- ✓ расчетные формулы, рисунки, таблицы результатов;
- ✓ выводы к работе.

7 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие показатели характеризуют низкотемпературные свойства дизельных топлив?
2. Что такое температура помутнения дизельного топлива?
3. Что такое температура застывания дизельного топлива?
4. Перечислите методы улучшения низкотемпературных свойств дизельных топлив?
5. Что такое предельная температура фильтруемости дизельного топлива?
6. Опишите методику определения температуры помутнения и температуры застывания дизельного топлива?
7. Опишите устройство аппарата АТЗ-70-ПХП?
8. Опишите устройство аппарата «ПТФ»?

9. Опишите методику определения предельной температуры фильтруемости на аппарате «ПТФ»?

10. Маркировка дизельных топлив?

8 СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Эксплуатационные материалы для подвижного состава автомобильного транспорта: Учебник для вузов/Л.С. Васильева – М.: наука, 2014. – 423 с.

2. Галышев Ю.В., Зайцев А.Б., Шабанов А.Ю. Химмотология. Эксплуатационные материалы для двигателей внутреннего сгорания; учеб. Пособие. – СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та. 2009. – 296 с.

3. Гуреев, А. А. Химмотология / А. А. Гуреев, И. Г. Фукс, В. Л. Лашхи. – М.: Химия, 1986. – 368 с.

4. Капустин В.М. Нефтяные и альтернативные топлива с присадками и добавками. – М.: Колос С, 2008. – 232 с.

5. Картошкин А.П. Топливо для автотракторной техники: Справочник: учеб. Пособие для студ. Учреждений сред. Проф. Образования. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 192 с.

6. Покровский, Т. П. Топливо, смазочные материалы и охлаждающие жидкости / Т. П. Покровский. – М.: Машиностроение, 1985. – 200 с.

7. ГОСТ 20287-91 Нефтепродукты. Методы определения температур текучести и застывания.

8. ГОСТ 5066-91 Топлива моторные. Методы определения температуры помутнения, начала кристаллизации и кристаллизации.

9. ГОСТ 22254-92 Топливо дизельное. Метод определения предельной температуры фильтруемости на холодном фильтре.

4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВСПЫШКИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью выполнения лабораторной работы является следующее:

- 1) изучить устройство и принцип работы установки ТВЗ-2-ПХП;
- 2) усвоить и закрепить методику определения температуры вспышки дизельного топлива в закрытом тигле;
- 3) оценить качество исследуемого образца дизельного топлива.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: знает основные показатели, с помощью которых оценивается качество дизельного топлива (ПК-20)

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: умеет проводить измерительный эксперимент с использованием лабораторного оборудования, и оценивать результаты измерений (ПК-20)

Владения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: владеет навыками инструментального и визуального контроля качества дизельного топлива (ПК-44)

2 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Автомобильный транспорт потребляет значительную часть горюче-смазочных материалов, получаемых в процессе переработки природной нефти. Большинство этих материалов представляют собой легковоспламеняющиеся и горючие жидкости и являются пожаровзрывоопасными.

Пожаровзрывоопасность нефтепродуктов определяют с помощью показателей, приведенных в ГОСТ 12.1.044-89, к которым относятся:

- ✓ температура вспышки;
- ✓ температура воспламенения;

- ✓ температура самовоспламенения;
- ✓ температурные пределы распространения пламени и др.

Обычно загорание нефтепродуктов начинается со вспышки или взрыва смеси паров с воздухом. Если при этом количество выделившегося тепла достаточно для прогрева верхних слоев нефтепродукта и образования новых паров, то вспышка перейдет в воспламенение, и горение будет продолжаться до полного сгорания нефтепродукта.

Наименьшая температура, при которой над поверхностью нефтепродукта образуются пары, способные вспыхивать в воздухе от контакта с источником зажигания, называется температурой вспышки. При этом устойчивого горения при удалении источника не наблюдается.

Температура воспламенения нефтепродуктов – это наименьшая температура, при которой над поверхностью нефтепродукта образуются пары, способные вспыхивать в воздухе, и скорость их образования такова, что при воздействии на них источника зажигания наблюдается воспламенение. При этом горение продолжается и после удаления источника зажигания. Температура воспламенения обычно на 5-10°C выше температуры вспышки.

Температура вспышки горюче-смазочных материалов зависит от температуры начала их кипения, и от количества содержащихся в них легких фракций.

Существует два метода определения температуры вспышки нефтепродуктов: в открытом тигле по методу Кливленда (ГОСТ 4333-2014) и в закрытом тигле (ГОСТ 6356-75). Первый метод применим для нефтепродуктов, у которых температура вспышки выше 79°C.

Согласно ГОСТ 305-2013 температура вспышки дизельного топлива находится в пределах 40 – 62°C. Так, например, в условном обозначении дизельного топлива ДТ-Л-40-К2, цифра 40 означает температуру вспышки.

3 ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

Для выполнения работы необходимо следующее материальное обеспечение:

- ✓ образец дизельного топлива;
- ✓ растворитель;
- ✓ аппарат ТВЗ-2-ПХП.

4 УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Перед выполнением лабораторной работы все студенты должны ознакомиться с техникой безопасности и расписаться в соответствующем журнале.

1. Курить в лаборатории «Эксплуатационные материалы» запрещено.
2. Пользоваться спичками, зажигалками и т.п. без разрешения преподавателя запрещено.
3. При включении и работе с электронагревательными приборами емкости с нефтепродуктами должны находиться от них на расстоянии не менее 1 м.
4. Заполнение стеклянных цилиндров, колб и пробирок нефтепродуктами осуществлять на удаленном от источника тепла специальном столе.
5. Емкости, заполненные легкоиспаряющимися нефтепродуктами, в частности топливом, запрещено оставлять открытыми.
6. Включать электронагреватели (приборы для испытаний) можно только в том случае, если нефтепродукты залиты в емкости прибора, и он подготовлен к проведению испытания.
7. В случае воспламенения нефтепродуктов необходимо действовать следующим образом:
 - открыть электрический щиток и выключить электропитание лаборатории;
 - быстро отставить от пламени емкости с нефтепродуктами и

приступить к тушению;

➤ использовать для тушения песок, расположенный в лаборатории в специальном ящике красного цвета и (или) использовать для тушения огнетушители, висящие в лаборатории.

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

9. При работе со стеклянными сосудами (колбами, пробирками, вискозиметрами и т. д.) не употреблять излишних усилий во избежание поломки последних и пореза рук осколками стекла.

10. При испытании токсичного нефтепродукта или нефтепродукта, который выделяет токсичные вещества при разложении и горении, испытание проводить в вытяжном шкафу.

11. При работе с жидкостями на этиленгликолевой основе (антифриз, тормозная жидкость и т. п.) надо остерегаться попадания их в пищевой тракт и на слизистые оболочки глаз, губ и т. д. После работы с этими жидкостями надо тщательно вымыть руки с мылом.

12. Выливать остатки нефтепродуктов в канализацию запрещено.

13. После выполнения работы в лаборатории необходимо выключить все электронагревательные приборы, закрыть краны, закрыть пробками емкости с остатками нефтепродуктов, убрать сосуды с нефтепродуктами в специальный шкаф.

14. Все лабораторные работы должны проводиться в присутствии и с разрешения преподавателя.

5 ЗАДАНИЯ

5.1 Определение температуры вспышки дизельного топлива

В рамках данной лабораторной работы для определения минимальной температуры вспышки дизельного топлива в закрытом тигле используется

аппарат ТВЗ-2-ПХП, который разработан в соответствии с ГОСТ 6356-75, согласно которому в закрытом тигле нагреванием создается смесь паров нефтепродукта и воздуха, затем при соприкосновении с пламенем данная смесь воспламеняется.

Устройство аппарата ТВЗ-2-ПХП приведено на рисунке 4.1.

Подготовка аппарата к работе

Перед проведением испытания необходимо осуществить подготовку аппарата к работе в соответствии с требованиями ГОСТ 6356-75, следующим образом:

1. Установить аппарат на ровном устойчивом столе в таком месте, где нет заметного движения воздуха, и свет настолько затемнен, что вспышка хорошо видна;
2. Окружить аппарат с трех сторон экраном для защиты от движения воздуха;
3. Перед каждым испытанием тигель и крышку аппарата промыть растворителем, высушить, удаляя все следы растворителя, и охладить до температуры не менее чем на 17°C ниже предполагаемой температуры вспышки;
4. При испытании продуктов с температурой вспышки до 50°C нагревательный отсек охладить до температуры окружающей среды. Тигель должен иметь температуру образца.

После того, как проведена предварительная подготовка аппарата ТВЗ-2-ПХП, можно приступать к испытанию.

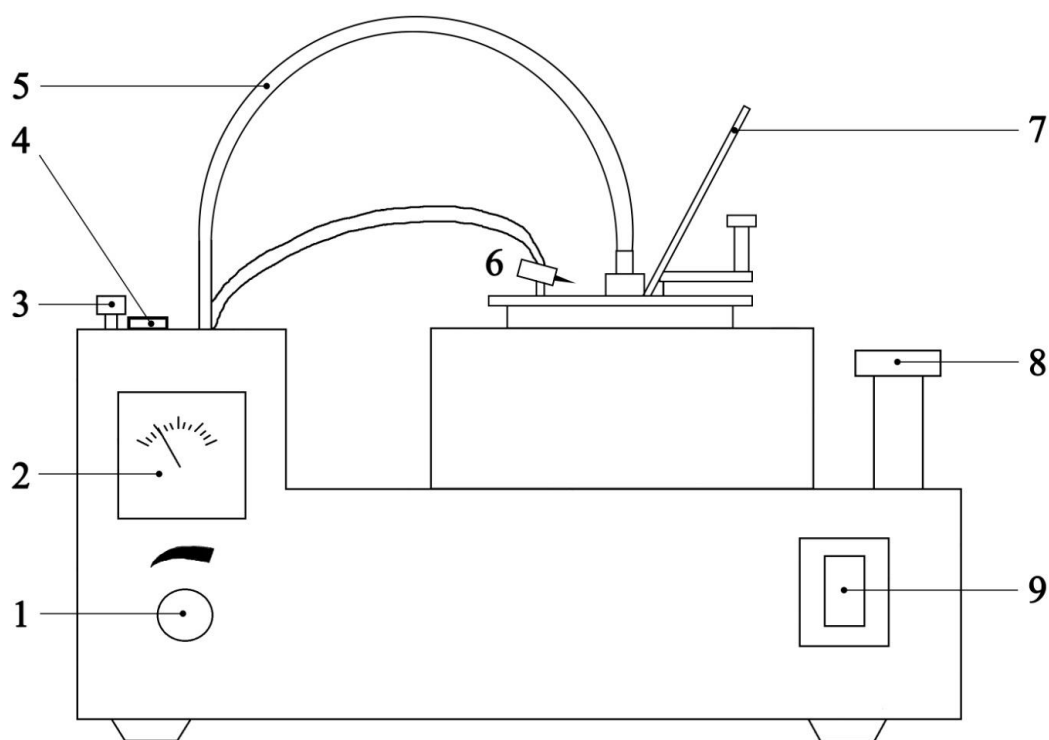


Рис. 4.1 – Устройство аппарата ТВЗ-2-ПХП:

1 – регулятор напряжения нагрева; 2 – вольтметр; 3 – регулировочный вентиль подачи газа; 4 – кнопка автоблокировки нагрева тигля/включения нагрева спирали электрического воспламенителя; 5 – привод размешивателя; 6 – головка узла воспламенения сменная (газовая/электрическая); 7 – термометр; 8 – подставка тигля; 9 – включение питания.

Порядок работы:

1. Налить испытуемый образец дизельного топлива в тигель до метки, не допуская смачивания стенок тигля выше указанной метки;
2. Тигель закрыть крышкой и установить его в нагревательную ванну и вставить термометр 7 (рис. 4.1);
3. Нагревать тигель с пробой сначала со скоростью 14 – 17°C в минуту. Когда температура пробы будет приблизительно на 56°C ниже предполагаемой температуры вспышки, скорость подогрева регулируют так, чтобы последние 28°C перед температурой вспышки нефтепродукт нагревался со скоростью 5-6°C в минуту;
4. Включить электродвигатель размешивателя;

5. При достижении температуры нефтепродукта на 17°C ниже предполагаемой вспышки начать определение температуры вспышки исследуемого образца;

6. Испытание на вспышку проводят при повышении температуры на каждый 1°C для продуктов с температурой вспышки до 104°C и на каждые 2°C для продуктов с температурой вспышки выше 104°C;

7. В момент испытания на вспышку выключить нагрев (кнопка 4, рис. 4.1) и включить нагрев спирали;

8. Засечь примерно 5 секунд для достижения спиралью максимальной температуры (спираль должна быть раскалена добела) и рукояткой приведите в действие расположенный на крышке механизм, открывающий заслонку и опускающий воспламенитель в тигель. При этом головка воспламенителя сама опустится вниз;

9. Пламя быстро опустить в паровое пространство, оставить в самом нижнем положении 1 секунду и поднять в верхнее положение;

10. Фиксировать вспышку образца дизельного топлива. За температуру вспышки принимают температуру, регистрируемую термометром при появлении первого синего пламени над частью или над всей поверхностью испытуемого нефтепродукта.

Значение температуры вспышки дизельного топлива сравнить со значением ГОСТа на дизельное топливо (Приложение А) и сделать заключение о соответствии испытуемой пробы требованиям стандарта.

6 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА И ЕГО ФОРМА

Отчет по лабораторной работе должен содержать следующее:

- ✓ название лабораторной работы;
- ✓ цель работы;
- ✓ краткое содержание теоретической части;
- ✓ порядок выполнения работы;

- ✓ расчетные формулы, рисунки, таблицы результатов;
- ✓ выводы к работе.

7 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как оценивается огнеопасность и взрывоопасность нефтепродуктов?
2. Что такое топливо?
3. Что называется температурой вспышки нефтепродуктов?
4. Что называется температурой воспламенения нефтепродуктов?
5. Какова стандартная температура вспышки в закрытом тигле автомобильных бензинов?
6. Какова стандартная температура вспышки в закрытом тигле для топлив быстроходных дизельных двигателей?
7. Какова стандартная температура вспышки в закрытом тигле для моторных масел поршневых двигателей?
8. Как указывается температура вспышки в маркировке дизельных топлив?
9. Как классифицируют огнеопасность топлив и масел в соответствии с температурой вспышки?
10. Каково устройство аппарата ТВЗ-2-ПХП?

8 СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Эксплуатационные материалы для подвижного состава автомобильного транспорта: Учебник для вузов/Л.С. Васильева – М.: наука, 2014. – 423 с.
2. Галышев Ю.В., Зайцев А.Б., Шабанов А.Ю. Химмотология. Эксплуатационные материалы для двигателей внутреннего сгорания; учеб. Пособие. – СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та. 2009. – 296 с.
3. Гуреев, А. А. Химмотология / А. А. Гуреев, И. Г. Фукс, В. Л. Лашхи. – М.: Химия, 1986. – 368 с.

4. Капустин В.М. Нефтяные и альтернативные топлива с присадками и добавками. – М.: Колос С, 2008. – 232 с.
5. Картошкин А.П. Топливо для автотракторной техники: Справочник: учеб. Пособие для студ. Учреждений сред. Проф. Образования. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 192 с.
6. Покровский, Т. П. Топливо, смазочные материалы и охлаждающие жидкости / Т. П. Покровский. – М.: Машиностроение, 1985. – 200 с.
7. ГОСТ 6356-75 Нефтепродукты. Метод определения температуры вспышки в закрытом тигле.

5 ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА МОТОРНОГО МАСЛА

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью выполнения лабораторной работы является следующее:

- 1) изучить устройство и принцип работы установки ТВО-2-ПХП;
- 2) изучить устройство и принцип работы установки ВУ-М-ПХП;
- 3) изучить основные показатели, с помощью которых оценивают качество моторных масел;
- 4) изучить и закрепить методики испытания моторных масел;
- 5) оценить качество исследуемого образца моторного масла.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: знает основные показатели, с помощью которых оценивается качество моторного масла (ПК-20)

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: умеет проводить измерительный эксперимент с использованием лабораторного оборудования, и оценивать результаты измерений (ПК-20)

Владения, приобретаемые студентами в результате освоения темы:
владеет навыками инструментального и визуального контроля качества моторного масла (ПК-44)

2 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Как известно, под трением понимают сопротивление относительному перемещению, возникающее между двумя телами в зонах соприкосновения поверхностей по касательным к ним. Различают следующие виды трения (рис. 5.1).

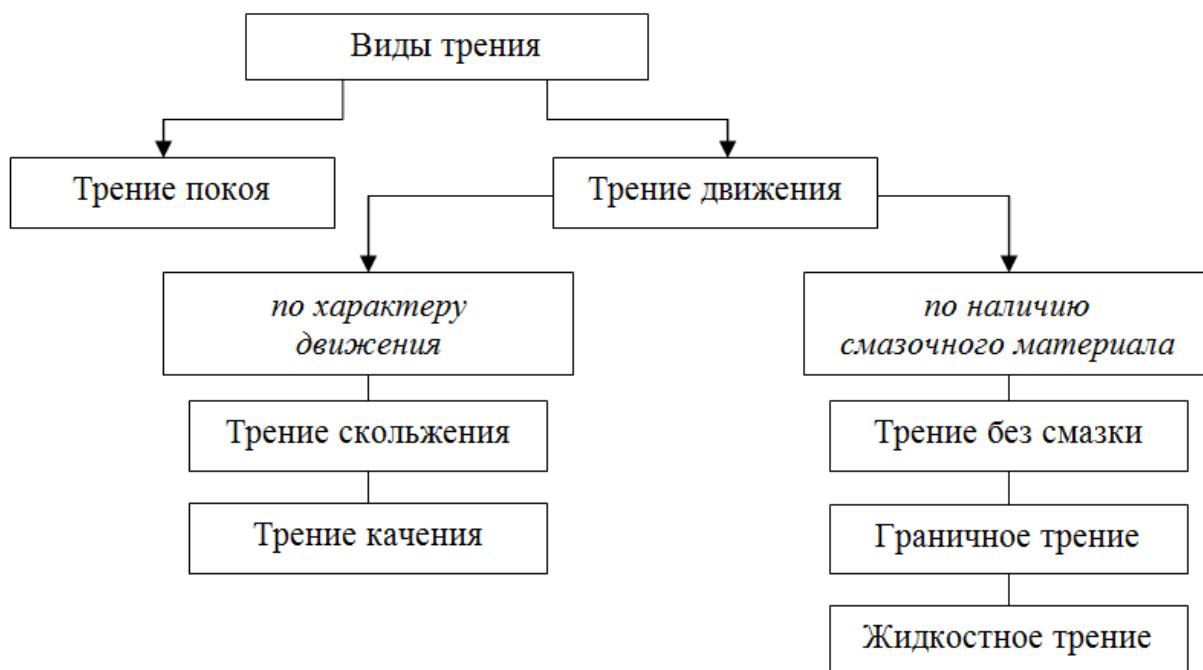


Рис. 5.1 – Виды трения

Все рассмотренные виды трения можно встретить в автомобильной технике. Основное назначение смазочных материалов, в том числе моторных масел, как раз и заключается в снижении трения между сопряженными деталями, а также в уменьшении износа деталей и защиты их поверхностей от коррозионного воздействия.

Смазочная система двигателя предназначена для подачи моторного масла к трущимся деталям двигателя. На большинстве современных автомобилей применяется комбинированная смазочная система, которая обеспечивает смазывание деталей двигателя под давлением и разбрызгиванием. Под давлением смазываются наиболее нагруженные детали двигателя – коренные и шатунные подшипники коленчатого вала, опорные подшипники распределительного вала и др.

Разбрызгиванием смазываются стенки цилиндров, поршни, пальцы, детали газораспределительного механизма и другие детали двигателя.

Следовательно, эффективная работа двигателя и его срок службы зависят, во-первых, от технического состояния смазочной системы, а, во-вторых, от качества применяемого моторного масла.

Моторные масла работают в условиях высоких температур и давления, находятся в контакте с различными металлами, продуктами сгорания, поэтому помимо выполнения своей основной функции, масла должны обеспечивать:

- ✓ эффективный отвод тепла от трущихся деталей;
- ✓ удаление из зон трения продуктов износа;
- ✓ предотвращение образования различных отложений (нагаров, шламов и т.п.);
- ✓ высокую стабильность при окислении, механическом воздействии и обводнении;
- ✓ нейтрализацию кислот, образующихся при сгорании топлива;
- ✓ малый расход масла при работе двигателя.

Качество моторных масел характеризуется показателями, которые нормируются соответствующим ГОСТом.

Данная лабораторная работа предусматривает определение некоторых показателей качества моторных масел, а именно: плотность, кинематическая вязкость, индекс вязкости (ИВ), температура вспышки, температура застывания.

3 ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

Для выполнения работы необходимо следующее материальное обеспечение:

- ✓ образец моторного масла;
- ✓ стеклянная палочка;
- ✓ предметное стекло;
- ✓ термометр электронный;
- ✓ спирт;
- ✓ растворитель;
- ✓ ветошь;
- ✓ секундомер;
- ✓ термостат КВ-ПХП;
- ✓ вискозиметр;
- ✓ установка для определения низкотемпературных свойств нефтепродуктов АТЗ-70-ПХП;
- ✓ аппарат ТВО-2-ПХП;
- ✓ вискозиметр Энглера ВУ-М-ПХП;
- ✓ мерный цилиндр емкостью 100 мл;
- ✓ нефтенсиметр с пределами измерения 850 - 950 кг/м³.

4 УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Перед выполнением лабораторной работы все студенты должны ознакомиться с техникой безопасности и расписаться в соответствующем журнале.

1. Курить в лаборатории «Эксплуатационные материалы» запрещено.
2. Пользоваться спичками, зажигалками и т.п. без разрешения преподавателя запрещено.
3. При включении и работе с электронагревательными приборами

емкости с нефтепродуктами должны находиться от них на расстоянии не менее 1 м.

4. Заполнение стеклянных цилиндров, колб и пробирок нефтепродуктами осуществлять на удаленном от источника тепла специальном столе.

5. Емкости, заполненные легкоиспаряющимися нефтепродуктами, в частности топливом, запрещено оставлять открытыми.

6. Включать электронагреватели (приборы для испытаний) можно только в том случае, если нефтепродукты залиты в емкости прибора, и он подготовлен к проведению испытания.

7. В случае воспламенения нефтепродуктов необходимо действовать следующим образом:

- открыть электрический щиток и выключить электропитание лаборатории;
- быстро отставить от пламени емкости с нефтепродуктами и приступить к тушению;
- использовать для тушения песок, расположенный в лаборатории в специальном ящике красного цвета и (или) использовать для тушения огнетушители, висящие в лаборатории.

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

9. При работе со стеклянными сосудами (колбами, пробирками, вискозиметрами и т. д.) не употреблять излишних усилий во избежание поломки последних и пореза рук осколками стекла.

10. При испытании токсичного нефтепродукта или нефтепродукта, который выделяет токсичные вещества при разложении и горении, испытание проводить в вытяжном шкафу.

11. При работе с жидкостями на этиленгликолевой основе (антифриз,

тормозная жидкость и т. п.) надо остерегаться попадания их в пищевой тракт и на слизистые оболочки глаз, губ и т. д. После работы с этими жидкостями надо тщательно вымыть руки с мылом.

12. Выливать остатки нефтепродуктов в канализацию запрещено.

13. После выполнения работы в лаборатории необходимо выключить все электронагревательные приборы, закрыть краны, закрыть пробками емкости с остатками нефтепродуктов, убрать сосуды с нефтепродуктами в специальный шкаф.

14. Все лабораторные работы должны проводиться в присутствии и с разрешения преподавателя.

5 ЗАДАНИЯ

5.1 Оценка моторного масла по внешним признакам

Исследуемый образец моторного масла налить в чистый стеклянный цилиндр, а также, используя стеклянную палочку поместить небольшое количество масла на предметное стекло.

Рассмотреть цилиндр в проходящем свете, оценить цвет образца.

Моторное масло не должно содержать взвешенных и осевших на дно цилиндра посторонних механических примесей и воды.

Рассмотреть предметное стекло с образцом на наличие механических примесей.

5.2 Определение плотности моторного масла

Налить в стеклянный цилиндр исследуемый образец моторного масла и дать ему отстояться. Поместить в цилиндр ртутный или электронный термометр и убедиться, что температура масла не превышает температуру окружающего воздуха более чем на 5°C.

Медленно погрузить в моторное масло сухой и чистый ареометр (нефтеденсиметр). Дождаться затухания колебаний и свободной плавучести

измерительного прибора и произвести отсчет показаний плотности (по верхнему краю мениска жидкости на шкале плотности) и температуры по соответствующим шкалам нефтенсимиетра (рис. 5.2).

Если температура масла, при которой определялась его плотность, отличается от стандартной температуры 20°C, то необходимо произвести пересчет плотности. Для этого воспользоваться формулой 5.1 и данными таблицы 5.1.

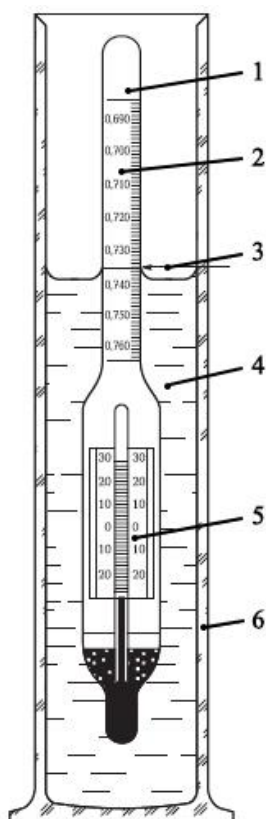


Рис. 5.2 – Прибор для определения плотности моторного масла:

1 – нефтенсимиетр (ареометр); 2 – шкала плотности; 3 – верхний край мениска; 4 – проба моторного масла; 5 – термометр; 6 – стеклянный цилиндр.

$$\rho_{20} = \rho_t + \gamma \cdot (t - 20), \quad (5.1)$$

где ρ_t – плотность при температуре испытания, г/см³;

ρ_{20} – плотность при температуре 20°C, г/см³;

γ – температурная поправка;

t – температура моторного масла в момент испытания, °C.

Таблица 5.1 – Средние температурные поправки плотности нефтепродуктов

Замеренная плотность нефтепродуктов, г/см ³	Температурная поправка на 1°C	Замеренная плотность нефтепродуктов, г/см ³	Температурная поправка на 1°C
0,6900 – 0,6999	0,000910	0,8400 – 0,8499	0,000712
0,7000 – 0,7099	0,000897	0,8500 – 0,8599	0,000699
0,7100 – 0,7199	0,000884	0,8600 – 0,8699	0,000686
0,7200 – 0,7299	0,000870	0,8700 – 0,8799	0,000673
0,7300 – 0,7399	0,000857	0,8900 – 0,8999	0,000647
0,7400 – 0,7499	0,000844	0,9000 – 0,9099	0,000633
0,7500 – 0,7599	0,000831	0,9100 – 0,9199	0,000620
0,7600 – 0,7699	0,000818	0,9200 – 0,9299	0,000607
0,7700 – 0,7799	0,000805	0,9300 – 0,9399	0,000594
0,7800 – 0,7899	0,000792	0,9400 – 0,9499	0,000581
0,7900 – 0,7999	0,000778	0,9500 – 0,9599	0,000567
0,8000 – 0,8099	0,000765	0,9600 – 0,9699	0,000554
0,8100 – 0,8199	0,000752	0,9700 – 0,9799	0,000541
0,8200 – 0,8299	0,000738	0,9800 – 0,9899	0,000528
0,8300 – 0,8399	0,000725	0,9900 – 0,9999	0,000515

5.3 Определение кинематической вязкости моторного масла

В соответствии с ГОСТ 33-2016 при определении кинематической вязкости моторного масла применяют стандартный вискозиметр типа ВПЖ-2 (рис. 5.3).

При выполнении опыта использовать чистый сухой вискозиметр. Для того чтобы поместить образец моторного масла в вискозиметр необходимо:

- надеть резиновую трубку на трубку 1 вискозиметра;
- зажать пальцем колено 2 и перевернуть вискозиметр;
- опустить колено 3 в стакан с испытуемым образцом моторного масла;
- используя резиновую грушу засосать масло до метки M_2 , при этом следить, чтобы в масле не образовались пузырьки воздуха;

- вынуть вискозиметр из стакана и быстро перевернуть в нормальное положение;
- надеть на колено 3 резиновую трубку.

Далее залить в термостатируемую ванну (рис. 5.4) 25%-ный раствор азотнокислого аммония по ГОСТ 22867. Уровень жидкости в ванне должен быть достаточной глубины, чтобы в момент измерения расстояния от образца в вискозиметре до верхнего уровня жидкости в ванне и от образца до дна ванны были не менее 20 мм.

Установить вискозиметр в водяную баню.

Включить питание термостата и установить требуемую температуру термостатирования, включив одну из клавиш 13, в первом случае $50^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$, во втором – $100^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$. Включить клавишу НАГРЕВ. После стабилизации температуры выдержать вискозиметр с топливом в термостате 10 – 15 минут, чтобы он прогрелся до температуры испытания.

Затем, используя резиновую грушу, аккуратно засосать масло в колено 3 вискозиметра на 7 – 10 мм выше риски M_1 расширения 4. Снять резиновую грушу и с помощью секундомера засечь время истечения моторного масла от метки M_1 до метки M_2 .

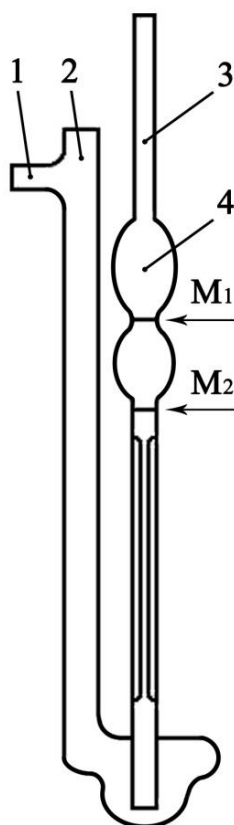


Рис. 5.3 – Вискозиметр типа ВПЖ-2:

1 – отводная трубка; 2 – широкое колено; 3 – тонкое колено; 4 – расширение; M_1 , M_2 – риски.

Повторить опыт 3 раза.

По формуле 5.2 рассчитать кинематическую вязкость испытуемого образца моторного масла и заполнить таблицу 5.2.

$$\nu = c \cdot t_{CP}, \quad (5.2)$$

где ν – кинематическая вязкость моторного масла, $\text{мм}^2/\text{с}$;

c – постоянная вискозиметра, $\text{мм}^2/\text{с}^2$ (указана в паспорте на вискозиметр);

t_{CP} – среднеарифметическое отсчетов времени истечения, с.

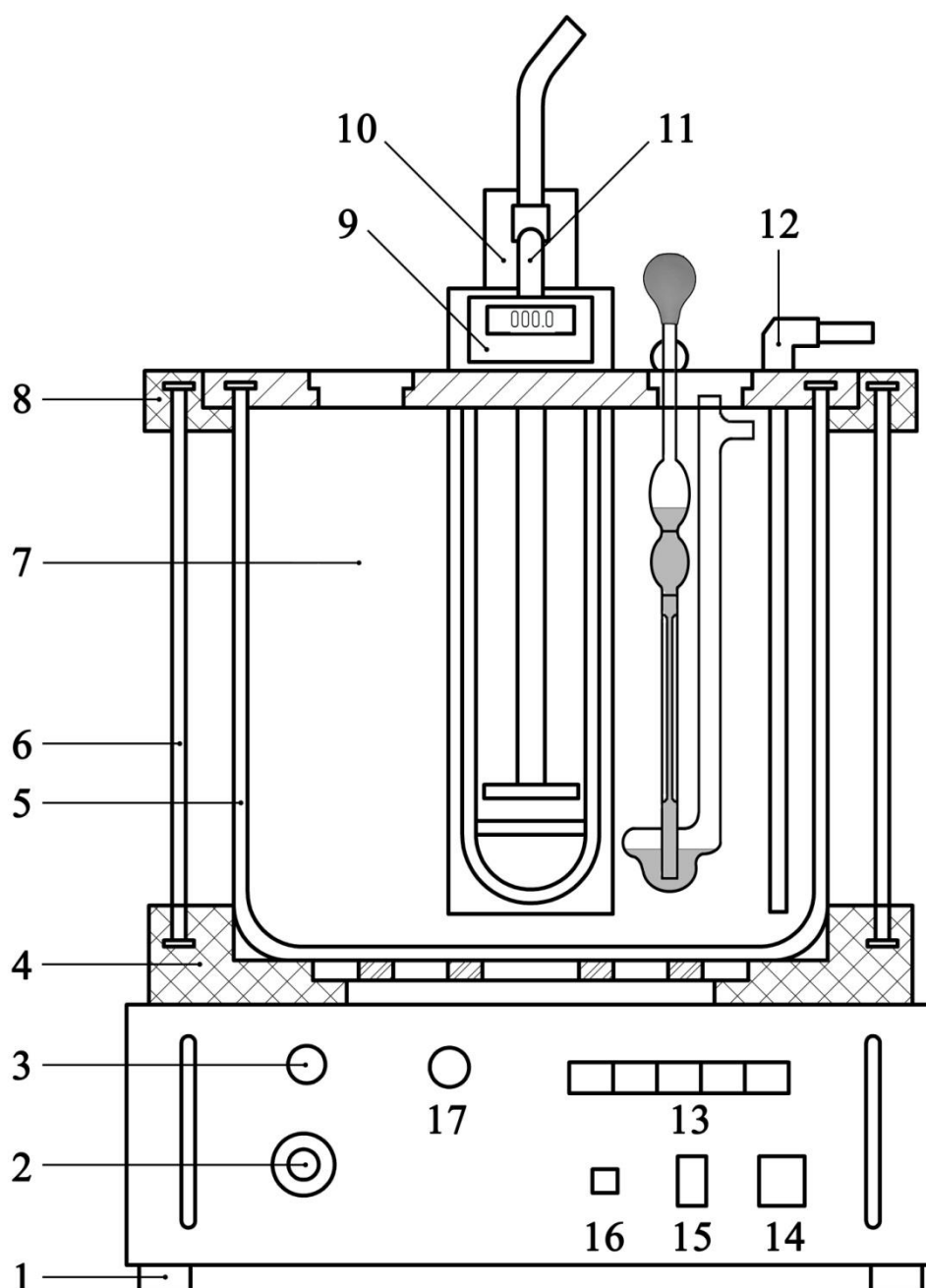


Рис. 5.4 – Термостат КВ-ПХП:

1 – резиновые ножки термостата; 2 – регулятор точной подстройки температуры; 3 – светодиодный указатель работы основного нагревателя; 4 – нижний резинобрекер; 5 – внутренняя стеклянная термостатируемая ванна; 6 – защитный термостатируемый кожух из оргстекла; 7 – термостатируемая жидкость; 8 – верхний резинобрекер; 9 – контрольный термометр; 10 – мешалка лопастная; 11 – чувствительный термодатчик; 12 – штуцер для залива или откачивания воды; 13 – клавиша выбора режима нагрева; 14 – клавиша включения нагрева; 15 – клавиша включения питания; 16 – клавиша включения вспомогательного нагревателя; 17 – светодиодный указатель работы вспомогательного нагревателя.

Таблица 5.2 – Результаты испытаний на вискозиметре ВПЖ-2

Температура испытания, °С	Время истечения, с			Среднее значение времени истечения, с	Кинематическая вязкость, мм ² /с
	I	II	III		
50					
100					

5.4 Определение условной вязкости моторного масла

Для определения условной вязкости испытуемого образца моторного масла используется вискозиметр Энглера ВУ-М-ПХП (рис. 5.5), который разработан в соответствии с требованиями стандарта ГОСТ 6258-85.

Порядок работы:

1. Используя спирт промыть внутренний резервуар 9 и трубку истечения жидкости 12, вытереть насухо чистой мягкой материей и установить его на внешний резервуар 11;
2. Залить во внешний резервуар 11 воду (температура определения вязкости до 80°C) или масло (температура определения вязкости 50 – 100°C);
3. Установить температуру в наружном резервуаре на нужное значение с помощью терморегулятора 2;
4. Предварительно подогреть испытуемый образец моторного масла несколько выше заданной температуры испытания;
5. Залить моторное масло во внутренний резервуар таким образом, чтобы не образовывались пузырьки воздуха, а уровень масла должен быть на 1 – 1,5 мм ниже остриев штифтов, при этом трубка истечения жидкости 12 должна быть закрыта деревянной пробкой 7;
6. Довести температуру испытуемого моторного масла до 50°C (во втором случае до 100°C), после чего выждать 5 минут;
7. Разместить на подставке 13 точно по центру приемную колбу 3;

8. Быстро вынуть деревянную пробку 7 и одновременно включить секундомер. Когда объем жидкости в приемной колбе точно достигнет значения 200 мл, выключить секундомер;

9. Повторить измерения два раза;

10. Полученные результаты занести в таблицу 5.3.

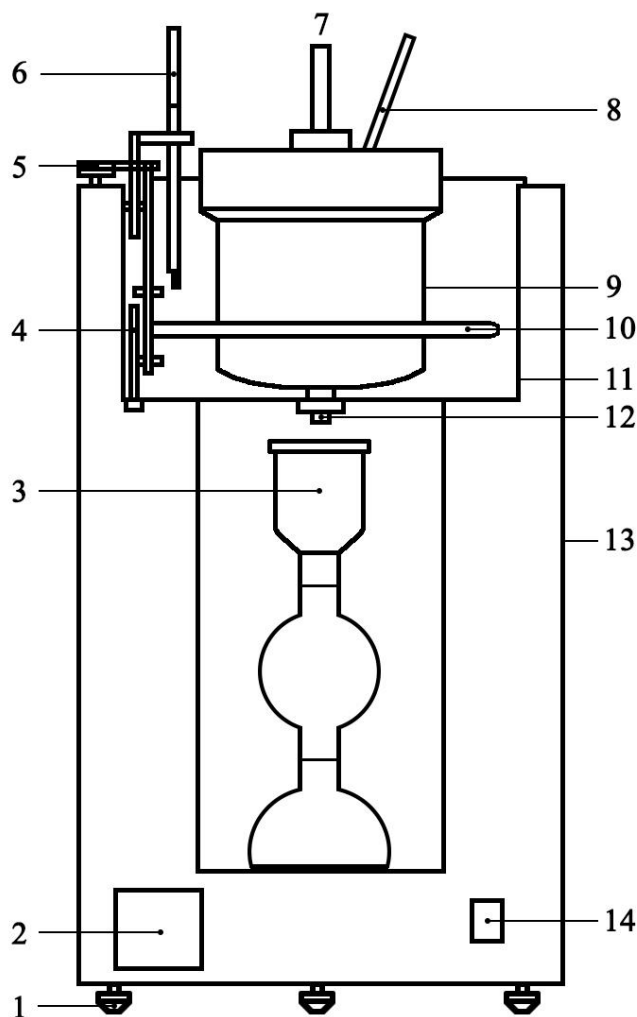


Рис. 5.5 – Устройство вискозиметра Энглера ВУ-М-ПХП:

1 – регулировочный болт; 2 – терморегулятор; 3 – приемная колба; 4 – контрольная головка; 5 – электрическая мешалка с пассивиком; 6 – термометр для контроля температуры бани; 7 – деревянная пробка; 8 – термометр для контроля температуры нефтепродукта; 9 – внутренний резервуар; 10 – нагреватель; 11 – внешний резервуар; 12 – трубка истечения жидкости; 13 – подставка; 14 – выключатель питания.

Погрешность измерения между двумя определениями не должна превышать:

- при времени истечения до 250 с 1 с;
- при времени истечения от 251 с до 500 с 2 с;
- при времени истечения от 501 с до 1000 с 5 с;
- при времени истечения более 1001 с 10с.

Таблица 5.3 – Результаты испытаний на вискозиметре Энглера ВУ-М-ПХП

Температура испытания, °С	Время истечения, с		Среднее значение времени истечения, с
	I	II	
50			
100			

Используя данные таблицы 5.3 по формуле 5.3 рассчитать условную вязкость моторного масла.

$$BY_t = \frac{T_t}{T_{H_2O}}, \quad (5.3)$$

где T_t – среднее значение времени истечения из вискозиметра 200 мл моторного масла при температуре t , с;

T_{H_2O} – постоянная истечения воды, $T_{H_2O} = 51$ с.

Зная условную вязкость испытуемого образца моторного масла можно определить значение кинематической вязкости по следующей формуле:

$$\nu_t = 7,24 \cdot BY_t - 6,25 / BY_t. \quad (5.4)$$

5.5 Определение индекса вязкости моторного масла по номограмме

Для быстрого определения индекса вязкости можно воспользоваться специальной номограммой (рис. 5.6), составленной на основе значений

кинематической вязкости моторного масла при температурах 50°C и 100°C. Чтобы определить индекс вязкости (ИВ) исследуемого образца моторного масла, необходимо взять значения кинематической вязкости из таблицы 5.2. Затем восстановить перпендикуляры от соответствующих значений вязкости. Точка пересечения с прямой на монограмме покажет индекс вязкости исследуемого образца моторного масла.

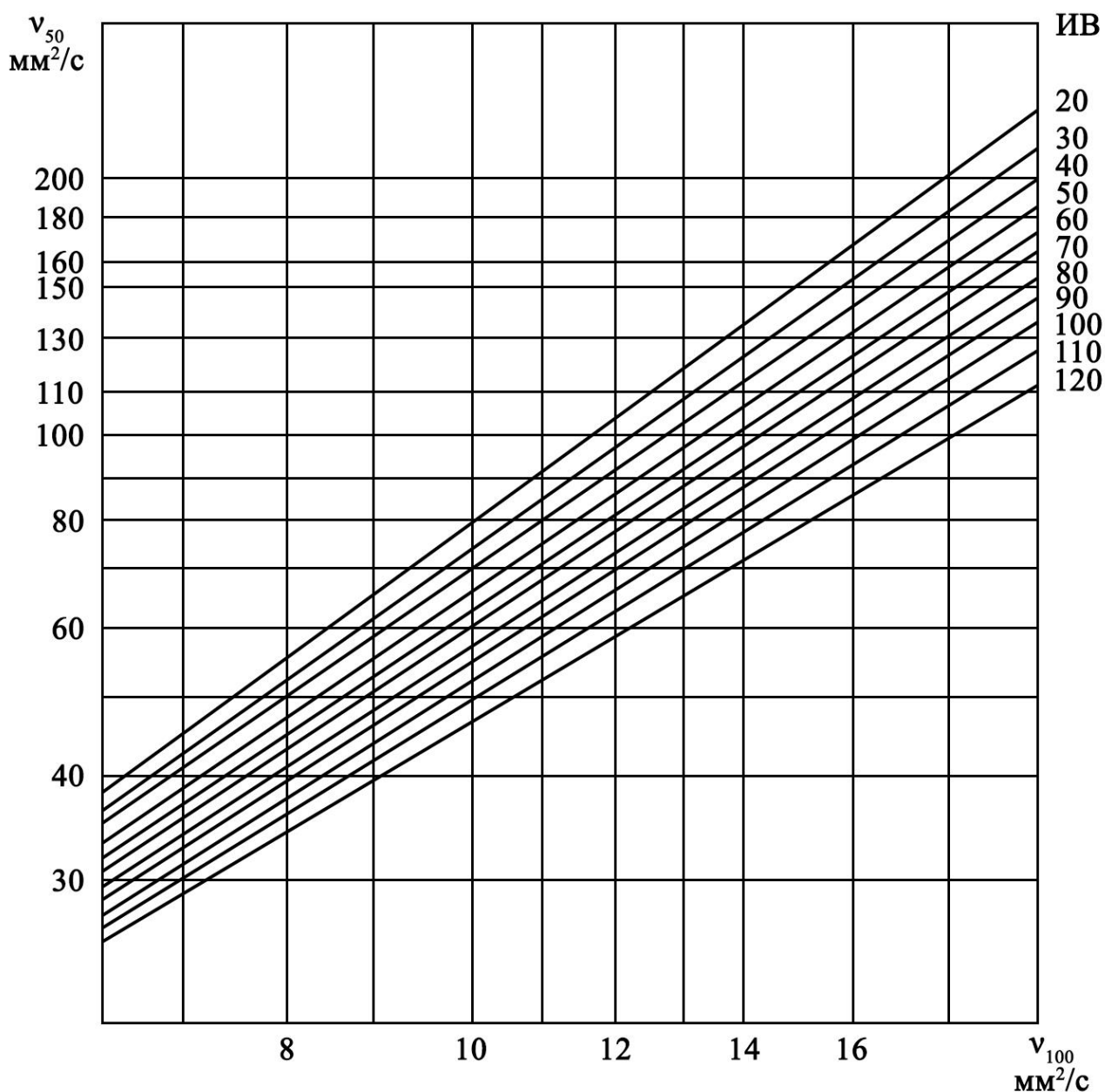


Рис. 5.6 – Номограмма для определения индекса вязкости моторного масла

5.4 Определение температуры застывания моторного масла

В рамках данной лабораторной работы для определения температуры застывания используется аппарат АТЗ-70-ПХП, который предназначен для испытаний нефтепродуктов при определении температуры текучести и застывания по ГОСТ 20287-91 и ISO 3061 (ASTM D 97) и температуры помутнения, начала кристаллизации и кристаллизации по ГОСТ 5066-91 (ASTM D 2500). Внешний вид аппарата АТЗ-70-ПХП представлен на рисунке 5.7.

Порядок работы:

1. Установить в гнезда охлаждающей бани комплекты сдвоенных испытательных пробирок. При определениях низкотемпературных характеристик ниже 0°C, во внутреннюю цилиндрическую пробирку с риской 9 наливают исследуемый образец моторного масла, а между внутренней 9 и внешней 10 пробирками – небольшое количество этанола, для ускорения охлаждения, при этом уровень этанола во внешней пробирке должен быть выше уровня пробы во внутренней пробирке;

2. Плотнo закрыть сдвоенную испытательную пробирку с предварительно надетой резиновой пробкой 6, устанавливают в неё контрольный термометр 7, на гнездо бани надевают резиновое уплотнительное кольцо 8. В свободном гнезде при одиночном тесте также должна быть установлена пустая испытательная пробирка с пробкой и уплотнительное кольцо;

3. Произвести установку требуемой температуры на термоконтроллере 1;

4. Установить переключатель охлаждения в положение ВКЛ, и аппарат начинает процесс охлаждения;

5. В течение приблизительно 5–7 мин происходит процесс подготовки и начала охлаждения, далее температура бани начинает плавно и быстро понижаться. Когда температура охлаждающей бани достигает требуемой, установленной на табло термоконтроллера, автоматика плавными колебаниями

температуры, начинает её стабилизацию, колебания постепенно уменьшаются, и, приблизительно через 5–10 минут после начала процесса, температура стабилизируется. Во время охлаждения продукта установленную температуру охлаждающей смеси поддерживают с погрешностью 1°C;

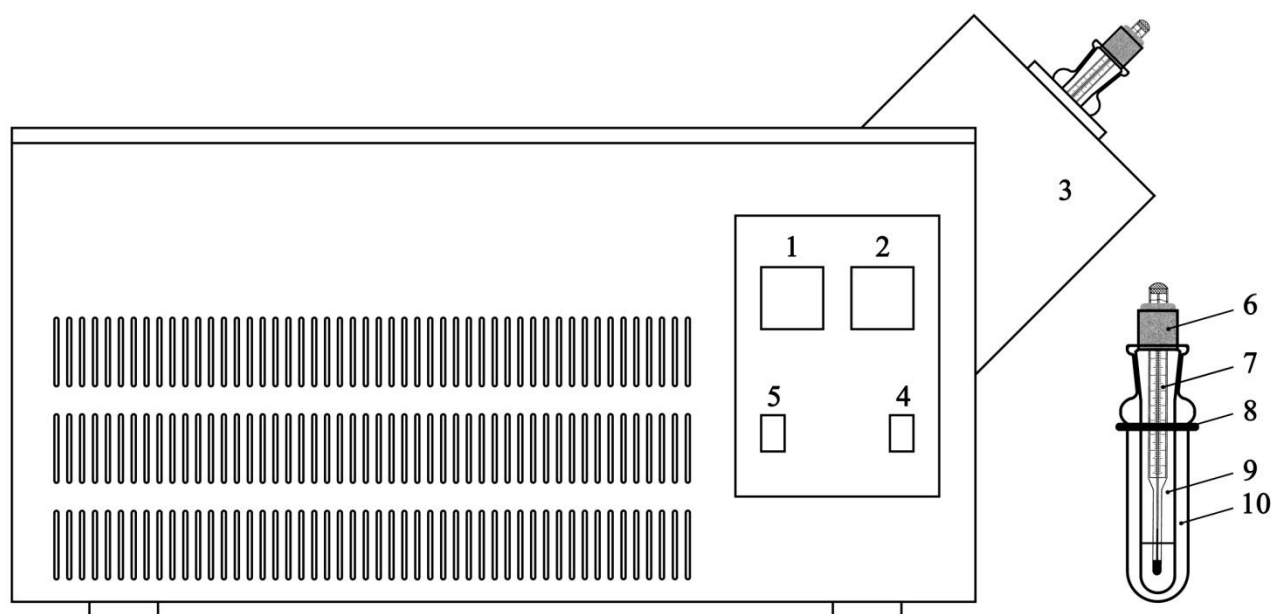


Рис. 5.7 – Аппарат АТЗ-70-ПХП:

1 – термоконтроллер управления температурой в гнездах бани; 2 – система автоматического времени (секундомер); 3 – поворотный блок аппарата с двумя гнездами; 4 – выключатель питания; 5 – выключатель охлаждения; 6 – пробка; 7 – термометр контрольный; 8 – резиновое кольцо по диаметру гнезда бани; 9 – внутренняя пробирка; 10 – наружная пробирка.

6. *Определение температуры застывания согласно ГОСТ 20287-91:*

6.1 Поместить пробирку с моторным маслом и термометром в жидкостный термостат КВ-ПХП (рис. 5.4), нагретый до $50 \pm 1^\circ\text{C}$, и выдержать до тех пор, пока масло не примет температуру бани;

6.2 Вынуть пробирку с моторным маслом и закрепить на штативе, оставить до тех пор, пока образец масла не охладится до температуры $35 \pm 5^\circ\text{C}$;

6.3 Установить пробирку в гнездо охлаждающей бани;

6.4 Когда масло в пробирке примет температуру, намеченную для определения застывания, наклонить поворотный блок 3, при этом сработает секундомер 2, установленный на 1 минуту, и, не вынимая пробирку, выдержать в таком положении;

6.5 Осторожно вынуть пробирку из гнезда охлаждающей бани, быстро протереть салфеткой, смоченной в спирте, и наблюдать, не сместился ли мениск исследуемого образца моторного масла;

6.6 Если мениск сместился, то вынуть внутреннюю пробирку и снова подогреть ее до $50 \pm 1^\circ\text{C}$;

6.7 Провести новое определение при температуре на 4°C ниже предыдущей до тех пор, пока при некоторой температуре мениск не перестанет смещаться;

6.8 Температура, при которой мениск перестает смещаться в течение 1 минуты, принимают за температуру застывания.

5.4 Определение температуры вспышки моторного масла

В рамках данной лабораторной работы для определения минимальной температуры вспышки моторного масла в открытом тигле используется аппарат ТВО-2-ПХП, который разработан в соответствии с ГОСТ 4333-2014, согласно которому в открытом тигле нагреванием создается смесь паров нефтепродукта и воздуха, затем при соприкосновении с пламенем данная смесь воспламеняется.

Устройство аппарата ТВО-2-ПХП приведено на рисунке 5.8.

Подготовка аппарата к работе

Перед проведением испытания необходимо осуществить подготовку аппарата к работе в соответствии с требованиями ГОСТ 4333-2014, следующим образом:

1. Установить аппарат на ровном устойчивом столе в таком месте, где нет заметного движения воздуха, и свет настолько затемнен, что вспышка хорошо видна;

2. Окружить аппарат с трех сторон экраном для защиты от движения воздуха;

3. Перед каждым испытанием тигель Кливленда промыть растворителем, высушить, удаляя все следы растворителя, углеродистые отложения удалить с помощью металлической щетки;

4. Перед каждым испытанием охлаждать аппарат до температуры не менее чем на 17°C ниже предполагаемой температуры вспышки;

5. Установить тигель на электронагреватель;

6. Установить крепеж термометра 8 в строго вертикальном положении так, чтобы нижний конец термометра 7 находился на расстоянии примерно 6 мм от дна тигля и на равном расстоянии от центра и от стенок тигля.

После того, как проведена предварительная подготовка аппарата ТВО-2-ПХП, можно приступать к испытанию.

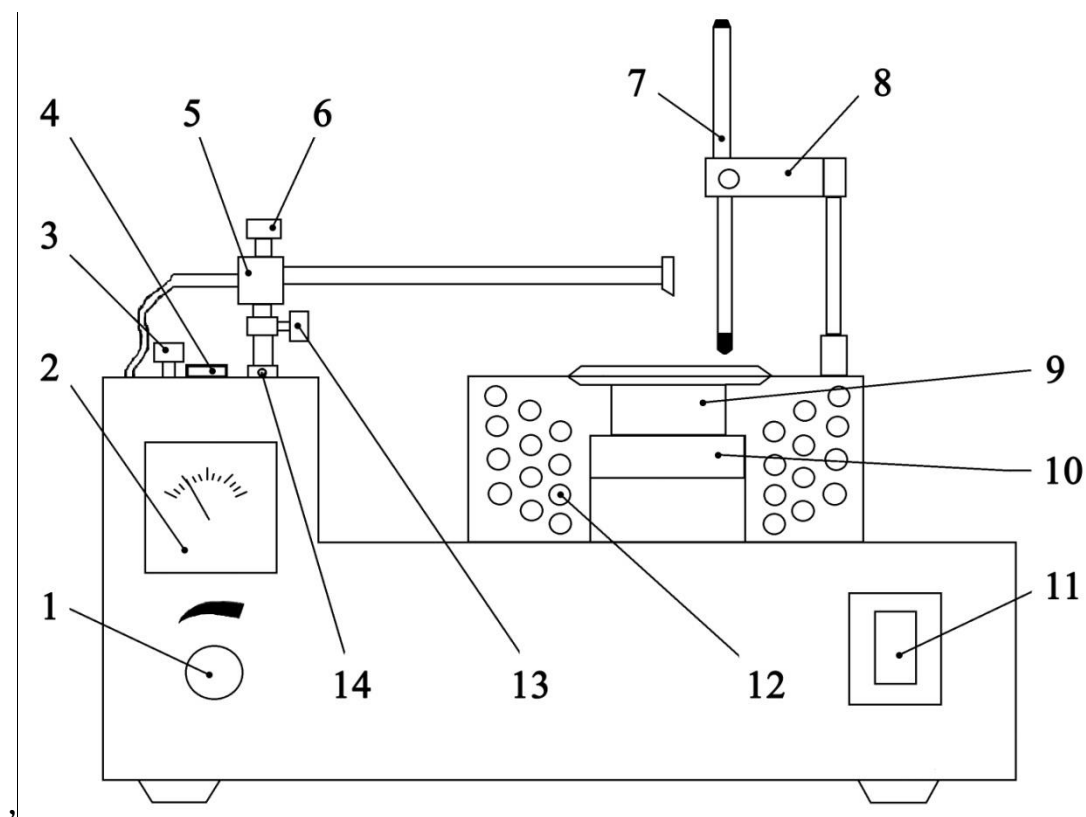


Рис. 5.8 – Устройство аппарата ТВО-2-ПХП:

1 – регулятор напряжения (нагрева); 2 – вольтметр; 3 – регулировочный вентиль подачи газа; 4 – кнопка автоблокировки нагрева тигля/включения нагрева спирали электрического воспламенителя; 5 – воспламенитель сменный; 6 – регулятор длины воспламенителя; 7 – термометр; 8 – крепеж термометра; 9 – тигель Кливленда; 10 – электронагреватель; 11 – выключатель питания; 12 – перфорация обшивки нагревателя; 13 – регулятор высоты воспламенителя; 14 – регулятор сектора движения воспламенителя.

Порядок работы:

1. Налить испытуемый образец моторного масла в тигель до метки, не допуская смачивания стенок тигля выше указанной метки;
2. Нагревать тигель с пробой сначала со скоростью 14-17°C в минуту. Когда температура пробы будет приблизительно на 56°C ниже предполагаемой температуры вспышки, скорость подогрева регулируют так, чтобы последние 28°C перед температурой вспышки нефтепродукт нагревался со скоростью 5-6°C в минуту;

3. Отрегулировать пламя таким образом, чтобы оно по форме было близко к шарiku диаметром 3 – 5 мм;

4. Начиная с температуры не менее чем на 28°C ниже температуры вспышки, каждый раз применять зажигательное устройство при повышении температуры пробы на 2°C. По мере нагрева продукта на каждые 2°C проводить пламя фитиля над центром тигля с испытуемым нефтепродуктом в одном направлении в течение 1 с;

5. Фиксировать вспышку образца моторного масла. За температуру вспышки принимают температуру, регистрируемую термометром при появлении первого синего пламени над частью или над всей поверхностью испытуемого нефтепродукта.

5.5 Определение вязкости смеси моторных масел по номограмме

Для определения вязкости смеси нефтепродуктов применяются различные номограммы. В данной работе используется номограмма Молина-Гурвича (рис. 5.9).

Так, например, известно, что смешиваются моторное масло А, вязкость которого составляет 30 мм²/с, и моторное масло В, вязкость которого – 10 мм²/с. Вязкость получаемой смеси моторных масел должна составлять 14 мм²/с. Необходимо определить объемное содержание каждого из исходных масел в смеси.

Последовательность действий следующая:

- нанести значение вязкости моторного масла А на ось ординат справа;
- нанести значение вязкости моторного масла В на ось ординат слева;
- соединить нанесенные значения вязкостей прямой линией;
- на линии отметить точку требуемой вязкости смеси моторных масел;
- из этой точки опустить перпендикуляр на ось абсцисс;
- определить объемное содержание моторных масел А и В в полученной смеси.

Согласно рис. 5.9 для требуемой вязкости ($14 \text{ мм}^2/\text{с}$) смеси моторных масел, объемное содержание моторного масла А в смеси составляет 32,5%, а моторного масла В – 67,5%.

Значение требуемой вязкости смеси моторных масел выдается преподавателем индивидуально каждому студенту.

Результаты, полученные по номограмме Молина-Гурвича, свести в таблицу 5.4.

Таблица 5.4 – Расчет показателей смеси моторных масел

Показатели	Величина вязкости, $\text{мм}^2/\text{с}$ (задается преподавателем)	Объемное содержание масла, %
Требуемая вязкость масла		
Вязкость моторного масла А		
Вязкость моторного масла В		

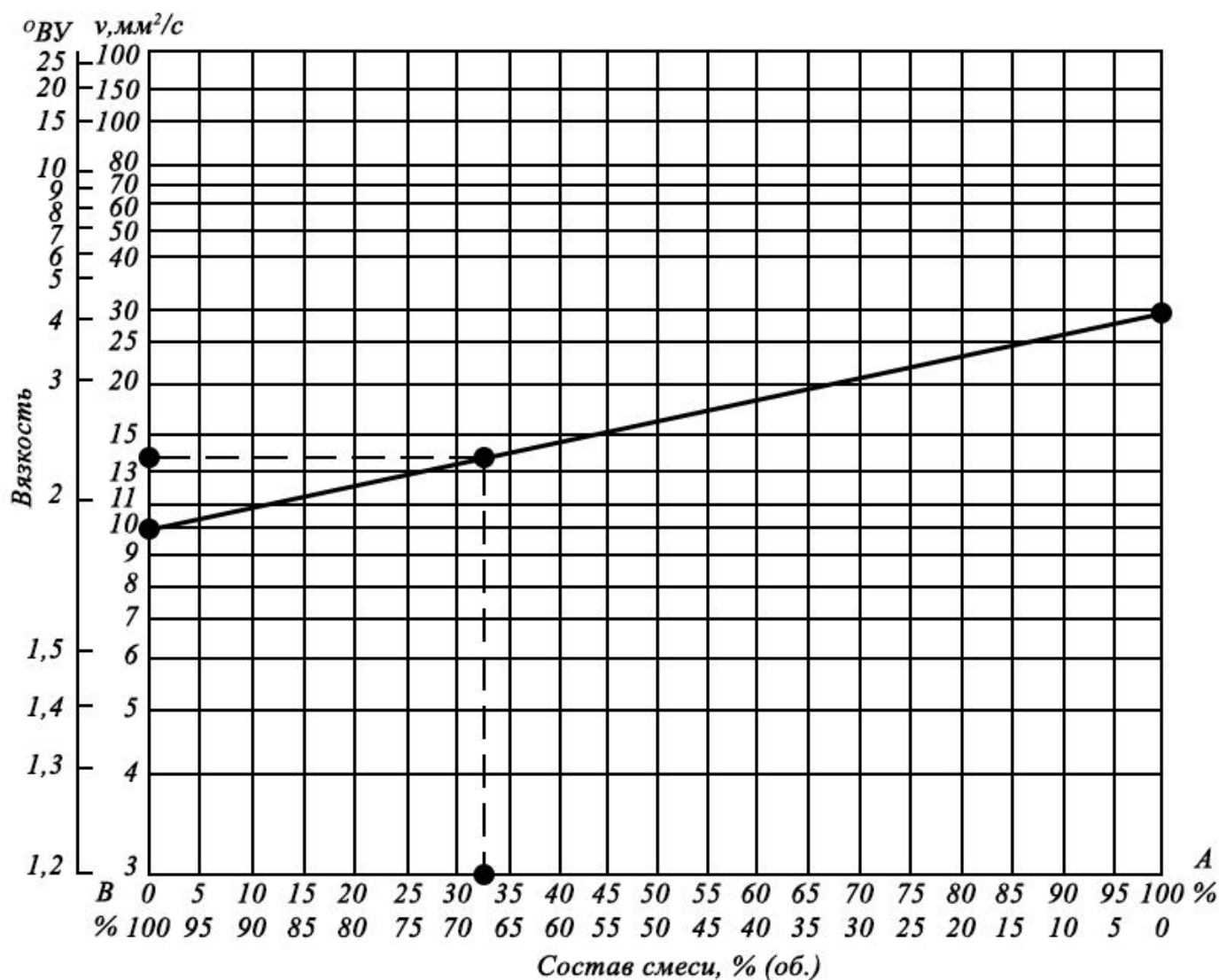


Рис. 5.9 – Номограмма Молина-Гурвича для определения вязкости смесей нефтепродуктов

После того, как было определено процентное соотношение масла каждой вязкости в смеси, по формуле 5.5 выполнить проверку.

$$V_{CM} = \frac{(\nu_A \cdot V_A + \nu_B \cdot V_B - k \cdot (\nu_A - \nu_B))}{100}, \quad (5.5)$$

где ν_A – вязкость моторного масла А, мм²/с;

ν_B – вязкость моторного масла В, мм²/с;

V_A – объемное содержание (по номограмме) моторного масла А в смеси, %;

V_B – объемное содержание (по номограмме) моторного масла В в смеси, %;

k – поправочный коэффициент (см. табл. 5.5).

Таблица 5.5 – Значения поправочного коэффициента k

A	10	20	30	40	50	60	70	80	90
B	90	80	70	60	50	40	30	20	10
k	6,7	13,1	17,9	22,1	25,5	27,9	28,2	25,0	17,0

Значения показателей, полученных в процессе выполнения лабораторной работы, необходимо занести в таблицу 5.6 и сравнить их со значениями ГОСТ на моторные масла. Сделать заключение о соответствии испытуемого образца моторного масла требованиям стандарта.

Таблица 5.6 – Сравнение значений показателей качества испытуемого образца моторного масла со значениями ГОСТа

№ п/п	Наименование показателей	Фактические значения	Значения по ГОСТ	Отклонения от ГОСТ
1	Плотность, кг/м ³			
2	Кинематическая вязкость при 50°C, мм ² /с			
3	Кинематическая вязкость при 100°C, мм ² /с			
4	Индекс вязкости			
5	Температура застывания, °C			
6	Температура вспышки, °C			

6 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА И ЕГО ФОРМА

Отчет по лабораторной работе должен содержать следующее:

- ✓ название лабораторной работы;
- ✓ цель работы;
- ✓ краткое содержание теоретической части;

- ✓ порядок выполнения работы;
- ✓ расчетные формулы, рисунки, таблицы результатов;
- ✓ выводы к работе.

7 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислите функции, выполняемые моторными маслами?
2. Перечислите эксплуатационные требования, предъявляемые к моторным маслам?
3. Маркировка моторных масел в соответствии с отечественным стандартом?
4. Маркировка моторных масел в соответствии с SAE?
5. Что такое индекс вязкости?
6. Единицы измерения кинематической, динамической и условной вязкости?
7. Опишите устройство аппарата Энглера ВУ-М-ПХП?
8. Что такое температура застывания моторного масла?
9. Что такое температура вспышки моторного масла?
10. Назовите причины изменения качества моторных масел?
11. Что такое присадки? Перечислите виды присадок для моторных масел? Механизм их действия?

8 СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Эксплуатационные материалы для подвижного состава автомобильного транспорта: Учебник для вузов/Л.С. Васильева – М.: наука, 2014. – 423 с.
2. Галышев Ю.В., Зайцев А.Б., Шабанов А.Ю. Химмотология. Эксплуатационные материалы для двигателей внутреннего сгорания; учеб. Пособие. – СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та. 2009. – 296 с.

3. Гуреев, А. А. Химмотология / А. А. Гуреев, И. Г. Фукс, В. Л. Лашхи. – М.: Химия, 1986. – 368 с.
4. Покровский, Т. П. Топливо, смазочные материалы и охлаждающие жидкости / Т. П. Покровский. – М.: Машиностроение, 1985. – 200 с.
5. Синельников А.Ф., Балабанов В.И. Автомобильные масла. Краткий справочник. М.:ООО «Книжное издательство «За рулем», 2005. – 176 с.
6. ГОСТ 3900-85 Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности.
7. ГОСТ 33-2016 Нефть и нефтепродукты. Прозрачные и непрозрачные жидкости. Определение кинематической и динамической вязкости.
8. ГОСТ 20287-91 Нефтепродукты. Методы определения температур текучести и застывания.
9. ГОСТ 4333-2014 Нефтепродукты. Методы определения температур вспышки и воспламенения в открытом тигле.

6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ВЯЗКОСТИ ЖИДКИХ НЕФТЕПРОДУКТОВ

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью выполнения лабораторной работы является следующее:

- 1) изучить устройство термостатирующего измерительного аппарата «Термостат А2М»;
- 2) изучить принцип работы термостатирующего измерительного аппарата «Термостат А2М»;
- 3) определить кинематическую вязкость нефтепродуктов на аппарате «Термостат А2М».

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: знает особенности изменения вязкости горюче-смазочных материалов в эксплуатации (ПК-20)

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: умеет проводить измерительный эксперимент с использованием лабораторного оборудования, и оценивать результаты измерений (ПК-20)

Владения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: владеет навыками инструментального контроля вязкости жидких нефтепродуктов (ПК-44)

2 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Термостат А2М предназначен для создания термостатированной рабочей среды и измерения ее температуры в лабораторных условиях и выполняет следующие функции:

- задание требуемой температуры в термостатируемой ванне;
- поддержание заданной температуры в термостатируемой ванне;
- измерение и отображение текущей температуры в термостатируемой ванне;
- индикацию работы нагревателя и звуковую сигнализацию различных режимов работы устройства;
- автоматический расчет кинематической вязкости исследуемых нефтепродуктов по ГОСТ 33-2016 одновременно для 3-х различных вискозиметров с предварительным заданием калибровочных постоянных этих вискозиметров и измерением времени истечения при помощи 3-х встроенных независимых секундомеров.

Термостат состоит из 3-х основных узлов (рис. 6.1):

1. Термостатированной ванны в корпусе с защитным кожухом;
2. Блока управления;
3. Держателей вискозиметров от 2 до 4.

Термостатированная ванна представляет собой нержавеющую сталь со стеклопакетами.

Блок управления включает в себя устройство перемешивания, нагреватель, датчик температуры и электронный блок, на передней панели которого, закреплены платы цифрового индикатора, клавиатуры (2), кнопка управления секундомерами (4) и разъем для подключения пульта управления секундомерами (3).

Блок питания и печатные платы блока управления термостата размещены на шасси электронного блока и соединены между собой разъемами.

Все узлы термостата расположены на шасси, которое выполняет функцию несущей конструкции. Корпус термостата соединен с ванной посредством монтажных плит.

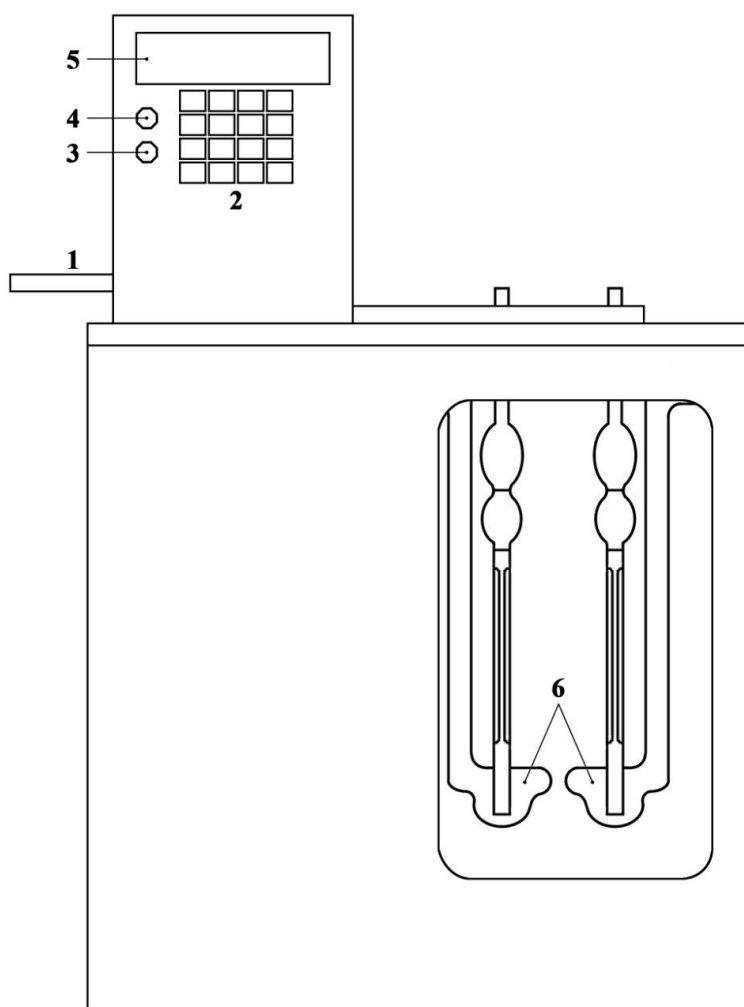


Рис. 6.1 – Устройство термостата А2М:

1 – устройство охлаждения; 2 – клавиатура; 3 – разъем для подключения пульта управления секундомерами; 4 – кнопка управления секундомерами; 5 – дисплей; 6 – вискозиметры.

Блок питания (БП) обеспечивает необходимые питающие напряжения для электронных блоков устройства.

Температура рабочей среды в термостатированной ванне измеряется с помощью термометра сопротивления (ТС). Аналогово-цифровой преобразователь (АЦП) преобразует электрический сигнал термометра сопротивления (ТС) в цифровой код, который поступает в микроконтроллер (МК) для обработки и преобразования в значение температуры. На цифровом индикаторе (ЦИ) отображается значение температуры и другая дополнительная информация в различных режимах работы термостата. Оператор с помощью клавиатуры управляет устройством.

Охлаждение рабочей среды происходит естественным образом или с помощью устройства охлаждения (УО), подключаемого при помощи шлангов к проточной воде.

Стабилизация температуры рабочей среды производится с помощью нагревательного элемента (ТЭН), который подключен через симисторный ключ (СК) к регулятору мощности (РМ). В зависимости от измеренной температуры МК управляет РМ, меняя подачу тепла в рабочую среду тем самым, достигая термостабилизации при заданной температуре.

Устройство перемешивания (УП), состоящее из электродвигателя и мешалки, позволяет достичь равномерного распределения температурного поля по всему объему рабочей среды.

Исходные данные о заданном режиме работы устройства заносятся в память прибора с клавиатуры.

Обозначение кнопок на клавиатуре представлено на рисунке 6.2, а их назначение в таблице 6.1.

C_3 +100°C	Сек. 3	Пароль 6	V_3 9
C_2 +50°C	Сек. 2	Звук 5	V_2 8
C_1 +40°C	Сек. 1	Трег. 4	V_1 7
g +20°C	Режим 0	СТОП	ПУСК

Рис. 6.2 – Обозначение кнопок на клавиатуре

Таблица 6.1 – Назначение кнопок клавиатуры термостата

Кнопка	Назначение
СТОП	осуществляет выход из текущего режима работы, прерывает набор любой команды
ПУСК	осуществляет запуск набранной команды
Режим	устанавливает требуемый режим работы прибора
$\frac{\text{Сек.}}{1}, \frac{\text{Сек.}}{2}, \frac{\text{Сек.}}{3}$	используются для выбора одного из трех встроенных независимых секундометров
$\frac{\text{Трег.}}{4}$	устанавливает требуемую температуру регулирования термостата
$\frac{\text{Звук}}{5}$	включает или выключает звуковую сигнализацию
$\frac{\text{Пароль}}{6}$	используется для защиты калибровочных процедур от несанкционированного доступа или случайной (ошибочной) перекалибровки прибора
$\frac{V_1}{7}, \frac{V_2}{8}, \frac{V_3}{9}$	используются для отображения рассчитанных значений кинематической вязкости для одного из трех вискозиметров
$\frac{g}{+20^\circ\text{C}}, \frac{C_1}{+40^\circ\text{C}}, \frac{C_2}{+50^\circ\text{C}}, \frac{C_3}{+100^\circ\text{C}}$	используются для быстрой установки соответствующей температуры регулирования, ввода ускорения силы тяжести g (ускорения свободного падения) для испытательной лаборатории и калибровочных постоянных вискозиметров

Для выполнения работы необходимо следующее материальное обеспечение:

- ✓ термостат А2М;
- ✓ масло медицинское вазелиновое;
- ✓ вискозиметры типа ВПЖ-2;
- ✓ образец нефтепродукта (дизельное топливо, масло).

4 УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Перед выполнением лабораторной работы все студенты должны ознакомиться с техникой безопасности и расписаться в соответствующем журнале.

1. Курить в лаборатории «Эксплуатационные материалы» запрещено.
2. Пользоваться спичками, зажигалками и т.п. без разрешения преподавателя запрещено.
3. При включении и работе с электронагревательными приборами емкости с нефтепродуктами должны находиться от них на расстоянии не менее 1 м.
4. Заполнение стеклянных цилиндров, колб и пробирок нефтепродуктами осуществлять на удаленном от источника тепла специальном столе.
5. Емкости, заполненные легкоиспаряющимися нефтепродуктами, в частности топливом, запрещено оставлять открытыми.
6. Включать электронагреватели (приборы для испытаний) можно только в том случае, если нефтепродукты залиты в емкости прибора, и он подготовлен к проведению испытания.
7. В случае воспламенения нефтепродуктов необходимо действовать следующим образом:
 - открыть электрический щиток и выключить электропитание лаборатории;

➤ быстро отставить от пламени емкости с нефтепродуктами и приступить к тушению;

➤ использовать для тушения песок, расположенный в лаборатории в специальном ящике красного цвета и (или) использовать для тушения огнетушители, висящие в лаборатории.

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

9. При работе со стеклянными сосудами (колбами, пробирками, вискозиметрами и т. д.) не употреблять излишних усилий во избежание поломки последних и пореза рук осколками стекла.

10. При испытании токсичного нефтепродукта или нефтепродукта, который выделяет токсичные вещества при разложении и горении, испытание проводить в вытяжном шкафу.

11. При работе с жидкостями на этиленгликолевой основе (антифриз, тормозная жидкость и т. п.) надо остерегаться попадания их в пищевой тракт и на слизистые оболочки глаз, губ и т. д. После работы с этими жидкостями надо тщательно вымыть руки с мылом.

12. Выливать остатки нефтепродуктов в канализацию запрещено.

13. После выполнения работы в лаборатории необходимо выключить все электронагревательные приборы, закрыть краны, закрыть пробками емкости с остатками нефтепродуктов, убрать сосуды с нефтепродуктами в специальный шкаф.

14. Все лабораторные работы должны проводиться в присутствии и с разрешения преподавателя.

5 ЗАДАНИЯ

5.1 Определение кинематической вязкости образца нефтепродукта

В соответствии с ГОСТ 33-2016 при определении кинематической вязкости жидких нефтепродуктов применяют стандартный вискозиметр типа ВПЖ-2 (рис. 6.3).

При выполнении опыта использовать чистый сухой вискозиметр. Для того чтобы поместить образец нефтепродукта в вискозиметр необходимо:

- надеть резиновую трубку на трубку 1 вискозиметра;
- зажать пальцем колено 2 и перевернуть вискозиметр;
- опустить колено 3 в стакан с испытуемым образцом нефтепродукта;
- используя резиновую грушу засосать нефтепродукт до метки M_2 , при этом следить, чтобы в нем не образовались пузырьки воздуха;
- вынуть вискозиметр из стакана и быстро перевернуть в нормальное положение;
- надеть на колено 3 резиновую трубку;

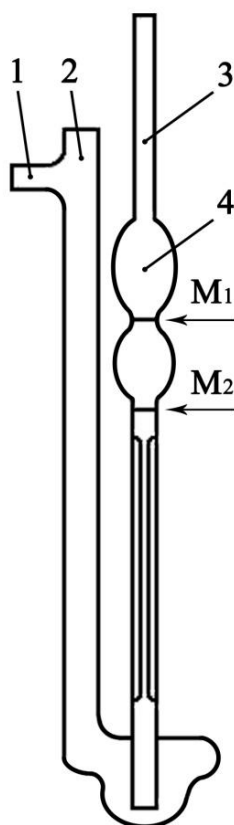


Рис. 6.3 – Вискозиметр типа ВПЖ-2:

1 – отводная трубка; 2 – широкое колено; 3 – тонкое колено; 4 – расширение; M_1 , M_2 – риски.

Затем необходимо подготовить термостат А2М к работе в следующей последовательности:

1. Заполнить ванну термостат рабочей жидкостью (масло медицинское вазелиновое) таким образом, чтобы ее уровень находился на расстоянии 5 см от верхней плоскости рабочей плиты;

2. Включить аппарат;

3. Нажать кнопку «СТОП» для выхода из текущего режима работы, далее нажать одну из кнопок $\frac{g}{+20^{\circ}\text{C}}, \frac{C_1}{+40^{\circ}\text{C}}, \frac{C_2}{+50^{\circ}\text{C}}, \frac{C_3}{+100^{\circ}\text{C}}$ для того чтобы установить фиксированную температуру регулирования (20, 40, 50 или 100°C);

4. Ввести значения калибровочных постоянных вискозиметров (аппарат позволяет хранить калибровочные постоянные для 3-х вискозиметров). Нажать кнопку «СТОП» для выхода из текущего режима работы, далее нажать кнопку «Режим», а затем одну из кнопок $\frac{C_1}{+40^{\circ}\text{C}}, \frac{C_2}{+50^{\circ}\text{C}}, \frac{C_3}{+100^{\circ}\text{C}}$ для ввода необходимого значения калибровочной постоянной вискозиметра;

5. Поместить вискозиметр (или несколько вискозиметров) с исследуемым образцом нефтепродукта в ванну термостата и закрепить его (их) на рабочей плите с помощью зажимов;

6. Нажать кнопку «СТОП» для выхода из текущего режима работы, для выбора необходимого секундомера нажать одну из кнопок $\frac{\text{Сек.}}{1}, \frac{\text{Сек.}}{2}, \frac{\text{Сек.}}{3}$. Нажимая кнопку перевести секундомер в необходимое состояние («Сброс», «Пуск», «Стоп»).

Термостат А2М выполняет автоматический расчет кинематической вязкости исследуемых нефтепродуктов по ГОСТ 33-2016 одновременно для 3-х различных вискозиметров. Аппарат выполняет расчет кинематической вязкости по следующей формуле:

$$\nu_i = \left(\frac{g}{9,80665} \right) \cdot C_i \cdot t_i, \quad (6.1)$$

где i – логический номер вискозиметра;

ν_i – кинематическая вязкость, мм²/с;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

C_i – калибровочная постоянная соответствующего вискозиметра, мм²/с²;

t_i – время истечения, измеренное соответствующим встроенным независимым секундомером, с.

Значения кинематической вязкости, полученных в процессе выполнения лабораторной работы, необходимо занести в таблицу 6.2 и сравнить их со значениями ГОСТ на соответствующие нефтепродукты. Сделать заключение о соответствии испытуемого образца нефтепродукта требованиям стандарта.

Таблица 6.2 – Сравнение полученных значений кинематической вязкости исследуемых образцов нефтепродуктов со значениями ГОСТа

№ п/п	Наименование нефтепродукта	Калибровочная постоянная вискозиметра, мм ² /с ²	Время истечения, с	Рассчитанное значение кинематической вязкости, мм ² /с	Значение кинематической вязкости по ГОСТ
1					
2					
3					

6 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА И ЕГО ФОРМА

Отчет по лабораторной работе должен содержать следующее:

- ✓ название лабораторной работы;
- ✓ цель работы;
- ✓ краткое содержание теоретической части;
- ✓ порядок выполнения работы;

- ✓ расчетные формулы, рисунки, таблицы результатов;
- ✓ выводы к работе.

7 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое вязкость?
2. Что такое кинематическая вязкость нефтепродуктов?
3. Что такое динамическая вязкость нефтепродуктов?
4. Что такое условная вязкость нефтепродуктов?
5. Назовите причины изменения вязкости нефтепродуктов при хранении?
6. Назовите причины изменения вязкости нефтепродуктов в процессе эксплуатации?
7. Как влияет вязкость бензина на его расход?
8. Опишите устройство аппарата «Термостат А2М»?
9. Какие функции выполняет аппарат «Термостат А2М»?
10. Каков порядок определения кинематической вязкости нефтепродуктов при выполнении лабораторной работы?

8 СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Эксплуатационные материалы для подвижного состава автомобильного транспорта: Учебник для вузов/Л.С. Васильева – М.: наука, 2014. – 423 с.
2. Галышев Ю.В., Зайцев А.Б., Шабанов А.Ю. Химмотология. Эксплуатационные материалы для двигателей внутреннего сгорания; учеб. Пособие. – СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та. 2009. – 296 с.
3. Гуреев, А. А. Химмотология / А. А. Гуреев, И. Г. Фукс, В. Л. Лашхи. – М.: Химия, 1986. – 368 с.

4. Картошкин А.П. Топливо для автотракторной техники: Справочник: учеб. Пособие для студ. Учреждений сред. Проф. Образования. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 192 с.

5. Синельников А.Ф., Балабанов В.И. Автомобильные масла. Краткий справочник. М.:ООО «Книжное издательство «За рулем», 2005. – 176 с.

6. ГОСТ 33-2016 Нефть и нефтепродукты. Прозрачные и непрозрачные жидкости. Определение кинематической и динамической вязкости.

7 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ В НЕФТЕПРОДУКТАХ

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью выполнения лабораторной работы является следующее:

- 1) изучить устройство и принцип работы аппарата МХП-ПХП;
- 2) усвоить и закрепить методику определения массовой доли механических примесей в нефтепродуктах;
- 3) определить массовую долю механических примесей в испытуемых образцах нефтепродуктов.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: знает основные факторы, от которых зависит содержание механических примесей в горюче-смазочных материалах (ПК-20)

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: умеет проводить измерительный эксперимент с использованием лабораторного оборудования, и оценивать результаты измерений (ПК-20)

Владения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: владеет навыками инструментального и визуального контроля качества горюче-смазочных материалов (ПК-44)

2 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В лабораторной работе №1 «Оценка основных показателей качества бензина», №2 «Определение марки образца дизельного топлива» и №5 «Определение основных показателей качества моторного масла» такой показатель как содержание механических примесей определялся визуально.

Для определения количественного содержания механических примесей в нефтепродуктах можно воспользоваться методикой, приведенной в ГОСТ 6370-83, применив специальный аппарат МХП-ПХП.

Аппарат МХП-ПХП предназначен для определения массовой доли механических примесей, таких как углеводород, смазочные материалы и добавки с точки зрения ГОСТ 6370-83 в нефти, жидких нефтепродуктах и присадках методом фильтрования (так называемый гравиметрический метод), для определения загрязнений в средних дистиллятах по EN 12662:1998 и определения содержания механических примесей в сырой нефти в соответствии с рекомендациями ASTM D 4807.

Сущность метода заключается в фильтровании испытуемых продуктов и определении массы механических примесей, задержанных фильтром. Для облегчения процедуры фильтрования пробу испытываемого продукта предварительно растворяют в бензине или толуоле и подогревают. Для ускорения и облегчения процедуры определения содержания механических примесей в медленно фильтрующихся растворах допускается фильтрование, как под вакуумом, так и с применением воронки для горячего фильтрования. Порцию образца выдерживают при температуре $(40 \pm 1)^\circ\text{C}$ или $(80 \pm 1)^\circ\text{C}$ в зависимости от растворителя в течение 30 минут и фильтруют при давлении от 2 до 5 кПа сквозь предварительно взвешенный фильтр.

Аппарат МХП-ПХП включает в свое устройство (рис. 7.1) водяной нагревательный блок 1 с автоматической мешалкой и блок управления и фильтрации 9 с вакуумным насосом и двумя штативными стойками 5. Кроме того, аппарат комплектуется набором лабораторной стеклянной посуды и

приспособлений, необходимых для проведения испытания. В таблице 7.1 представлены основные технические характеристики аппарата.

Таблица 7.1 – Технические характеристики аппарата МХП-ПХП

№ п/п	Технический параметр	Значение
1	Мощность водной нагревательной бани	2×500 Вт
2	Мощность вспомогательного нагревателя	90 Вт
3	Диапазон температур управляемого нагрева ванны	до + 90°С
4	Точность поддержания температуры нагрева водяной бани	± 1°С
5	Максимальная температура нагрева воронки для горячего фильтрования	+ 90°С
6	Диапазон разрежения встроенного вакуумного насоса	от 2 до 5 кПа
7	Мощность нагревателя воронки горячего фильтрования	90 Вт
8	Точность поддержания температуры воронки горячего фильтрования	± 4°С

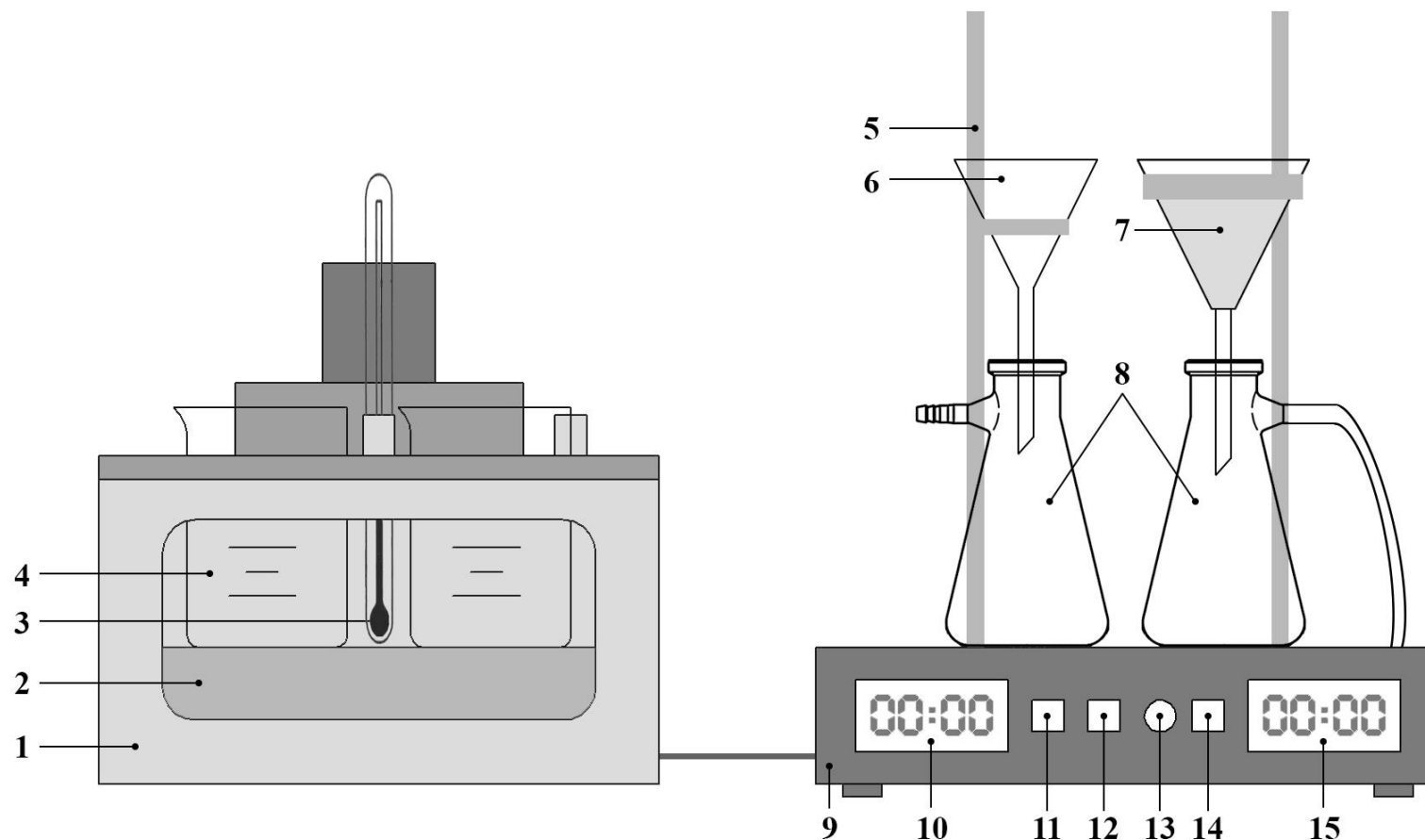


Рис. 7.1 – Устройство аппарата МХП-ПХП:

1 – водяная нагревательная баня; 2 – подставка для установки в баню стеклянных стаканов; 3 – термометр; 4 – стакан градуированный; 5 – стойка штативная; 6 – стеклянная воронка; 7 – воронка для горячего фильтрования; 8 – колба Бунзена с тубусом для фильтрования; 9 – блок управления и фильтрования; 10 – термоконтроллер для нагревательной бани; 11 – кнопка включения термоконтроллера для нагревательной бани; 12 – кнопка включения насоса; 13 – кнопка регулирования вакуумного насоса; 14 – включение термоконтроллера воронки для горячего фильтрования; 15 – термоконтроллер для воронки горячего фильтрования.

Управление нагревом бани и нагревом фильтра осуществляется с помощью соответствующих термоконтроллеров (рис. 7.2).

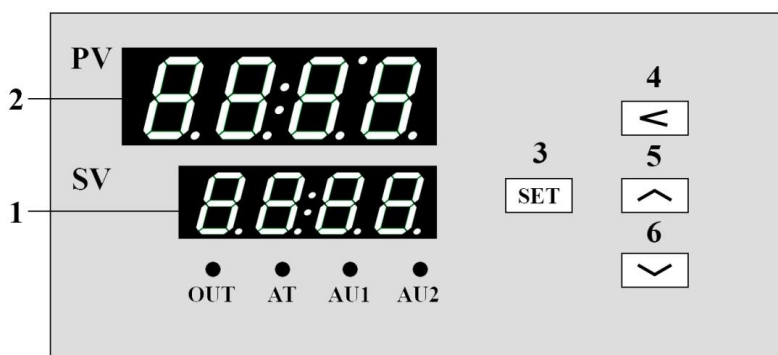


Рис. 7.2 – Термоконтроллер аппарата:

1 – табло с установленным значением параметра; 2 – табло с измеряемым значением параметра; 3 – клавиша установки; 4 – клавиша «разряд»; 5 – клавиша корректирования значения температуры (+); 6 – клавиша корректирования значения температуры (-); OUT – светодиодный указатель выхода; AT – светодиодный указатель автоматической (заводской) установки параметров; AU1 – светодиодный указатель достижения верхней границы параметра; AU2 – светодиодный указатель достижения нижней границы параметра.

3 ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

Для выполнения работы необходимо следующее материальное обеспечение:

- ✓ образец нефтепродукта (дизельное топливо, смазочные масла, присадки);
- ✓ аппарат МХП-ПХП;
- ✓ растворитель (бензин, толуол);
- ✓ бумага фильтровальная по ГОСТ 12026;
- ✓ стеклянная палочка;
- ✓ весы аналитические с погрешностью взвешивания 0,0002 г.;
- ✓ термометр лабораторный ТЛ-2 исп.2 или 1 по ГОСТ 28498;
- ✓ водяная баня (КВ-ПХП или Термостат А2М);
- ✓ вода дистиллированная.

4 УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Перед выполнением лабораторной работы все студенты должны ознакомиться с техникой безопасности и расписаться в соответствующем журнале.

1. Курить в лаборатории «Эксплуатационные материалы» запрещено.

2. Пользоваться спичками, зажигалками и т.п. без разрешения преподавателя запрещено.

3. При включении и работе с электронагревательными приборами емкости с нефтепродуктами должны находиться от них на расстоянии не менее 1 м.

4. Заполнение стеклянных цилиндров, колб и пробирок нефтепродуктами осуществлять на удаленном от источника тепла специальном столе.

5. Емкости, заполненные легкоиспаряющимися нефтепродуктами, в частности топливом, запрещено оставлять открытыми.

6. Включать электронагреватели (приборы для испытаний) можно только в том случае, если нефтепродукты залиты в емкости прибора, и он подготовлен к проведению испытания.

7. Не допускать перелива или выплескивания воды за пределы резервуара нагревательной бани и перед включением электропитания проверять ее уровень на возможность выплескивания в полностью собранном состоянии.

8. В случае воспламенения нефтепродуктов необходимо действовать следующим образом:

- открыть электрический щиток и выключить электропитание лаборатории;
- быстро отставить от пламени емкости с нефтепродуктами и приступить к тушению;
- использовать для тушения песок, расположенный в

лаборатории в специальном ящике красного цвета и (или) использовать для тушения огнетушители, висящие в лаборатории.

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

10. При работе со стеклянными сосудами (колбами, пробирками, вискозиметрами и т. д.) не употреблять излишних усилий во избежание поломки последних и пореза рук осколками стекла.

11. При испытании токсичного нефтепродукта или нефтепродукта, который выделяет токсичные вещества при разложении и горении, испытание проводить в вытяжном шкафу.

12. При работе с жидкостями на этиленгликолевой основе (антифриз, тормозная жидкость и т. п.) надо остерегаться попадания их в пищевой тракт и на слизистые оболочки глаз, губ и т. д. После работы с этими жидкостями надо тщательно вымыть руки с мылом.

13. Выливать остатки нефтепродуктов в канализацию запрещено.

14. После выполнения работы в лаборатории необходимо выключить все электронагревательные приборы, закрыть краны, закрыть пробками емкости с остатками нефтепродуктов, убрать сосуды с нефтепродуктами в специальный шкаф.

15. Все лабораторные работы должны проводиться в присутствии и с разрешения преподавателя.

5 ЗАДАНИЯ

5.1 Определение содержания механических примесей в нефтепродуктах

Испытание проводится в соответствии с требованиями ГОСТ 6370-83.

Порядок работы:

1. Перемешать испытуемую пробу нефтепродукта вручную встряхиванием в течение 5 минут;
2. Подогреть парафинистые и вязкие нефтепродукты до 40°C – 80°C, используя водяную баню;
3. Промыть бумажный фильтр толуолом, после чего поместить его в чистый сухой стаканчик для взвешивания;
4. Высушить и взвесить стаканчик с фильтром до получения расхождения между двумя последовательными взвешиваниями не более 0,0004 г.;
5. При необходимости промыть фильтр 50 см³ горячей дистиллированной водой, нагретой до температуры 80 °C;
6. Поместить в стакан подготовленную пробу нефтепродукта и разбавить его подогретым растворителем (бензин, толуол) в соответствии с таблицей 7.2;

Таблица 7.2 – Выбор отношения объема растворителя к массе пробы в зависимости от характеристики нефтепродукта

Характеристика образца	Масса пробы, г	Погрешность взвешивания, г	Отношение объема растворителя к массе пробы
Нефтепродукты с вязкостью при 100°C:			
не более 20 мм ² /с	100	0,05	От 2 до 4
свыше 20 мм ² /с	50	0,01	От 4 до 6
Нефть с массовой долей механических примесей не более 1%	50	0,01	От 5 до 10
Топливо котельное с массовой долей механических примесей:			
не более 1%	25	0,01	От 5 до 10
свыше 1%	10	0,01	До 15
Присадки	10	0,01	До 15

7. Фильтровать содержимое стакана через подготовленный бумажный фильтр, помещенный в стеклянную воронку. Налить раствор на фильтр по стеклянной палочке. Воронку с фильтром наполнить раствором не более чем на

3/4 высоты фильтра. Затем смыть остаток на стакане на фильтр чистым бензином (толуолом) до тех пор, пока капля фильтрата, помещенная на фильтровальную бумагу, не будет оставлять масляного пятна после испарения;

8. При определении содержания механических примесей в медленно фильтрующихся нефтепродуктах допускается фильтровать раствор образца, промывать фильтрат под вакуумом и применять воронку для горячего фильтрования;

9. При фильтровании в воронке Бюхнера загнутые края фильтра должны плотно прилегать к стенкам воронки. Воронку заполняют раствором не более чем на 3/4 высоты фильтра, каждую новую порцию добавляют после того, как предыдущая стекла достаточно полно. При фильтровании с применением воронки для горячего фильтрования не допускается вскипание фильтруемого раствора. Бензиновый раствор допускается нагревать до температуры не более 40°C, толуольный раствор, не более 80°C;

10. Промыть фильтр с осадком толуолом, подогретым до температуры не более 80°C;

11. При определении механических примесей в присадках и маслах с присадками при наличии на фильтре осадка, не растворяющегося в бензине и толуоле, допускается дополнительно промывать фильтр подогретой до температуры 60°C спирто-толуольной смесью;

12. Перенести промытый фильтр с осадком в стаканчик для взвешивания;

13. Высушить взвесить стаканчик с фильтром до получения расхождения между двумя последовательными взвешиваниями не более 0,0004 г.;

14. Определить массовую долю механических примесей (X) в процентах по следующей формуле:

$$X = \frac{m_1 - m_2}{m_3} \cdot 100\%, \quad (7.1)$$

где m_1 – масса стаканчика для взвешивания с бумажным фильтром и механическими примесями, г;

m_2 – масса стаканчика для взвешивания с чистым подготовленным бумажным фильтром, г;
 m_3 – масса пробы, г.

За результат испытания принимают среднеарифметическое результатов двух параллельных определений.

Сделать заключение о соответствии испытуемого образца нефтепродукта требованиям стандарта по показателю содержания механических примесей.

6 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА И ЕГО ФОРМА

Отчет по лабораторной работе должен содержать следующее:

- ✓ название лабораторной работы;
- ✓ цель работы;
- ✓ краткое теоретическое обоснование;
- ✓ порядок выполнения работы;
- ✓ расчетные формулы, рисунки, таблицы результатов;
- ✓ выводы к работе.

7 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое физическая стабильность топлива?
2. Что такое химическая стабильность топлива?
3. К каким последствиям могут привести механические примеси, содержащиеся в топливе или смазочных материалах?
4. Назовите две основные группы примесей, загрязняющих масло?
5. Опишите устройство аппарата МХП-ПХП?
6. Какие функции выполняет аппарат МХП-ПХП?
7. Назовите методы регенерации моторных масел?
8. Приведите формулу, по которой определяется массовая доля механических примесей?

9. Каков порядок определения доли механических примесей в нефтепродуктах при выполнении лабораторной работы?

10. Назовите элементы топливной системы, которые предназначены для очистки топлива?

8 СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Эксплуатационные материалы для подвижного состава автомобильного транспорта: Учебник для вузов/Л.С. Васильева – М.: наука, 2014. – 423 с.

2. Галышев Ю.В., Зайцев А.Б., Шабанов А.Ю. Химмотология. Эксплуатационные материалы для двигателей внутреннего сгорания; учеб. Пособие. – СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та. 2009. – 296 с.

3. Гуреев, А. А. Химмотология / А. А. Гуреев, И. Г. Фукс, В. Л. Лашхи. – М.: Химия, 1986. – 368 с.

4. Капустин В.М. Нефтяные и альтернативные топлива с присадками и добавками. – М.: Колос С, 2008. – 232 с.

5. Картошкин А.П. Топливо для автотракторной техники: Справочник: учеб. Пособие для студ. Учреждений сред. Проф. Образования. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 192 с.

6. Покровский, Т. П. Топливо, смазочные материалы и охлаждающие жидкости / Т. П. Покровский. – М.: Машиностроение, 1985. – 200 с.

7. Синельников А.Ф., Балабанов В.И. Автомобильные масла. Краткий справочник. М.:ООО «Книжное издательство «За рулем», 2005. – 176 с.

8. ГОСТ 6370-83 Нефть, нефтепродукты и присадки. Метод определения механических примесей.

8 ВИЗУАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЦВЕТА НЕФТЕПРОДУКТОВ

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью выполнения лабораторной работы является следующее:

- 1) изучить устройство и принцип работы аппарата ЦВЕТ-ПХП;
- 2) усвоить и закрепить методику определения цвета нефтепродуктов;
- 3) оценить качество исследуемых образцов нефтепродуктов по их цвету.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: знает основные факторы, способствующие изменению цвета горюче-смазочных материалах в эксплуатации (ПК-20)

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: умеет проводить измерительный эксперимент с использованием лабораторного оборудования, и оценивать результаты измерений (ПК-20)

Владения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: владеет навыками инструментального и визуального контроля цвета горюче-смазочных материалов (ПК-44)

2 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Одним из показателей качества автомобильных топлив, смазочных масел, технических жидкостей и других нефтепродуктов является их цвет.

Бензины, выпускаемые отечественной нефтеперерабатывающей промышленностью по ГОСТ Р 51105-96 или ГОСТ 32513-2013, должны быть бесцветными на стадии производства. Однако в условиях поставки, отдельные нефтеперерабатывающие компании могут допускать подкрашивание автомобильных бензинов с целью отличия своих марок топлив от топлив других производителей. Такая же ситуация характерна и для дизельных топлив.

Изменение цвета нефтепродуктов является следствием изменения их физико-химических свойств, которые происходят в процессе перекачивания, транспортирования, хранения и раздачи топлива, в результате воздействия кислорода воздуха, каталитического действия металлов, механических примесей и воды. При этом содержащиеся в топливе химически нестойкие

углеводороды подвергаются окислению с образованием смолистых веществ. Так, например, автомобильные бензины приобретают светло-желтый или темный оттенок цвета.

Помимо изменения цвета бензина смолистые вещества могут стать причиной нарушения топливоподачи вследствие засорения фильтра тонкой очистки топлива или клапанной пары топливной форсунки и т.п. Что в конечном итоге сказывается на эксплуатационных, экономических и экологических свойствах автомобиля.

Помутнение автомобильных топлив и смазочных материалов, как правило, обусловлено попаданием в них воды. Наличие воды в нефтепродуктах приводит к следующим негативным последствиям:

- нарушению топливоподачи в дизельном и бензиновом двигателях при низких температурах окружающего воздуха;
- увеличению коррозионного действия топлив и масел;
- ускорению процессов окисления топлив и масел;
- снижению действия присадок, входящих в состав топлив и масел.

3 ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

Для выполнения работы необходимо следующее материальное обеспечение:

- ✓ образец бензина;
- ✓ образец дизельного топлива;
- ✓ образец моторного масла;
- ✓ колориметр ЦВЕТ-ПХП;
- ✓ дистиллированная вода;
- ✓ растворитель.

4 УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Перед выполнением лабораторной работы все студенты должны ознакомиться с техникой безопасности и расписаться в соответствующем журнале.

1. Курить в лаборатории «Эксплуатационные материалы» запрещено.

2. Пользоваться спичками, зажигалками и т.п. без разрешения преподавателя запрещено.

3. При включении и работе с электронагревательными приборами емкости с нефтепродуктами должны находиться от них на расстоянии не менее 1 м.

4. Заполнение стеклянных цилиндров, колб и пробирок нефтепродуктами осуществлять на удаленном от источника тепла специальном столе.

5. Емкости, заполненные легкоиспаряющимися нефтепродуктами, в частности топливом, запрещено оставлять открытыми.

6. Включать электронагреватели (приборы для испытаний) можно только в том случае, если нефтепродукты залиты в емкости прибора, и он подготовлен к проведению испытания.

7. В случае воспламенения нефтепродуктов необходимо действовать следующим образом:

- открыть электрический щиток и выключить электропитание лаборатории;

- быстро отставить от пламени емкости с нефтепродуктами и приступить к тушению;

- использовать для тушения песок, расположенный в лаборатории в специальном ящике красного цвета и (или) использовать для тушения огнетушители, висящие в лаборатории.

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

9. При работе со стеклянными сосудами (колбами, пробирками, вискозиметрами и т. д.) не употреблять излишних усилий во избежание поломки последних и пореза рук осколками стекла.

10. При испытании токсичного нефтепродукта или нефтепродукта, который выделяет токсичные вещества при разложении и горении, испытание проводить в вытяжном шкафу.

11. При работе с жидкостями на этиленгликолевой основе (антифриз, тормозная жидкость и т. п.) надо остерегаться попадания их в пищевой тракт и на слизистые оболочки глаз, губ и т. д. После работы с этими жидкостями надо тщательно вымыть руки с мылом.

12. Выливать остатки нефтепродуктов в канализацию запрещено.

13. После выполнения работы в лаборатории необходимо выключить все электронагревательные приборы, закрыть краны, закрыть пробками емкости с остатками нефтепродуктов, убрать сосуды с нефтепродуктами в специальный шкаф.

14. Все лабораторные работы должны проводиться в присутствии и с разрешения преподавателя.

5 ЗАДАНИЯ

5.1 *Определение цвета нефтепродукта*

В рамках данной лабораторной работы для визуального контроля цвета нефтепродуктов согласно методу, описанному в ГОСТ 20284-74, а также ASTM D 1500 используется колориметр ЦВЕТ-ПХП. Внешний вид колориметра ЦВЕТ-ПХП представлен на рисунке 8.1.

Колориметр ЦВЕТ-ПХП сконструирован в соответствии с рекомендациями Международной светотехнической комиссии в части определения цвета нефтепродуктов.

Работа прибора основана на визуальном сравнении цвета испытуемого нефтепродукта со стеклянными светофильтрами.

Все основные узлы колориметра размещены на толстой плите, укрепленной в корпусе.

В заднем отсеке корпуса колориметра, в патроне установлена осветительная лампа мощностью 60 Вт. Лампа окружена свето- и теплозащитным экраном, имеющим окно. Окно закрыто матовым стеклом, создающим рассеянный свет. Свет проходит по двум каналам:

- 1) через стеклянный стакан, заполненный испытуемым нефтепродуктом;
- 2) через пустой стеклянный стакан (или стакан, наполненный дистиллированной водой) и один из 16-ти стеклянных светофильтров, расположенных на поворотном диске-барабане и образующих стандартную шкалу цвета нефтепродуктов по ASTM 1500.

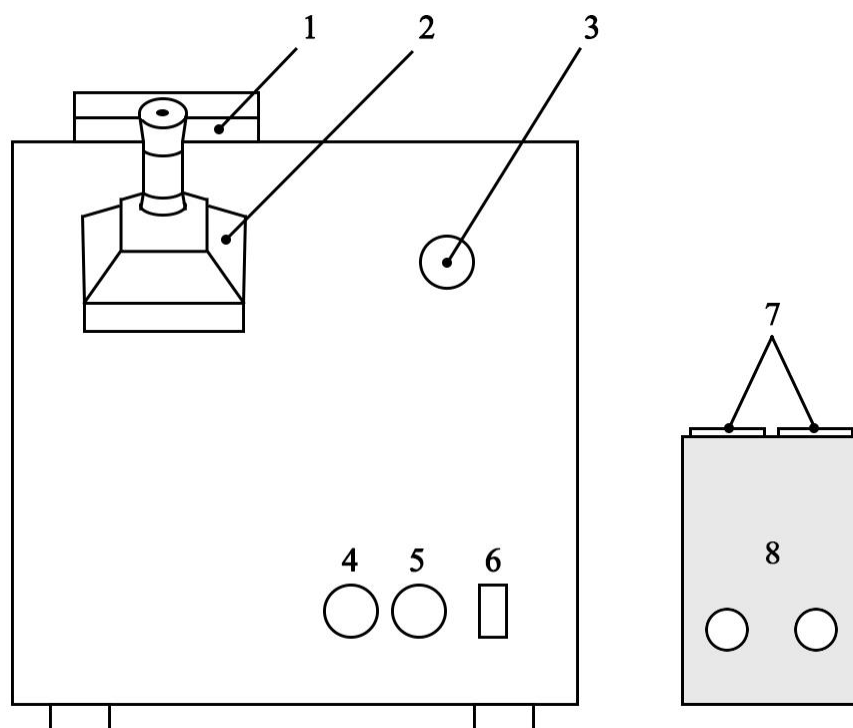


Рис. 8.1 – Устройство и внешний вид колориметра ЦВЕТ-ПХП:

1 – блок с крышкой и двумя гнездами для установки пробирок с пробами; 2 – окуляр для визуального сравнения с цветовыми стандартами; 3 – окошко показателя цвета; 4 – кнопка перебора стандартных цветовых светофильтров при подборе цвета пробы; 5 – кнопка перебора стандартных цветовых светофильтров при подборе цвета сравниваемой пробы; 6 – клавиша включения питания; 7 – стаканы; 8 – камера для стаканов.

Светофильтры могут быть поочередно введены в световой канал путем нажатия кнопок 4 и 5, расположенных на передней панели корпуса колориметра (если смотреть со стороны окуляра).

Поворотом окуляра 2 в вертикальной плоскости на угол $\pm 10^\circ$ можно менять его высоту над уровнем стола.

Левая часть поля, наблюдаемого в окуляр, представляет собой поле, образованное испытуемым нефтепродуктом, а правая часть – цветное поле, образованное стеклянным светофильтром.

Визуально сравнивая цвета двух половин поля, определяют, какому номеру стеклянного светофильтра соответствует испытуемый нефтепродукт (номер светофильтра можно наблюдать в правом окошке на лицевой панели колориметра).

Порядок работы в соответствии с ГОСТ 20284-74:

1. Тщательно перемешать испытуемый образец нефтепродукта;
2. Если испытуемый образец непрозрачный (мутный), нагреть его до температуры на 6°C выше температуры, при которой исчезает помутнение;
3. Если цвет испытуемого образца нефтепродукта более 8 единиц ЦНТ, то приготовить раствор 15 см^3 нефтепродукта и 85 см^3 растворителя, тщательно перемешать;
4. Налить в один из стаканов колориметра до метки дистиллированную воду, в другой стакан – испытуемый образец нефтепродукта;
5. Открыть крышку прибора и поместить в правый отсек камеры стакан с дистиллированной водой, а в левый – стакан с нефтепродуктом;
6. Подобрать светофильтр, цвет которого максимально соответствует цвету образца нефтепродукта.
7. Заполнить таблицу 8.1.

Провести два определения. Цвет нефтепродукта выражают в единицах ЦНТ, соответствующих номеру цветного стеклянного светофильтра. Если нефтепродукт имеет промежуточный цвет двух светофильтров, то за результат определения принимают цвет по светофильтру с более интенсивной окраской. За результат испытания принимают больший из двух результатов определений.

Таблица 8.1 – Результаты определения цвета испытуемых образцов нефтепродуктов на ЦВЕТ-ПХП

Образец нефтепродукта	ЦНТ
Бензин	
Дизельное топливо	
Моторное масло	

6 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА И ЕГО ФОРМА

Отчет по лабораторной работе должен содержать следующее:

- ✓ название лабораторной работы;
- ✓ цель работы;
- ✓ краткое содержание теоретической части;
- ✓ порядок выполнения работы;
- ✓ расчетные формулы, рисунки, таблицы результатов;
- ✓ выводы к работе.

7 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что характеризует цвет нефтепродукта?
2. О чем свидетельствует изменение цвета нефтепродукта?
3. Какими факторами обусловлено изменение цвета автомобильных топлив?
4. Как влияют вещества, изменяющие цвет автомобильных топлив, на свойства работы автомобилей?
5. Для чего предназначен аппарат ЦВЕТ-ПХП?
6. Каково устройство аппарата ЦВЕТ-ПХП?
7. Какой принцип работы аппарата ЦВЕТ-ПХП?
8. Как осуществляется подготовка пробы нефтепродукта?
9. Какова методика проведения испытаний по определению цвета испытуемого нефтепродукта?

8 СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Эксплуатационные материалы для подвижного состава автомобильного транспорта: Учебник для вузов/Л.С. Васильева – М.: наука, 2014. – 423 с.
2. Галышев Ю.В., Зайцев А.Б., Шабанов А.Ю. Химмотология. Эксплуатационные материалы для двигателей внутреннего сгорания; учеб. Пособие. – СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та. 2009. – 296 с.
3. Гуреев, А. А. Химмотология / А. А. Гуреев, И. Г. Фукс, В. Л. Лашхи. – М.: Химия, 1986. – 368 с.
4. Капустин В.М. Нефтяные и альтернативные топлива с присадками и добавками. – М.: Колос С, 2008. – 232 с.
5. Картошкин А.П. Топливо для автотракторной техники: Справочник: учеб. Пособие для студ. Учреждений сред. Проф. Образования. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 192 с.
6. Покровский, Т. П. Топливо, смазочные материалы и охлаждающие жидкости / Т. П. Покровский. – М.: Машиностроение, 1985. – 200 с.
7. Синельников А.Ф., Балабанов В.И. Автомобильные масла. Краткий справочник. М.:ООО «Книжное издательство «За рулем», 2005. – 176 с.
8. ГОСТ 20284-74 Нефтепродукты. Метод определения цвета на колориметре ЦНТ.

9 ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью выполнения лабораторной работы является следующее:

- 1) изучить основные показатели качества пластичных смазок;
- 2) изучить и закрепить методики определения показателей качества пластичных смазок;
- 3) определить марки пластичных смазок.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: знает основные показатели, с помощью которых оценивается качество пластичных смазок (ПК-20)

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: умеет проводить измерительный эксперимент с использованием лабораторного оборудования, и оценивать результаты измерений (ПК-20)

Владения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: владеет навыками инструментального и визуального контроля качества пластичных смазок (ПК-44)

2 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Пластичные смазки – это сложные вещества, находящиеся в маэобразном состоянии, и которые в большинстве случаев можно представить в виде двух взаимосвязанных частей: дисперсной среды (масляная основа) и дисперсной фазы (загуститель). Дисперсная среда составляет от 70 до 90% смазок, а дисперсная фаза – от 5 до 30%.

Основное назначение смазок аналогичное, как и у масел – уменьшение износа деталей, снижение потерь на трение и защита металла от коррозии. Но в отличие от масел, пластичные смазки применяются для смазывания тех пар трения, которые не имеют собственных картеров и работают в условиях повышенной влажности, запыленности и т.п. При этом если рассматривать эксплуатационные и низкотемпературные свойства пластичных смазок, то первые зависят от типа применяемого загустителя, а вторые, соответственно, – от вида масла.

Пластичные смазки согласно ГОСТ 23258-78 классифицируются по назначению и по типу загустителя (дисперсной фазы). По назначению смазки подразделяются на четыре группы:

- ✓ антифрикционные;

- ✓ консервационные;
- ✓ уплотнительные;
- ✓ канатные.

По типу загустителя смазки также подразделяются на четыре группы:

- ✓ смазки мыльные (алюминиевые, литиевые, кальциевые, натриевые и др.);
- ✓ смазки на органических загустителях;
- ✓ смазки на неорганических загустителях;
- ✓ углеводородные смазки.

Для оценки физико-химических свойств пластичных смазок используют перечень показателей, нормируемых ГОСТом 23258-78. Одним из таких показателей является температура каплепадения, характеризующая теплостойкость пластичных смазок. Температура каплепадения – это температура, при которой падает первая капля смазки в специальном приборе, нагреваемом в стандартных условиях.

По теплостойкости смазки делятся на три группы:

- ✓ низкотемпературные, температура каплепадения до 65°C;
- ✓ среднетемпературные, температура каплепадения от 65 до 100°C;
- ✓ высокотемпературные, температура каплепадения выше 100°C.

Следовательно, для предотвращения вытекания смазки из узла трения и последующей потери его работоспособности, необходимо, чтобы рабочая температура, при которой используется смазка, была на 15 – 20 °C ниже температуры каплепадения смазки.

Другим, не менее важным показателем пластичных смазок является водостойкость, которая, как и температура каплепадения определяет возможные условия применения смазок.

Однородность пластичной смазки характеризует равномерность перемешивания основных компонентов (загустителя с маслом).

3 ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

Для выполнения работы необходимо следующее материальное обеспечение:

- ✓ образцы пластичных смазок (2-3);
- ✓ пробирки;
- ✓ штатив;
- ✓ спиртовая горелка;
- ✓ термостат КВ-ПХП;
- ✓ предметное стекло;
- ✓ фильтровальная бумага;
- ✓ дистиллированная вода;
- ✓ бензин;
- ✓ электрический нагреватель;
- ✓ шпатель;
- ✓ термометр типа ТН-4;
- ✓ мешалка металлическая кольцевая.

4 УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Перед выполнением лабораторной работы все студенты должны ознакомиться с техникой безопасности и расписаться в соответствующем журнале.

1. Курить в лаборатории «Эксплуатационные материалы» запрещено.
2. Пользоваться спичками, зажигалками и т.п. без разрешения преподавателя запрещено.
3. При включении и работе с электронагревательными приборами емкости с нефтепродуктами должны находиться от них на расстоянии не менее 1 м.
4. Заполнение стеклянных цилиндров, колб и пробирок нефтепродуктами осуществлять на удаленном от источника тепла специальном

столе.

5. Емкости, заполненные легкоиспаряющимися нефтепродуктами, в частности топливом, запрещено оставлять открытыми.

6. Включать электронагреватели (приборы для испытаний) можно только в том случае, если нефтепродукты залиты в емкости прибора, и он подготовлен к проведению испытания.

7. В случае воспламенения нефтепродуктов необходимо действовать следующим образом:

- открыть электрический щиток и выключить электропитание лаборатории;
- быстро отставить от пламени емкости с нефтепродуктами и приступить к тушению;
- использовать для тушения песок, расположенный в лаборатории в специальном ящике красного цвета и (или) использовать для тушения огнетушители, висящие в лаборатории.

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

9. При работе со стеклянными сосудами (колбами, пробирками, вискозиметрами и т. д.) не употреблять излишних усилий во избежание поломки последних и пореза рук осколками стекла.

10. При испытании токсичного нефтепродукта или нефтепродукта, который выделяет токсичные вещества при разложении и горении, испытание проводить в вытяжном шкафу.

11. При работе с жидкостями на этиленгликолевой основе (антифриз, тормозная жидкость и т. п.) надо остерегаться попадания их в пищевой тракт и на слизистые оболочки глаз, губ и т. д. После работы с этими жидкостями надо тщательно вымыть руки с мылом.

12. Выливать остатки нефтепродуктов в канализацию запрещено.

13. После выполнения работы в лаборатории необходимо выключить все электронагревательные приборы, закрыть краны, закрыть пробками емкости с остатками нефтепродуктов, убрать сосуды с нефтепродуктами в специальный шкаф.

14. Все лабораторные работы должны проводиться в присутствии и с разрешения преподавателя.

5 ЗАДАНИЯ

5.1 Оценка пластичной смазки по внешним признакам

Исследуемый образец пластичной смазки нанести на предметное стекло. Рассмотреть его в проходящем свете и оценить цвет образца. При этом следует заметить, что цвет не является характерным признаком пластичных смазок, и зависит в основном от применяемого загустителя. Но в тоже время, некоторые марки смазок могут иметь характерный цвет, например, графитная смазка (цвет черный).

Затем образец смазки, помещенный на предметное стекло, прижать сверху вторым предметным стеклом. Рассмотреть в проходящем свете на предмет наличия капелек масла, комков загустителя, твердых включений и т.п. Смазка должна быть однородной.

5.2 Определение вида применяемого загустителя

Для определения вида применяемого загустителя в исследуемом образце пластичной смазки необходимо взять две пробирки (рис. 9.1) и поместить на дно каждой из них, используя стеклянную палочку, небольшое количество образца смазки (1-2 г). Далее, в одну пробирку добавить четырехкратное количество дистиллированной воды, а в другую такое же количество бензина.

Затем пробирку с водой закрепить на штативе и подогреть до кипения. Пробирку с бензином осторожно нагреть до температуры 60°C в водяной бане.

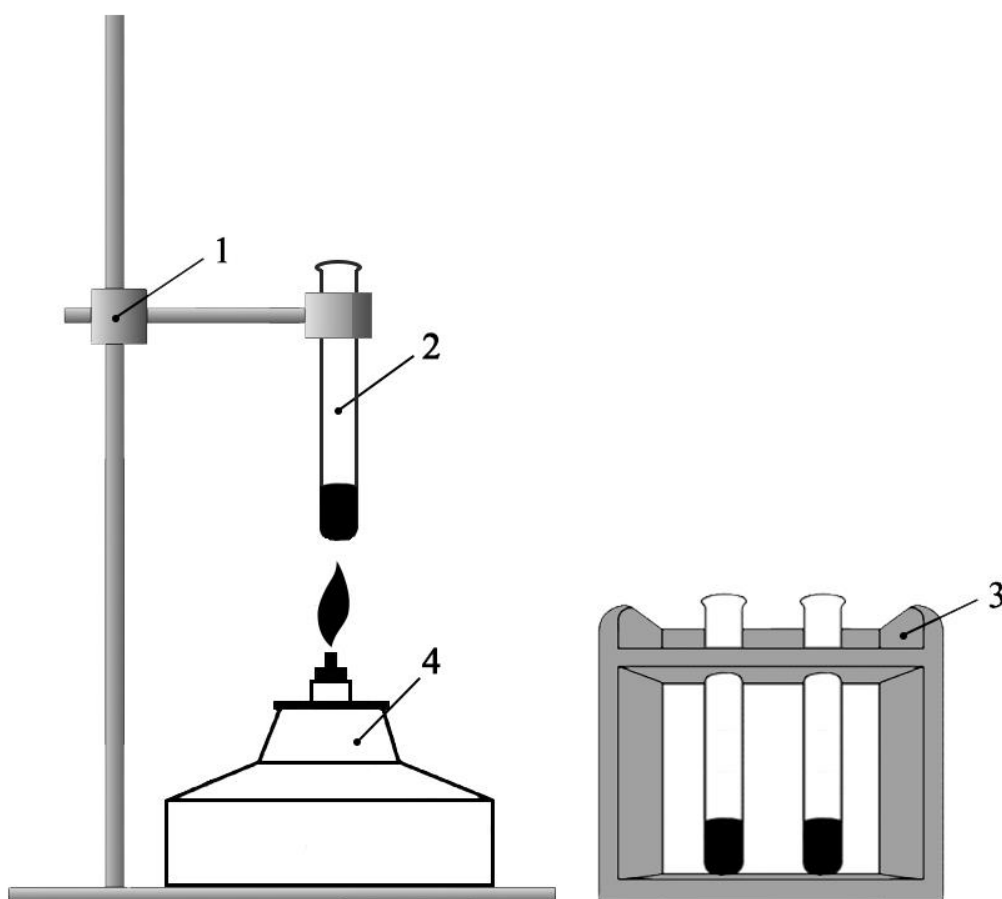


Рис. 9.1 – Химические приборы и реактивы для определения вида загустителя
пластичных смазок:

1 – штатив; 2 – пробирка с водой и образцом пластичной смазки; 3 – штатив с пробирками; 4 – спиртовая горелка.

Определить растворимость смазки в воде и бензине.

5.3 Оценка пластичной смазки по жировому пятну

Исследуемый образец пластичной смазки сформировать в форме маленького комочка или шарика диаметром 3-5 мм. Поместить его на фильтровальную бумагу. Расположить фильтровальную бумагу с шариком над электрическим нагревателем и подогреть.

Затем, воспользовавшись плакатом с эталонными жировыми пятнами, предварительно определить марку пластичной смазки.

5.4 Определение температуры каплепадения пластичной смазки

В соответствии с ГОСТ 6793-74 при определении температуры каплепадения пластичной смазки применяют специальный термометр (рис. 9.2). Нижняя часть термометра имеет металлическую гильзу, к которой крепится чашечка с калиброванным отверстием.

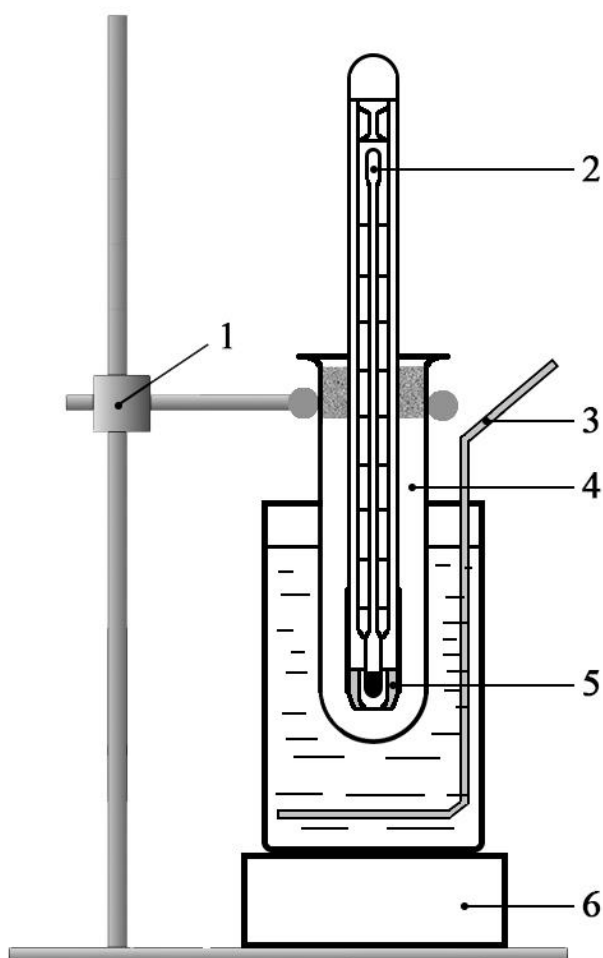


Рис. 9.2 – Прибор для определения температуры каплепадения:

1 – штатив; 2 – специальный термометр с чашечкой; 3 – мешалка; 4 – стеклянная пробирка; 5 – чашечка с образцом смазки; 6 – электронагреватель.

Порядок работы:

1. С помощью шпателя заполнить чашечку 5 исследуемым образцом пластичной смазки;
2. Закрепить чашечку в гильзе термометра;

3. Поместить на дно пробирки 4 кружок бумаги;
4. Поместить термометр в пробирку 4 и закрепить его с помощью пробки;
5. Закрепить пробирку с термометром в штативе 1 и поместить ее в термостойкий стакан;
6. Заполнить стакан термостатирующей жидкостью;
7. Включить электронагреватель 6 и поддерживать скорость нагрева 1°C при этом периодически помешивая жидкость мешалкой 3;
8. Наблюдать за нижней частью термометра до момента падения первой капли;
9. Фиксировать температура падения первой капли.

Повторить п. 5.1 – 5.4 для остальных образцов смазок и определить их марку.

Значения показателей, полученных в процессе выполнения лабораторной работы, необходимо занести в таблицу 9.1.

Таблица 9.1 – Результаты, полученные в ходе выполнения испытаний пластичных смазок

№ п/п	Показатели	№ образца смазки		
		1	2	3
1	Цвет			
2	Однородность			
3	Растворимость в бензине			
4	Водостойкость			
5	Марка смазки по жировому пятну			
6	Температура каплепадения, $^{\circ}\text{C}$			
7	Температура каплепадения ГОСТ, $^{\circ}\text{C}$			

6 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА И ЕГО ФОРМА

Отчет по лабораторной работе должен содержать следующее:

- ✓ название лабораторной работы;
- ✓ цель работы;
- ✓ краткое содержание теоретической части;

- ✓ порядок выполнения работы;
- ✓ расчетные формулы, рисунки, таблицы результатов;
- ✓ выводы к работе.

7 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Для чего предназначены пластичные смазки?
2. Классификация пластичных смазок по назначению?
3. Охарактеризуйте состав пластичных смазок?
4. Классификация пластичных смазок по типу загустителя?
5. Что такое однородность пластичной смазки?
6. Что такое водостойкость, и что она характеризует?
7. Что такое температура каплепадения, и что она характеризует?
8. Какова особенность вязкости пластичных смазок?
9. От какого компонента смазки зависят ее низкотемпературные свойства?
10. Опишите устройство прибора для определения температуры каплепадения пластичных смазок?

8 СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Эксплуатационные материалы для подвижного состава автомобильного транспорта: Учебник для вузов/Л.С. Васильева – М.: наука, 2014. – 423 с.
2. Галышев Ю.В., Зайцев А.Б., Шабанов А.Ю. Химмотология. Эксплуатационные материалы для двигателей внутреннего сгорания; учеб. Пособие. – СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та. 2009. – 296 с.
3. Гуреев, А. А. Химмотология / А. А. Гуреев, И. Г. Фукс, В. Л. Лашхи. – М.: Химия, 1986. – 368 с.
4. Покровский, Т. П. Топливо, смазочные материалы и охлаждающие жидкости / Т. П. Покровский. – М.: Машиностроение, 1985. – 200 с.

5. ГОСТ 6793-74 Нефтепродукты. Метод определения температуры каплепадения.

10 ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА НИЗКОЗАМЕРЗАЮЩЕЙ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью выполнения лабораторной работы является следующее:

- 1) изучить основные показатели, с помощью которых оценивают качество охлаждающей жидкости;
- 2) изучить и закрепить методики испытания охлаждающей жидкости;
- 3) оценить качество исследуемой охлаждающей жидкости и определить ее марку.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: знает основные показатели, с помощью которых оценивается качество низкотемпературной охлаждающей жидкости (ПК-20)

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: умеет проводить измерительный эксперимент с использованием лабораторного оборудования, и оценивать результаты измерений (ПК-20)

Владения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: владеет навыками инструментального и визуального контроля качества низкотемпературной охлаждающей жидкости (ПК-44)

2 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Система охлаждения двигателя, наряду с системой смазки, является важнейшей системой, обеспечивающей заданный температурный режим работы во всем диапазоне нагрузок на двигатель.

Значительное влияние на эффективность, надежность и долговечность работы системы охлаждения двигателя оказывает качество применяемой охлаждающей жидкости, к которой предъявляется ряд требований. Она должна:

- иметь высокую температуру кипения и теплоту испарения;
- иметь низкую температуру застывания;
- не вызывать коррозии металлов и сплавов, применяемых в конструкции системы охлаждения;
- не разрушать резиновые изделия, применяемые в системе охлаждения;
- не вспениваться во время работы двигателя;
- быть безопасной в пожарном отношении и безвредной для здоровья.

В настоящее время самой распространенной охлаждающей низкозамерзающей жидкостью, заливаемой в систему охлаждения двигателя, является водный раствор этиленгликоля. Это обусловлено тем, что по отдельности вода и этиленгликоль имеют высокие температуры застывания, но при их смешивании температура застывания полученной смеси становится ниже. Для выполнения других требований в охлаждающие жидкости вводят специальные присадки.

Маркировка охлаждающих низкозамерзающих жидкостей определяется температурой их застывания.

3 ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

Для выполнения работы необходимо следующее материальное обеспечение:

- ✓ образец охлаждающей жидкости;
- ✓ нефтенсиметр;
- ✓ ртутный или электронный термометр;
- ✓ мерный цилиндр;
- ✓ дистиллированная вода;

✓ рефрактометр.

4 УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Перед выполнением лабораторной работы все студенты должны ознакомиться с техникой безопасности и расписаться в соответствующем журнале.

1. Курить в лаборатории «Эксплуатационные материалы» запрещено.

2. Пользоваться спичками, зажигалками и т.п. без разрешения преподавателя запрещено.

3. При включении и работе с электронагревательными приборами емкости с нефтепродуктами должны находиться от них на расстоянии не менее 1 м.

4. Заполнение стеклянных цилиндров, колб и пробирок нефтепродуктами осуществлять на удаленном от источника тепла специальном столе.

5. Емкости, заполненные легкоиспаряющимися нефтепродуктами, в частности топливом, запрещено оставлять открытыми.

6. Включать электронагреватели (приборы для испытаний) можно только в том случае, если нефтепродукты залиты в емкости прибора, и он подготовлен к проведению испытания.

7. В случае воспламенения нефтепродуктов необходимо действовать следующим образом:

➤ открыть электрический щиток и выключить электропитание лаборатории;

➤ быстро отставить от пламени емкости с нефтепродуктами и приступить к тушению;

➤ использовать для тушения песок, расположенный в лаборатории в специальном ящике красного цвета и (или) использовать для тушения огнетушители, висящие в лаборатории.

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

9. При работе со стеклянными сосудами (колбами, пробирками, вискозиметрами и т. д.) не употреблять излишних усилий во избежание поломки последних и пореза рук осколками стекла.

10. При испытании токсичного нефтепродукта или нефтепродукта, который выделяет токсичные вещества при разложении и горении, испытание проводить в вытяжном шкафу.

11. При работе с жидкостями на этиленгликолевой основе (антифриз, тормозная жидкость и т. п.) надо остерегаться попадания их в пищевой тракт и на слизистые оболочки глаз, губ и т. д. После работы с этими жидкостями надо тщательно вымыть руки с мылом.

12. Выливать остатки нефтепродуктов в канализацию запрещено.

13. После выполнения работы в лаборатории необходимо выключить все электронагревательные приборы, закрыть краны, закрыть пробками емкости с остатками нефтепродуктов, убрать сосуды с нефтепродуктами в специальный шкаф.

14. Все лабораторные работы должны проводиться в присутствии и с разрешения преподавателя.

5 ЗАДАНИЯ

5.1 Оценка охлаждающей жидкости по внешним признакам

Налить в чистый стеклянный цилиндр испытуемый образец охлаждающей жидкости и рассмотреть его в проходящем свете. Охлаждающая жидкость должна быть совершенно прозрачной и не содержать взвешенных и осевших на дно цилиндра посторонних механических примесей.

Оценить цвет охлаждающей жидкости.

5.2 Определение состава охлаждающей жидкости с помощью нефтенсимиетра (ареометра)

Налить в стеклянный цилиндр испытуемый образец охлаждающей жидкости и дать ему отстояться. Поместить в цилиндр ртутный или электронный термометр и убедиться, что температура охлаждающей жидкости не превышает температуру окружающего воздуха более чем на 5°C.

Медленно погрузить в охлаждающую жидкость сухой и чистый ареометр (нефтенсимиетр). Дождаться затухания колебаний и свободной плавучести измерительного прибора и произвести отсчет показаний плотности (по верхнему краю мениска жидкости на шкале плотности) и температуры по соответствующим шкалам нефтенсимиетра (рис. 10.1).

Если температура охлаждающей жидкости, при которой определялась ее плотность, отличается от стандартной температуры 20°C, то необходимо произвести пересчет плотности. Для этого воспользоваться формулой 10.1.

$$\rho_{20} = \rho_t + \gamma \cdot (t - 20), \quad (10.1)$$

где ρ_t – плотность при температуре испытания, г/см³;

ρ_{20} – плотность при температуре 20°C, г/см³;

γ – температурная поправка, равная 0,000525 г/см³;

t – температура охлаждающей жидкости в момент испытания, °C.

Для того чтобы определить состав охлаждающей жидкости и ее температуру застывания необходимо воспользоваться специальной диаграммой (рис. 10.2). Так, например, произведя замер плотности охлаждающей жидкости, получили значение 1,075 г/см³.

Последовательность действий следующая:

- нанести значение полученной плотности на соответствующую ось ординат графика слева;
- провести горизонтальную линию до пересечения с кривой плотности;

- из точки пересечения опустить перпендикуляр на ось абсцисс и определить состав смеси (вода – 42%, этиленгликоль – 58%);
- продолжить перпендикуляр до пересечения с кривой нижнего графика;
- из точки пересечения провести горизонтальную линию до пересечения с осью ординат;
- определить температуру застывания исследуемой охлаждающей жидкости (-48°C).

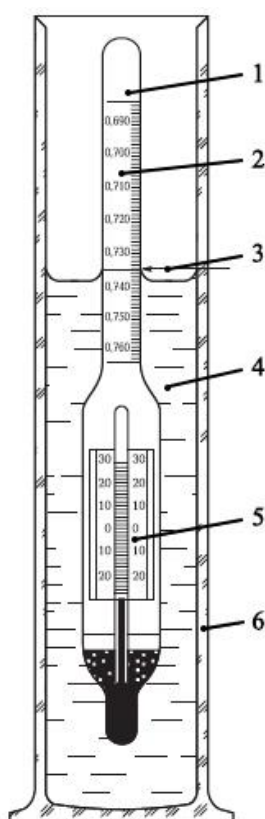


Рис. 10.1 – Прибор для определения плотности охлаждающей жидкости:

1 – нефтенсиметр (ареометр); 2 – шкала плотности; 3 – верхний край мениска; 4 – проба охлаждающей жидкости; 5 – термометр; 6 – стеклянный цилиндр.

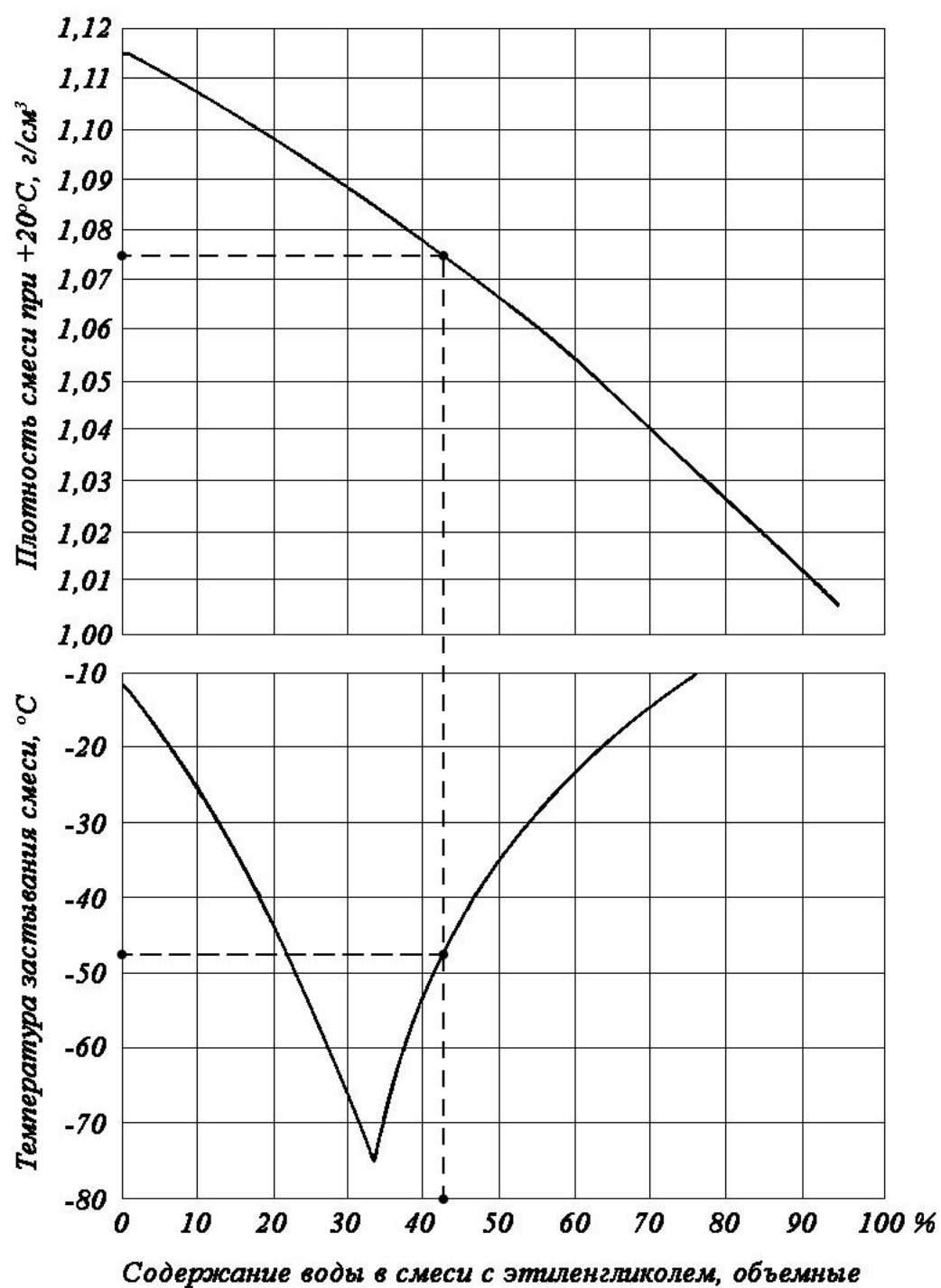


Рис. 10.2 – Зависимость температуры кристаллизации и плотности водогликолевой жидкости от содержания в ней воды

5.3 Определение температуры застывания охлаждающей жидкости

Температуру застывания исследуемого образца охлаждающей жидкости можно определить с помощью специального прибора – рефрактометра (рис. 10.3).

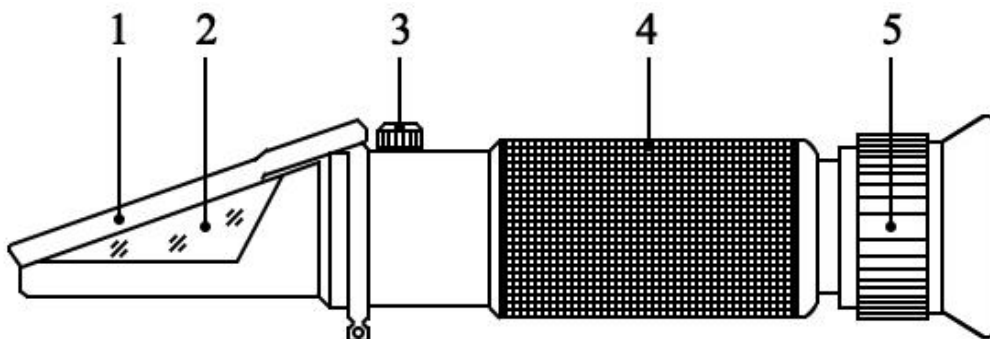


Рис. 10.3 – Рефрактометр:

1 – защитная крышка; 2 –призма; 3 – винт корректировки; 4 – зеркальная трубка; 5 – окуляр (регулирующее кольцо диоптрий).

Перед тем как приступить к непосредственному измерению температуры застывания охлаждающей жидкости, необходимо настроить прибор.

Подготовка прибора:

1. Открыть защитную крышку 1 и капнуть 1-2 капли дистиллированной воды на призму 2;
2. Закрыть защитную крышку и убедиться, что вода растеклась по всей поверхности призмы;
3. Направить прибор в направлении естественного освещения и посмотреть в окуляр 5. При этом Вы увидите круглую область с центром внизу (рис. 10.4), и разделенную на две части, верхняя часть будет синего цвета, а нижняя – белого;
4. Используя небольшую отвертку, подкрутить винт корректировки 3 до тех пор, пока граница между синей и белой частью не совпадет с нулевой линией;
5. Прибор настроен и готов к работе.

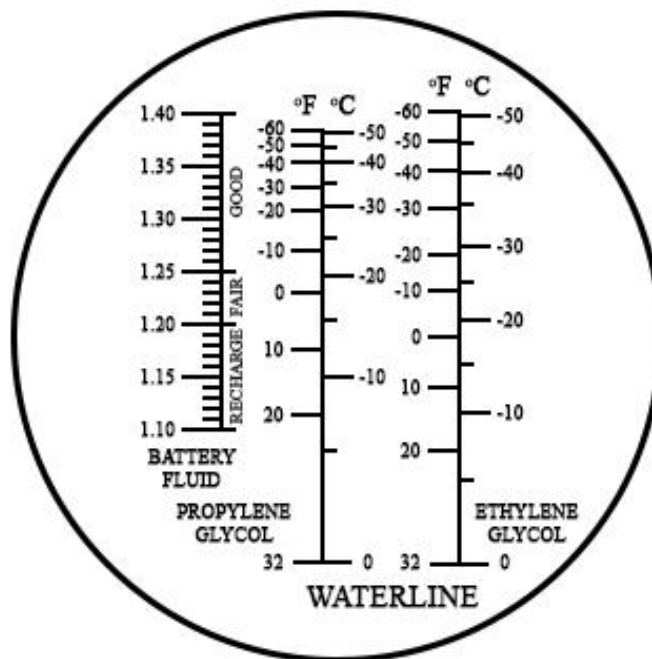


Рис. 10.4 – Измерительные шкалы рефрактометра

Порядок работы:

1. Открыть защитную крышку 1 и капнуть 1-2 капли охлаждающей жидкости на призму 2;
2. Закрыть защитную крышку и убедиться, что образец охлаждающей жидкости растекся по всей поверхности призмы;
3. Направить прибор в направлении естественного освещения и посмотреть в окуляр 5;
4. По соответствующей шкале фиксировать температуру застывания охлаждающей жидкости;
5. Открыть защитную крышку и осторожно протереть призму ветошью из микрофибры.

5.4 Исправление качества охлаждающей жидкости на этиленгликолевой основе

Качество охлаждающей жидкости, в случае несоответствия требованиям ГОСТ, можно исправить путем добавления воды или этиленгликоля.

Объем добавляемого этиленгликоля рассчитывается по формуле:

$$X = \frac{a-b}{b} \cdot V, \quad (10.2)$$

где X – объем добавляемого этиленгликоля, мл;

a – объемный процент воды в анализируемом образце;

b – объемный процент воды в исправленном образце;

V – объем анализируемого образца, мл.

Объем добавляемой воды рассчитывается по формуле:

$$Y = \frac{c-d}{d} \cdot V, \quad (10.3)$$

где Y – объем добавляемого этиленгликоля, мл;

c – объемный процент этиленгликоля в анализируемом образце;

d – объемный процент этиленгликоля в исправленном образце;

V – объем анализируемого образца, мл.

Значения показателей, полученных в процессе выполнения лабораторной работы, необходимо занести в таблицу 10.1 и сравнить их со значениями ГОСТ на охлаждающие жидкости. Сделать заключение о соответствии испытуемого образца охлаждающей жидкости требованиям стандарта.

Таблица 10.1 – Сравнение значений показателей качества испытуемого образца охлаждающей жидкости со значениями ГОСТа

№ п/п	Наименование показателей	Фактические значения	Значения по ГОСТ	Отклонения от ГОСТ
1	Плотность, кг/м ³			
2	Температура застывания, °С			
3	Содержание механических примесей			

6 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА И ЕГО ФОРМА

Отчет по лабораторной работе должен содержать следующее:

- ✓ название лабораторной работы;
- ✓ цель работы;
- ✓ краткое содержание теоретической части;
- ✓ порядок выполнения работы;
- ✓ расчетные формулы, рисунки, таблицы результатов;
- ✓ выводы к работе.

7 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите основные элементы системы охлаждения двигателя?
2. Какие требования предъявляются к низкозамерзающим охлаждающим жидкостям?
3. Как определяют температуру замерзания охлаждающей жидкости ареометром?
4. Что такое рефрактометр?
5. Как производится калибровка рефрактометра?
6. Как определяют температуру замерзания охлаждающей жидкости рефрактометром?
7. Чем ТОСОЛ отличается от антифриза?
8. Для чего в охлаждающие жидкости добавляют присадки?
9. Какие меры предосторожности необходимо соблюдать при работе с этиленгликолем?
10. Какие параметры охлаждающей жидкости зависят от ее цвета?

8 СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Эксплуатационные материалы для подвижного состава автомобильного транспорта: Учебник для вузов/Л.С. Васильева – М.: наука, 2014. – 423 с.
2. Галышев Ю.В., Зайцев А.Б., Шабанов А.Ю. Химмотология. Эксплуатационные материалы для двигателей внутреннего сгорания; учеб. Пособие. – СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та. 2009. – 296 с.
3. Гуреев, А. А. Химмотология / А. А. Гуреев, И. Г. Фукс, В. Л. Лашхи. – М.: Химия, 1986. – 368 с.
4. Покровский, Т. П. Топливо, смазочные материалы и охлаждающие жидкости / Т. П. Покровский. – М.: Машиностроение, 1985. – 200 с.
5. ГОСТ 3900-85 Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

Общие требования к помещению лаборатории «Эксплуатационные материалы»

1. Помещение должно быть площадью не менее 30 м².
2. Пол и стены выполнены из негорючих материалов и покрыты керамической плиткой.
3. Помещение должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией, с коэффициентом кратности обмена воздуха не менее 3-х.
4. Все электроприборы в помещении должны быть во взрывобезопасном исполнении.
5. Помещение должно быть оборудовано системой автоматического пожаротушения и индивидуальными средствами пожаротушения типа ОУ-7 (не менее 2 ед.).
6. Все рабочие места для выполнения лабораторных работ должны быть оборудованы исправными вытяжными шкафами.
7. В помещении должны находиться только те горюче-смазочные материалы, которые необходимы для выполнения лабораторных работ с 2-х дневным запасом не более.

ГОСТ 32513-2013

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ТОПЛИВА МОТОРНЫЕ. БЕНЗИН НЕЭТИЛИРОВАННЫЙ

Технические условия

Таблица А.1

Физико-химические и эксплуатационные показатели

№ п/п	Наименование показателя	Значение для марки			
		АИ-80	АИ-92	АИ-95	АИ-98
1	Октановое число, не менее:				
	по исследовательскому методу				
	по моторному методу	80,0	92,0	95,0	98,0
2	Концентрация свинца, мг/дм ³ , не более	5			
3	Концентрация смол, промытых растворителем, мг/дм ³ (мг/100 см ³) бензина, не более	50 (5)			
4	Индукционный период бензина, мин, не менее	360			
5	Массовая доля серы, мг/кг, не более, для экологического класса: К2 К3 К4 К5	500 150 50 10			
6	Объемная доля бензола, %, не более, для экологических классов: К2 К3, К4, К5	5 1			
7	Объемная доля углеводородов, %, не более, для экологических классов К3, К4, К5: олефиновых ароматических	18 35,0 (42,0 – экологический класс К3)			
8	Массовая доля кислорода, %, не более, для экологических классов К3, К4, К5	2,7			
9	Объемная доля оксиганетов, %, не более, для экологических классов К3, К4, К5: метанола этанола изопропилового спирта трет-бутилового спирта изобутилового спирта эфиров (С ₅ и выше) других оксиганетов (с	1,0 5,0 10,0 7,0 10,0 15,0 10,0			

№ п/п	Наименование показателя	Значение для марки			
		АИ-80	АИ-92	АИ-95	АИ-98
	температурой конца кипения не выше 210°C)				
10	Испытание на медной пластинке (3 ч при 50°C)	Класс 1			
11	Внешний вид	Чистый, прозрачный			
12	Плотность при 15 °С, кг/м³	725,0 – 780,0			
13	Концентрация марганца, мг/дм³, не более	отсутствие			
14	Концентрация железа, мг/дм³, не более	отсутствие			
15	Объемная доля монометиланилина, %, не более, для экологических классов: К2 К3, К4 К5	1,3 1,0 отсутствие			

Таблица А.2

Испаряемость бензина

№ п/п	Наименование показателя	Значение для класса*					
		А	В	С и С1	Д и D1	Е и E1	Ф и F1
1	Давление насыщенных паров бензина (ДНП), кПа: в летний период в зимний и межсезонный период	35 – 80 35 – 100					
2	Фракционный состав: объемная доля испарившегося бензина, %, при температуре: 70°C (И70) 100°C (И100) 150°C (И150), не менее конец кипения, °С, не выше объемная доля остатка в колбе, %, не более	15 – 48 40 – 70 75 215,0 2,0	15 – 48 40 – 70 75 215,0 2,0	15 – 50 40 – 70 75 215,0 2,0	15 – 50 40 – 70 75 215,0 2,0	15 – 50 40 – 70 75 215,0 2,0	15 – 50 40 – 70 75 215,0 2,0
3	Максимальный индекс паровой пробки (ИПП)	–	–	Для С1, D1, E1, F1 1350			

* Классы топлива: летние – А,В; зимние – С, D, E, и F; межсезонные – С1, D1, E1, F1.

ГОСТ 305-2013

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ТОПЛИВО ДИЗЕЛЬНОЕ

Технические условия

Таблица А.3

Физико-химические и эксплуатационные показатели

№ п/п	Наименование показателя	Значение для марки			
		Л	Е	З	А
1	Цетановое число, не менее	45			
2	Фракционный состав:				
	50% перегоняется при температуре, °С, не выше	280	280	280	255
	95% (по объему) перегоняется при температуре, °С, не выше	360	360	360	360
3	Кинематическая вязкость при 20°С, мм ² /с (сСТ)	3,0 – 6,0	3,0 – 6,0	1,8 – 5,0	1,5 – 4,0
4	Температура вспышки, определяемая в закрытом тигле, °С, не ниже:				
	для тепловозных и судовых дизелей и газовых турбин	62	62	40	35
	для дизелей общего назначения	40	40	30	30
5	Массовая доля серы, мг/кг, не более	2000			
6	Массовая доля меркаптановой серы, %, не более	0,01			
7	Массовая доля сероводорода	отсутствие			
8	Испытание на медной пластинке	выдерживает			
9	Содержание водорастворимых кислот и щелочей	отсутствие			
10	Кислотность, мг КОН на 100 см ³ топлива, не более	5			
11	Йодное число, г йода на 100 г топлива, не более	6			
12	Зольность, %, не более	0,01			
13	Коксуемость, 10%-ного остатка, %, не более	0,20			
14	Общее загрязнение, мг/кг, не более	24			
15	Содержание воды, мг/кг, не более	200			
16	Плотность при 15 °С, кг/м ³ , не более	863,4	863,4	843,4	833,5

№ п/п	Наименование показателя	Значение для марки			
		Л	Е	З	А
17	Предельная температура фильтруемости, °С, не выше	Минус 5	Минус 15	Минус 25	–
		–	–	Минус 35	Минус 45

Условные обозначения

В условном обозначении топлива указывают:

- ✓ для марки Л – температуру вспышки и экологический класс топлива.

Пример условного обозначения дизельного топлива марки Л, с температурой вспышки 40°С, экологического класса К2, по ГОСТ 305-2013:

ДТ-Л-40-К2 по ГОСТ 305-2013

- ✓ для марки Е – предельную температуру фильтруемости и экологический класс топлива.

Пример условного обозначения дизельного топлива марки Е, с температурой фильтруемости минус 15, экологического класса К2, по ГОСТ 305-2013:

ДТ-Е-минус 15-К2 по ГОСТ 305-2013

- ✓ для марки З – предельную температуру фильтруемости и экологический класс топлива.

Пример условного обозначения дизельного топлива марки З, с температурой фильтруемости минус 25, экологического класса К2, по ГОСТ 305-2013:

ДТ-З-минус 25-К2 по ГОСТ 305-2013

- ✓ для марки А – экологический класс топлива.

Пример условного обозначения дизельного топлива марки А, экологического класса К2, по ГОСТ 305-2013:

ДТ-А-К2 по ГОСТ 305-2013

ГОСТ 17479.1-2015

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

МАСЛО МОТОРНОЕ

Классификация и обозначение

Таблица А.4

Классы вязкости моторных масел

Класс вязкости	Кинематическая вязкость, мм²/с (сСт), при температуре	
	плюс 100°С	минус 18°С, не более
3з	Не менее 3,8	1250
4з	Не менее 4,1	2600
5з	Не менее 5,6	6000
6з	Не менее 5,6	10400
6	Св. 5,6 до 7,0 включ.	—
8	Св. 7,0 до 9,3 включ.	—
10	Св. 9,3 до 11,5 включ.	—
12	Св. 11,5 до 12,5 включ.	—
14	Св. 12,5 до 14,5 включ.	—
16	Св. 14,5 до 16,3 включ.	—
20	Св. 16,3 до 21,9 включ.	—
24	Св. 21,9 до 26,1 включ.	—
3з/8	Св. 7,0 до 9,3 включ.	1250
4з/6	Св. 5,6 до 7,0 включ.	2600
5з/10	Св. 9,3 до 11,5 включ.	6000
5з/12	Св. 11,5 до 12,5 включ.	6000
5з/14	Св. 12,5 до 14,5 включ.	6000
6з/10	Св. 9,3 до 11,5 включ.	10400
6з/14	Св. 12,5 до 14,5 включ.	10400
6з/16	Св. 14,5 до 16,3 включ.	10400

Группы моторных масел

Группа моторного масла		Рекомендуемая область применения
А		Нефорсированные бензиновые двигатели и дизели
Б	Б ₁	Малофорсированные бензиновые двигатели, работающие в условиях, способствующих образованию высокотемпературных отложений и коррозии подшипников
	Б ₂	Малофорсированные дизели
В	В ₁	Среднефорсированные бензиновые двигатели, работающие в условиях, способствующих окислению масла и образованию всех видов отложений
	В ₂	Среднефорсированные дизели, предъявляющие повышенные требования к антикоррозионным, противоизносным свойствам масел и склонности к образованию высокотемпературных отложений
Г	Г ₁	Высокофорсированные бензиновые двигатели, работающие в тяжелых эксплуатационных условиях, способствующих окислению масла, образованию всех видов отложений, коррозии и ржавлению
	Г ₂	Высокофорсированные дизели без наддува или с умеренным наддувом, работающие в эксплуатационных условиях, способствующих образованию высокотемпературных отложений
Д	Д ₁	Высокофорсированные бензиновые двигатели, работающие в эксплуатационных условиях более тяжелых, чем для масел группы Г ₁
	Д ₂	Высокофорсированные дизели с наддувом, работающие в тяжелых эксплуатационных условиях
Е	Е ₁	Высокофорсированные бензиновые двигатели, работающие в эксплуатационных условиях более тяжелых, чем для масел групп Д ₁
	Е ₂	Высокофорсированные дизели с наддувом, работающие в эксплуатационных условиях более тяжелых, чем для масел группы Д ₂

Классы вязкости по SAE J300 для моторных масел

Класс вязкости по SAE	Вязкость, мПа·с, при низкой температуре, °С, не более	Предельная температура прокачиваемости, °С, не более	Кинематическая вязкость при 100°С, мм/с (сСт)	Вязкость при высокой скорости сдвига при 150°С, мПа·с
0W	6200 при минус 35	Минус 40	Не менее 3,8	—
5W	6600 при минус 30	Минус 35	Не менее 3,8	—
10W	7000 при минус 25	Минус 30	Не менее 4,1	—
15W	7000 при минус 20	Минус 25	Не менее 5,6	—
20W	9500 при минус 15	Минус 20	Не менее 5,6	—
25W	13000 при минус 10	Минус 15	Не менее 9,3	—
16	—	—	Св. 6,1 до 8,2 включ.	2,3
20	—	—	Св. 6,9 до 9,3 включ.	2,6
30	—	—	Св. 9,3 до 12,5 включ.	2,9
40	—	—	Св.12,5 до 16,3 включ.	3,5 (классы 0W-40, 5W-40, 10W-40)
40	—	—	Св.12,5 до 16,3 включ.	3,7 (классы 15W-40, 20W-40, 25W-40, 40)
50	—	—	Св.16,3 до 21,9 включ.	3,7
60	—	—	Св. 21,9 до 26,1 включ.	3,7

ГОСТ 10541-78
МАСЛА МОТОРНЫЕ УНИВЕРСАЛЬНЫЕ
Технические условия

Таблица А.7

Физико-химические показатели моторных масел

Наименование показателя	Значение для марки				
	М-6з/12Г ₁	М-5з/10Г ₁	М-4з/6В ₁	М-8В	М-6з/10В
Вязкость кинематическая, мм ² /с при температуре					
100 ⁰ С	Не менее 12	10-11	5,6-6,5	7,5-8,5	9,5-10,5
0 ⁰ С	—	—	—	≤1200	—
-18 ⁰ С	≤10400	Не нормируется	1100-2600	Не нормируется	≤9000
-30 ⁰ С	—	—	≤11000	—	—
Индекс вязкости, не менее	115	120	125	93	120
Массовая доля, %, не более механических примесей	0,015	0,015	0,02	0,015	0,02
воды	следы				
Температура, °С: вспышки в открытом тигле, не ниже	210	200	190	207	190
застывания, не выше	-30	-38	-42	-25	—
Коррозионность на пластинках из свинца, г/м ² , не более	Отсутствие	5,0	5,0	10,0	4,0
Моющие свойства по ПЗВ, баллы, не более	0,5	—	1,0	—	0,5
Щелочное число, мг КОН/г, не менее	7,5	5,0	5,5	4,2	5,5
Плотность при 20°С, кг/г ³ , не более	900	900	880	905	890
Массовая доля активных элементов, %, не менее:					
кальция	0,23	0,20	—	0,16	—
цинка	0,10	0,12	—	0,09	—
фосфора	—	—	—	0,09	—

Таблица цветных светофильтров

Цвет в единицах ЦНТ или ИСО 2049-72	Координаты цветности*			Коэффициент пропускания цвета
	красный	зеленый	голубой	
0,5	0,462	0,473	0,065	0,86±0,06
1,0	0,489	0,475	0,036	0,77±0,06
1,5	0,521	0,464	0,015	0,67±0,06
2,0	0,552	0,442	0,006	0,55±0,06
2,5	0,582	0,416	0,002	0,44±0,04
3,0	0,611	0,388	0,002	0,31±0,04
3,5	0,640	0,359	0,001	0,22±0,04
4,0	0,671	0,328	0,001	0,151±0,022
4,5	0,703	0,296	0,001	0,109±0,016
5,0	0,736	0,264	0,000	0,081±0,012
5,5	0,770	0,230	0,000	0,058±0,010
6,0	0,805	0,195	0,000	0,040±0,008
6,5	0,841	0,159	0,000	0,026±0,006
7,0	0,877	0,123	0,000	0,016±0,004
7,5	0,915	0,085	0,000	0,0081±0,0016
8,0	0,956	0,044	0,000	0,0025±0,0006

* Допускаемые отклонения координат цветности $\pm 0,006$.