

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна
Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского
федерального университета
Дата подписания: 24.08.2023 12:13:06
Уникальный программный ключ:
d74ce93cd40e39275c3ba2f58486412a1c8ef96f

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания
по выполнению лабораторных работ
по дисциплине **«Эксплуатационные материалы»**
для студентов направления подготовки /специальности

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Пятигорск, 2022

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

СОДЕРЖАНИЕ

1. КРАТКАЯ ИНСТРУКЦИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ В ЛАБОРАТОРИИ.....	3
2. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ОТЧЁТА	4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1. ИСПЫТАНИЕ НА МЕДНОЙ ПЛАСТИНКЕ	5
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДОРАСТВОРИМЫХ КИСЛОТ И ЩЕЛОЧЕЙ	10
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ НАСЫЩЕННЫХ ПАРОВ БЕНЗИНА	15
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ВЯЗКОСТИ НЕФТЕПРОДУКТОВ.....	22
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕНЕТРАЦИИ КОНСИСТЕНТНЫХ СМАЗОК	27
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ЖИДКОСТИ.....	33
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ НЕФТЕПРОДУКТОВ.....	38
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУР ПОМУТНЕНИЯ И ЗАСТЫВАНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА	43
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВСПЫШКИ В ЗАКРЫТОМ ТИГЛЕ	49
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВСПЫШКИ И ВОСПЛАМЕНЕНИЯ В ОТКРЫТОМ ТИГЛЕ.....	57
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 11. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗАМЕРЗАНИЯ И СОДЕРЖАНИЯ ГЛИКОЛЯ В ОХЛАЖДАЮЩИХ НИЗКОЗАМЕРЗАЮЩИХ ЖИДКОСТЯХ.....	62
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 12. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ КАПЛЕПАДЕНИЯ КОНСИСТЕНТНЫХ СМАЗОК	70
ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ЭТИХ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ	77

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

1. Краткая инструкция по технике безопасности при проведении лабораторных работ в лаборатории

К лабораторной работе допускаются студенты, изучившие правила техники безопасности при работе с топливно-смазочными и лакокрасочными материалами, прошедшие инструктаж на рабочих местах и соблюдающие правила внутреннего распорядка.

Проведение инструктажа и усвоение полученных знаний регистрируется в специальном журнале. Для обеспечения безопасного выполнения работ следует соблюдать перечисленные ниже правила.

До начала работы необходимо:

- проверить исправность нагревательных приборов и аппаратуры, вентиляции, а также надежность крепления заземляющего провода;
- подготовку проб нефтепродуктов к испытанию (переливание из склянок в приборы) производить вдали от нагревательных приборов, на специальном столе в вытяжном шкафу.

Во время работы необходимо:

- держать сосуды с нефтепродуктами на расстоянии не менее 0,5 м от электронагревательных приборов;
- включать электронагревательные приборы только после того, как топливо залито в прибор, подготовленный к проведению испытаний, а оставшееся топливо слито в склянку, закрыто пробкой и убрано в шкаф;
- соблюдать особую осторожность при работе с антифризом (яд) или этилированным бензином. При их попадании на кожу необходимо промыть пораженные участки водой с мылом, а при попадании внутрь — немедленно обратиться к врачу.

В аварийных ситуациях необходимо:

- в случае воспламенения горючей жидкости быстро убрать от пламени сосуды с нефтепродуктами, выключить электронагревательные приборы и немедленно приступить к тушению пожара;
- при загорании одежды гасить пламя асбестовым одеялом, плотно прижимая его к месту возгорания;
- разлившиеся горящие нефтепродукты тушить не водой, а пенным огнетушителем, песком, хранящимся в лаборатории в специальном ящике, окрашенном в красный цвет, или куском плотной ткани.

По окончании работы необходимо:

- выключить электронагревательные приборы;
- убрать с рабочего места ветошь, пропитанную нефтепродуктами;
- слить использованные нефтепродукты в специальную емкость;
- после работы с антифризом или этилированным бензином вымыть руки с мылом.

Студенты, нарушившие требования техники безопасности, привлекаются к дисциплинарной ответственности.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

2. Требования к выполнению отчёта

Отчет по лабораторным работам выполняется на писчей бумаге стандартного формата А4 (297 х 210). Все листы сшиваются в папке скоросшивателем или переплетаются. Допускается выполнение отчета по лабораторным работам в общей тетради.

Содержание отчета следует иллюстрировать таблицами, схемами, рисунками и т.д. Графическому материалу по тексту необходимо давать пояснение в виде ссылок на рисунки и схемы, а внизу под графическим материалом обязательно выполнять подрисуночную надпись.

В тексте отчета не должно быть сокращенных слов, за исключением общепринятых.

В отчете используется сплошная нумерация страниц. На титульном листе номер страницы не проставляется.

Титульный лист является первой страницей отчета и заполняется по определенным правилам. В верхнем поле указывается полное наименование учебного заведения и кафедры, по которой выполняются работы.

В среднем поле пишется: "Отчет по лабораторной работе по дисциплине..." Далее ближе к левому краю указываются фамилия, имя и отчество студента, курс, группа (шифр), а к правому краю (чуть ниже) указываются фамилия, имя, отчество научного руководителя, а также его ученая степень и ученое звание.

В нижнем поле указывается место выполнения работ и год выполнения (без слова "год").

Титульный лист оформляется печатным шрифтом (или набранным на компьютере). В случае выполнения отчета в тетради титульный лист оформляется печатным шрифтом от руки.

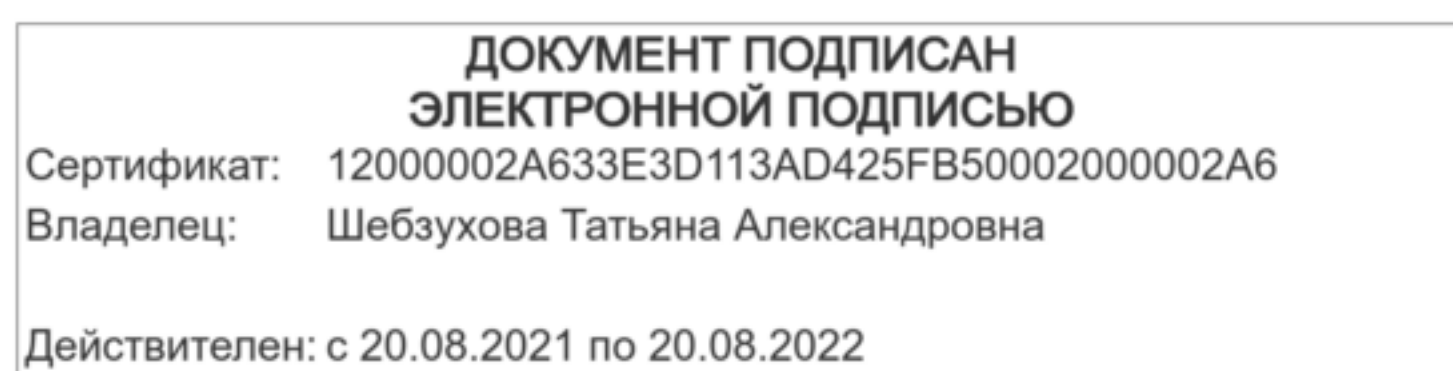
После титульного листа помещается содержание (оглавление), где приводятся все заголовки работы и указываются страницы, на которых они помещены. Необходимо помнить, что все заголовки содержания должны точно повторять заголовки в тексте. Сокращать или давать их в другой формулировке, последовательности по сравнению с заголовками в тексте нельзя.

Заголовки одинаковых ступеней рубрикации необходимо располагать друг под другом, а заголовки последующей ступени смещают на три — пять знаков вправо по отношению к заголовкам предыдущей ступени.

После каждой лабораторной работы помещается список использованных источников.

Различного рода вспомогательные или дополнительные материалы помещают в приложении.

Схемы, рисунки, графики необходимо выполнять карандашом, черной пастой или тушью на листах писчей, чертежной или миллиметровой бумаги, которые вкладываются в отчёт. При необходимости можно использовать листы нестандартного формата.



Лабораторная работа № 1. Испытание на медной пластинке.

1. Введение

Цель - приобретение навыков определения наличия в топливе активных сернистых соединений.

Задачи:

1. Изучить принцип содержания водорастворимых кислот и щелочей в бензине.
2. Изучить причины появления водорастворимых кислот и щелочей в бензине.
3. Провести исследования.
4. Подготовить выводы по результатам исследований.
5. Подготовить отчет и защитить его.

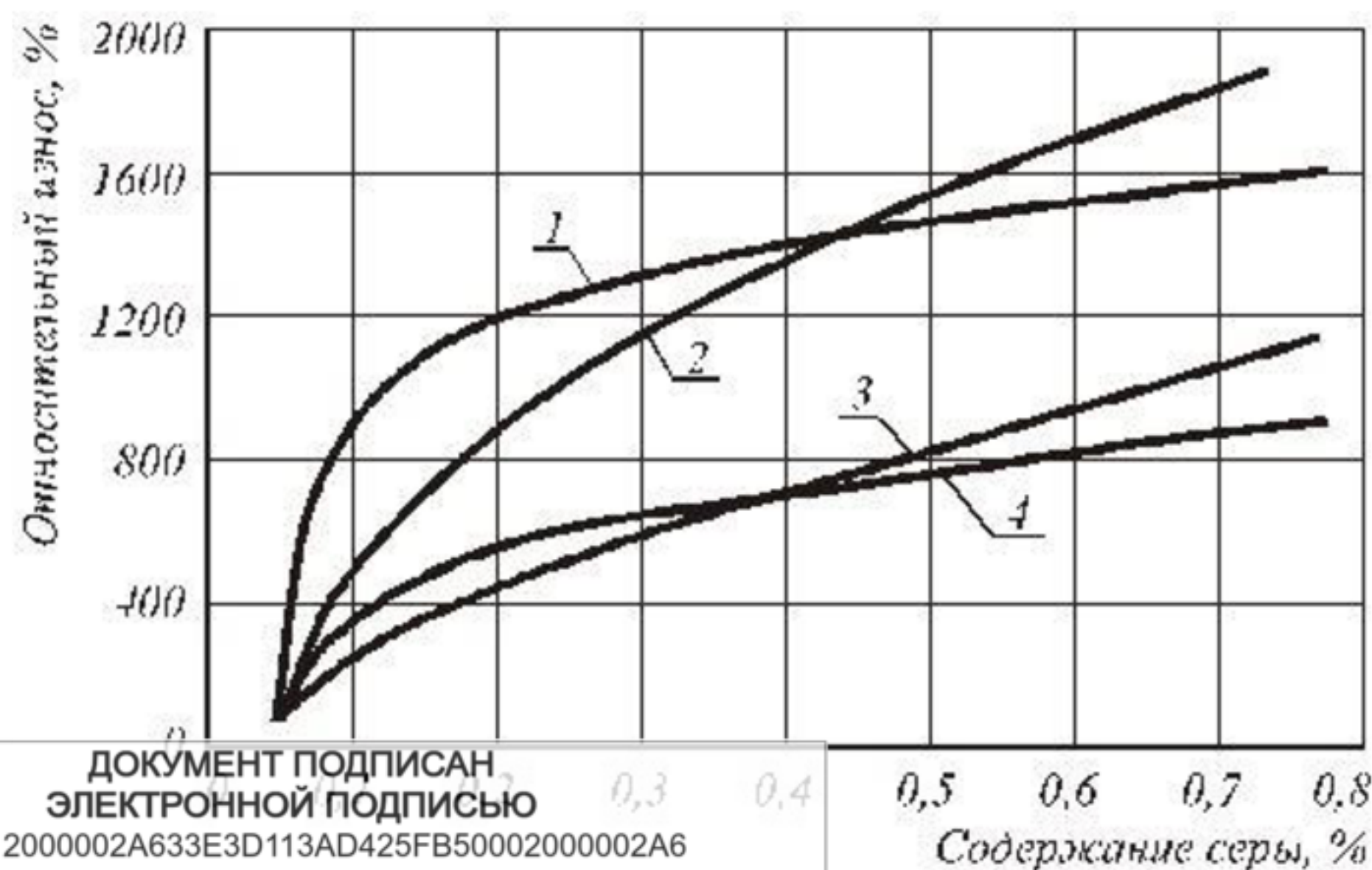
2. Теория

2.1. Общие сведения

Сернистые соединения по коррозионной агрессивности подразделяют на активные и неактивные. Их содержание в топливе отрицательно сказывается на его эксплуатационных свойствах, таких как стабильность, способность к нагарообразованию, коррозионная агрессивность и др. Активные сернистые соединения вызывают коррозию металлов даже при нормальных условиях.

Неактивные сернистые соединения не опасны для резервуаров, трубопроводов, топливных баков и других деталей автомобилей, так как при контакте с металлами коррозионный процесс не возникает.

При сгорании, как активные, так и неактивные соединения образуют серный и сернистый ангидриды SO_2 и SO_3 , а при конденсации из продуктов сгорания воды, соединяясь с ней, соответственно сернистую и серную кислоты. Серный ангидрид при работе прогретого двигателя вызывает газовую коррозию цилиндра, поршня и выпускных клапанов. По результатам многочисленных экспериментов и практическим данным установлено, что коррозионный износ в значительной степени зависит от изношенности двигателя, количества серы, содержащейся в топливе, и конкретных условий эксплуатации: при увеличении содержания серы в бензине от 0,05 до 0,1% износ двигателей возрастает в 1,5-2 раза, с 0,1 до 0,2% - еще в 1,5-2 раза, а с 0,2 по 0,3% - в 1,3-1,7 раза (рис. 2.1).



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Рис. 2.1. Влияние серы, содержащейся в бензине, на износ двигателя
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

1 – толкатели; 2 – поршневые кольца; 3 – стержень клапана; 4 – цилиндр

Полное удаление серы из топлива - процесс трудоемкий и требует больших затрат. Часть сернистых соединений, в основном неактивных, в количестве, практически не влияющем на износ двигателя, в топливе остается. Максимальное содержание серы в отечественных автомобильных бензинах регламентируется ГОСТ 2084-77 и равно 0,12%.

Испытание на медной пластинке проводится в целях определения наличия в топливе активных сернистых соединений.

Сущность определения заключается в фиксировании изменения (или в отсутствии изменения) цвета медной пластинки под воздействием топлива в стандартных условиях испытания (рис. 2.2).

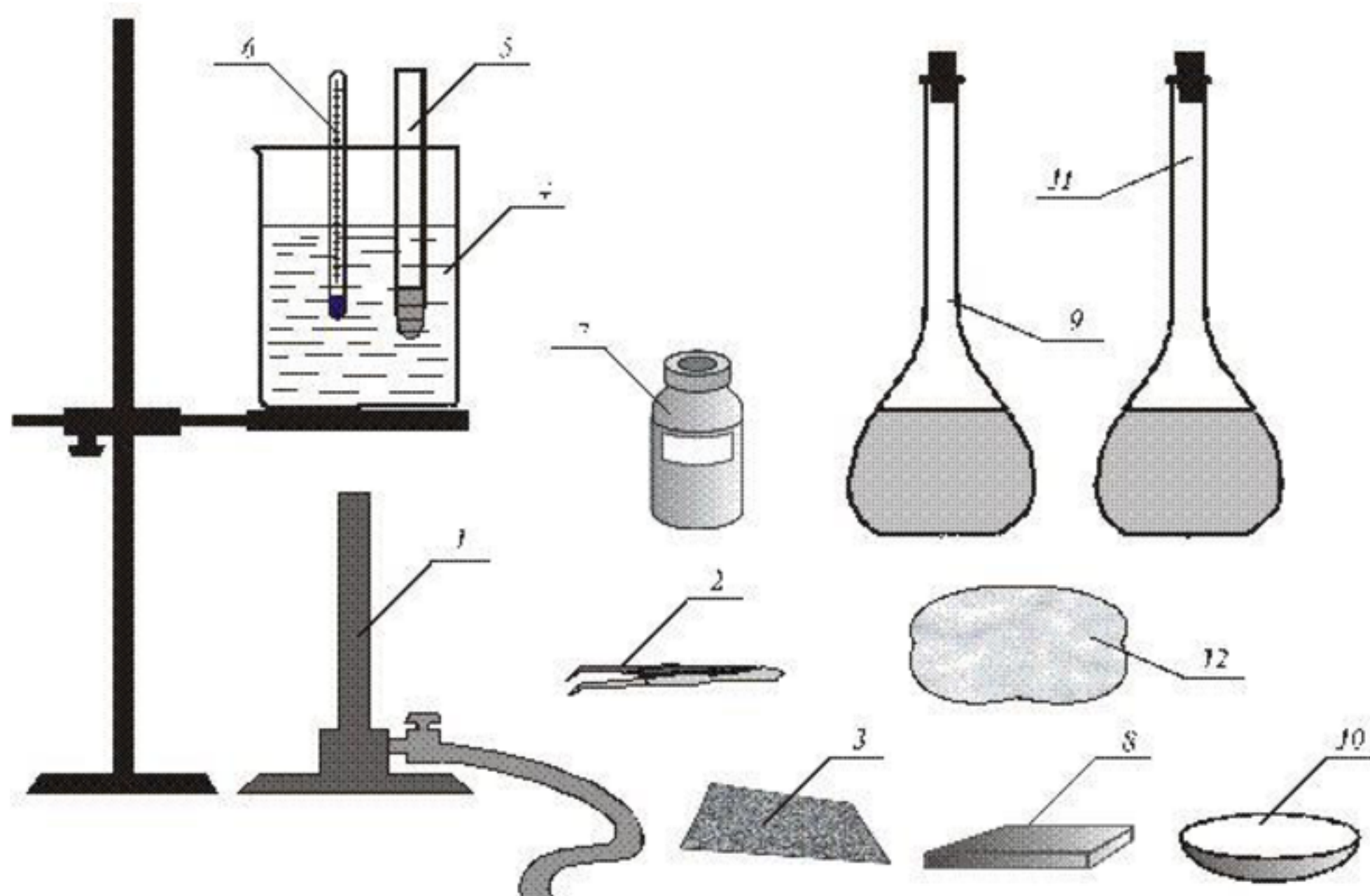


Рис. 2.2. Испытание на медной пластинке

1 – горелка; 2 – пинцет; 3 – шлифовальная шкурка; 4 – стакан термостатирующей жидкостью; 5 – пробирка с испытуемым продуктом и медными пластинками; 6 – термометр; 7 – склянка со шлифовальным порошком; 8 – фильтр; 9 – колба с изоктаном; 10 – фарфоровая чашка; 11 – колба со спиртом; 12 – вата

2.2. Подготовка к определению

Для определения применяют пластинки из электролитной меди марок М0 или М1 размером 40×10×2 мм. Новые пластинки изготовляют с шероховатостью поверхностей, соответствующей восьмому классу чистоты.

Непосредственно перед определением пластинки шлифуют шкуркой или шлифовальным порошком на вате, смоченной в изоктане (зернистость абразивного материала - 6-8). Шлифовка ведется вдоль обрабатываемой пластинки (туда и обратно). Пятна и царапины на всех шести сторонах пластинки удаляют шлифовальным порошком более крупной зернистости.

Для получения гладкой поверхности пластинки обрабатывают шлифовальным микропорошком (корунд или карбокорунд зернистостью № 14 или №10) на вате, смоченной в изоктане. Затем пластинки высушивают в сушильном шкафу при температуре 100±5 °С в течение 10 минут. Для каждого испытуемого топлива проводят не менее двух параллельных определений.

Испытуемое топливо фильтруют через бумажный фильтр и наливают в пробирки по 10 см³ в каждую. В пробирки с топливом подготовленные пластинки опускают пинцетом и закрывают их корковыми пробками.

2.3. Порядок определения

Пробирки с испытуемым топливом и медными пластинками помещают в вертикальном положении в нагретую баню. При анализе топлив для реактивных двигателей в баню в качестве термостатирующей жидкости заливают глицерин или масло вазелиновое медицинское. При анализе всех остальных топлив в баню заливают в воду.

Уровень жидкости в бане должен быть выше уровня топлива в пробирках не менее чем на 30 мм.

Температура жидкости в бане во время определения должна быть:

- при анализе топлива для реактивных двигателей 100±1°C;
- при анализе всех остальных топлив 50±2°C.

Изменение цвета пластинки характеризует наличие в топливе сернистых соединений.

3. Оборудование

3.1. Оборудование для проведения лабораторной работы



Рис. 3.3. Канистры с образцами бензинов

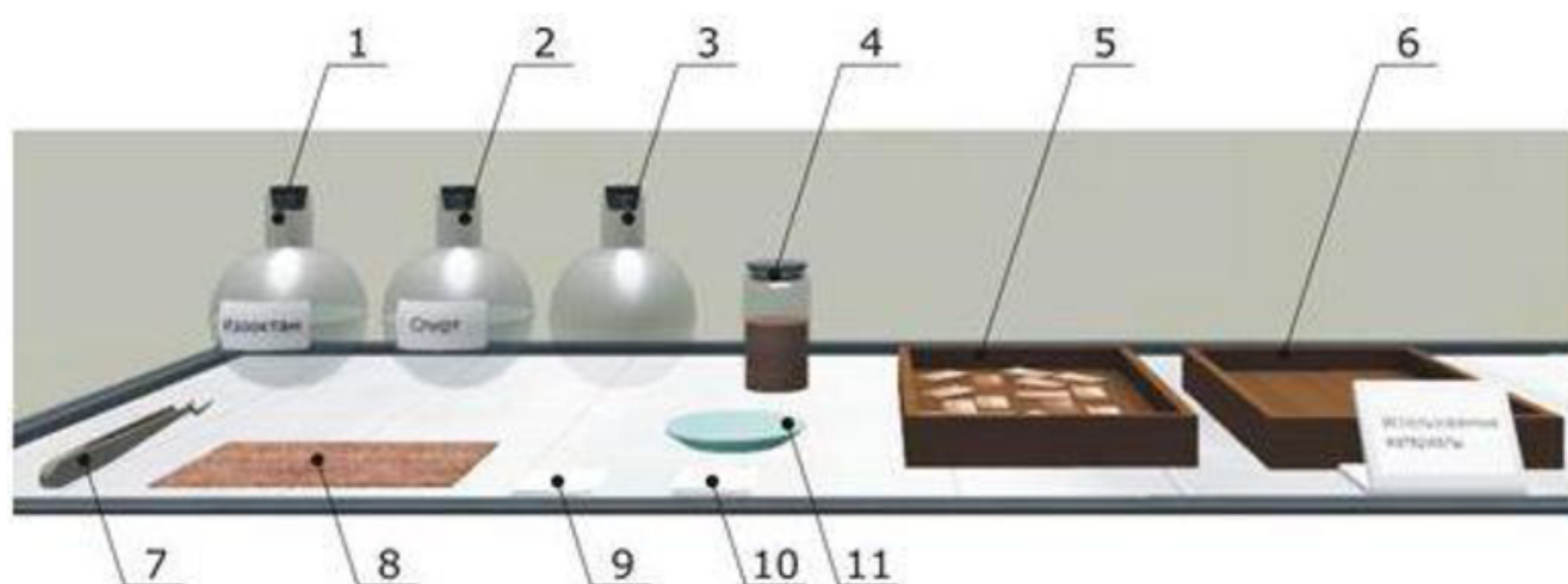


Рис. 3.4. Вспомогательное оборудование и материалы

1 - колба для спирта; 2 - колба со спиртом; 3 - колба для налива топлива; 4 - емкость с пластинами размером 40x10x2мм; 5 - ящик для карбокорунда; 6 - ящик для использованных каталов; 7 - металлический пинцет; 8 - мелкозернистая наждачная бумага; 9,10 - ватки; 11 - чаша для карбокорунда

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022



Рис. 3.5. Штатив с пробирками и водяная баня

Водяная баня представляет собой металлическую бочку, заполненную водой. Сверху на бочке установлена панель управления водяной баней. От панели управления вниз отходит нагревательный элемент. На панели управления есть: кнопка включения бани (подписи «ВКЛ» и «ВЫКЛ»), регулятор температуры внутри бани (значения от min до max), индикатор температуры внутри бани. Под панелью находится деревянная доска с 4-мя отверстиями. В них будут помещаться пробирки. Вода в бане залита таким образом, чтобы ее уровень был на 3 см выше уровня топлива в пробирках.

4. Порядок выполнения работы

1. Достаньте из шкафа канистру с топливом, поставьте ее на стол рядом с вытяжным шкафом.

2. Снимите с колбы пробку, положите ее на стол. Открутите крышку с канистры и налейте топливо в колбу (80% объема колбы). Закрутите крышку канистры, канистру уберите в шкаф. Важное условие – любые емкости с жидкими материалами нужно сразу закрывать после использования.

3. Включите водяную баню. Изначальная температура такая же, как и в комнате - 20°C .

При включении бани температура начнет повышаться:

- значение min соответствует комнатной температуре;
- значение max соответствует 60°C .

Скорость набора температуры постоянна и равна $10^{\circ}\text{C}/\text{мин}$.

Если выключить баню, температура начнет понижаться ($10^{\circ}\text{C}/\text{мин}$).

4. Рассмотрите лежащие пластинки в ящике. Левый щелчок мыши ставит пластинку на уровне глаз и увеличивает ее в 2-3 раза. Повторный щелчок мыши возвращает пластинку на место.

5. Непосредственно перед определением пластинки шлифуют очень мелкой наждачной бумагой. Шлифовка ведется вдоль обрабатываемой пластинки (туда и обратно). Возьмите пластинку в руки и примените ее к наждачной бумаге, лежащей на столе. Автоматически начнется шлифовка пластинки о бумагу (туда/обратно – 10 циклов), далее пластинка перевернется на другую сторону и опять произойдет шлифовка.

6. Для получения более гладкой поверхности пластинки обрабатывают шлифовальным микродиском (карбокорунд) на вате, смоченной в изооктане. Возьмите емкость, открутите крышку и отсыпьте часть порошка в специальную емкость. Порошок засыпается наполовину.

7. Снимите пробку с емкости с изооктаном, возьмите в руки ватку, примените к изооктану.

8. Затем ватку обмакните в насыпанный карбокорунд. Примените ватку к пластинке меди.

9. Затем пластинки протирают спиртом, идентично процедуре с изооктаном, но без карбокорунда. Для каждого образца топлива подготовьте 4 медные пластинки.

11. Испытуемое топливо налейте в пробирки по 10 см³ в каждую. Высота пробирки 18 см.

12. В пробирки с топливом опустите пинцетом подготовленные пластинки и закройте их пробками.

13. Пробирки с испытуемым топливом и медными пластинками поместите в вертикальном положении в нагретую баню (отверстия деревянной доски). Время выдерживания - 12 мин, в реальности – 120. Время считается только с момента установления температуры испытания - 50-60⁰С.

14. После прохождения необходимого времени достаньте пробирки и поставьте их в штатив. Откройте крышку одной из пробирок и при помощи пинцета извлеките пластинку на стол. Левый щелчок мыши ставит пластинку на уровне глаз и увеличивает ее в 2-3 раза. Повторный левый возвращает пластинку на место. Цвет пластинки может поменяться.

5. Отчет

Отчет должен содержать:

1. Цель лабораторной работы.
2. Рисунок прибора для определения содержания сернистых соединений в бензине.
3. Порядок проведения лабораторной работы.
4. Полученные в ходе лабораторной работы данные и результат их обработки (занесенные в таблицу).

Таблица 5.1

Опытные данные

№ опыта	Цвет образца
1	
2	

6. Контрольные вопросы

1. Каково влияние сернистых соединений на эксплуатационные свойства двигателя?
2. В чем сущность определения содержания сернистых соединений в бензинах?
3. В чем заключается подготовка к определению содержания сернистых соединений в бензинах?
4. Каков порядок определения содержания сернистых соединений в бензинах?
5. Каково максимальное содержание серы в отечественных автомобильных бензинах допускает ГОСТ?

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Лабораторная работа № 2. Определение водорастворимых кислот и щелочей

1. Введение

Цель работы - приобретение навыков определения содержания водорастворимых кислот и щелочей в бензине.

Задачи:

- изучить влияния водорастворимых кислот и щелочей на двигатель внутреннего сгорания;
- изучить причины появления активных сернистых соединений в топливе;
- изучить принцип определения наличия в топливе активных сернистых соединений;
- провести исследования;
- подготовить выводы по результатам исследований;
- подготовить отчет и защитить его.

2. Теория

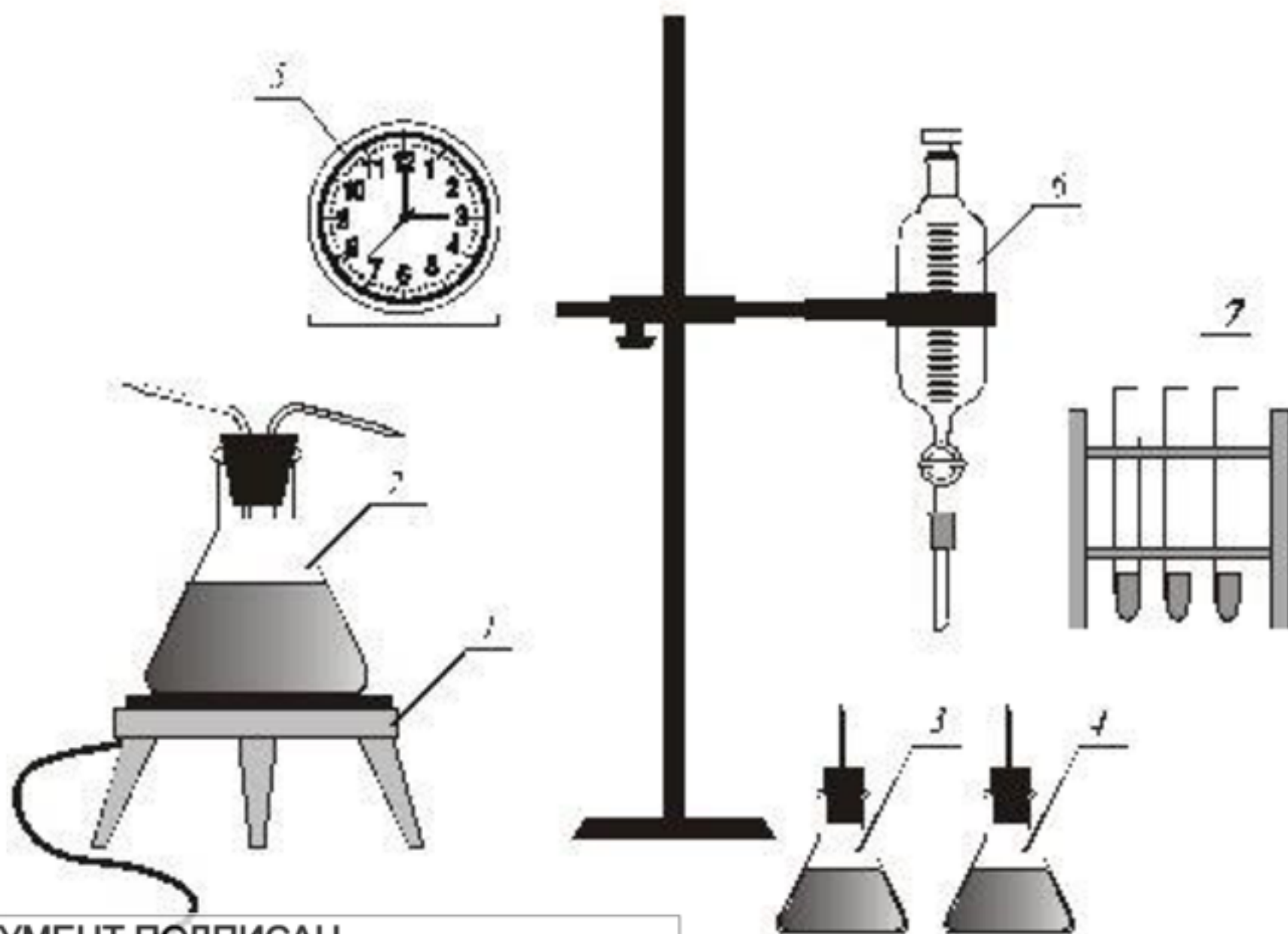
В бензинах не должно быть ни водорастворимых (минеральных) кислот, ни щелочей. Тем не менее водорастворимые кислоты и щелочи могут попасть в топливо при транспортировании и хранении, например, при плохо очищенной таре. В таких случаях не исключено присутствие в топливе серной кислоты, едкого натра, сульфокислот и других веществ, вызывающих сильную коррозию цветных и черных металлов. К наличию в топливе водорастворимых кислот и щелочей может привести также ослабление контроля за процессом его очистки.

Сущность определения водорастворимых кислот и щелочей заключается в извлечении их из испытуемого нефтепродукта в водную вытяжку и в проверке её индикаторами.

Перед определением испытуемый нефтепродукт тщательно взбалтывают в течение 3 мин в склянке, заполнение не более чем на 3/4 ее объема. Вязкие и парафинистые продукты предварительно нагревают до 40-50°C. Если кинематическая вязкость нефтепродукта при 50°C более 75 сСт (масло авиационное МС-20, масло танковое МТ-16п и др.), его предварительно смешивают с равным количеством проверенного на нейтральность бензина. Кран и пробку делительной воронки слегка смазывают техническим вазелином.

3. Оборудование

3.2. Оборудование, необходимое для проведения лабораторной работы



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Рис. 3.3. Оборудование, необходимое для проведения лабораторной работы

1 – электроплитка; 2 - промывалка с дистиллированной водой; 3 – капельница с раствором метила оранжевого; 4 - капельница с фенолфталеином; 5 - сигнальные часы; 6 – делительная воронка с нефтепродуктами и дистиллированной водой; 7 – пробирки

В делительную воронку наливают 50 мл испытуемого продукта, подогретого до 70-80°C, и 50 мл дистиллированной воды, подогретой до 70-80°C и проверенной на нейтральность. При определении водорастворимых кислот и щелочей в топливе для реактивных двигателей в делительную воронку наливают 100 мл испытуемого топлива и 10 мл дистиллированной воды.

При определении водорастворимых кислот и щелочей в бензине, лигроине, керосине и топливе для реактивных двигателей эти нефтепродукты не подогревают. Содержимое делительной воронки в течение 5 мин интенсивно взбалтывают и затем смеси дают отстояться. После отстоя полную вытяжку наливают в две пробирки, по 1-2 мл в каждую.

В одну пробирку прибавляют две-три капли раствора метилового оранжевого и сравнивают цвет испытуемой водной вытяжки с цветом дистиллированной воды такого же объема, налитой в третью пробирку, в которую также добавлены две-три капли раствора метилового оранжевого. Окрашивание испытуемой водной вытяжки в розовый или оранжево-красный цвет указывает на наличие в нефтепродукте водорастворимых кислот.

Если кислот в нефтепродукте не обнаружено, производят испытание на наличие водорастворимых щелочей. Для этого во вторую пробирку добавляют две-три капли раствора фенолфталеина. Окрашивание водной вытяжки в розовый (фиолетово-розовый) и малиново-красный цвет указывает на щелочную реакцию.

Если при анализе бакинского дизельного топлива, масел щелочной очистки, масел с присадками и неочищенных остаточных нефтепродуктов водная вытяжка покажет щелочную реакцию (вследствие возможного гидролиза мыл или образования стойкой водной эмульсии при смешении этих нефтепродуктов с дистиллированной водой), то проводят контрольное определение холодного продукта. Его обрабатывают нейтральным водным спиртом (в соотношении 1:1), нагретым до 50°C, аналогично вышеуказанной обработке горячей дистиллированной водой.

При отсутствии щелочей водная вытяжка цвета не изменит или слегка побелеет. При обнаружении изменения окраски продукт считается некондиционным. Качество продукта, содержащего водорастворимые кислоты и щелочи, не исправляется.

В шкафу находятся несколько канистр с испытуемым топливом, спиртом и дистиллированной водой.



Рис. 3.4. Канистры с испытуемым топливом, спиртом и дистиллированной водой
На столе располагаются две колбы для испытуемого топлива и дистиллированной воды, закрытые пробками, с отверстиями, в которые вставлены термометры, градуированные от 0 до 100°C.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	



Рис. 3.5. Вспомогательное оборудование
В вытяжном шкафу присутствует следующее оборудование:

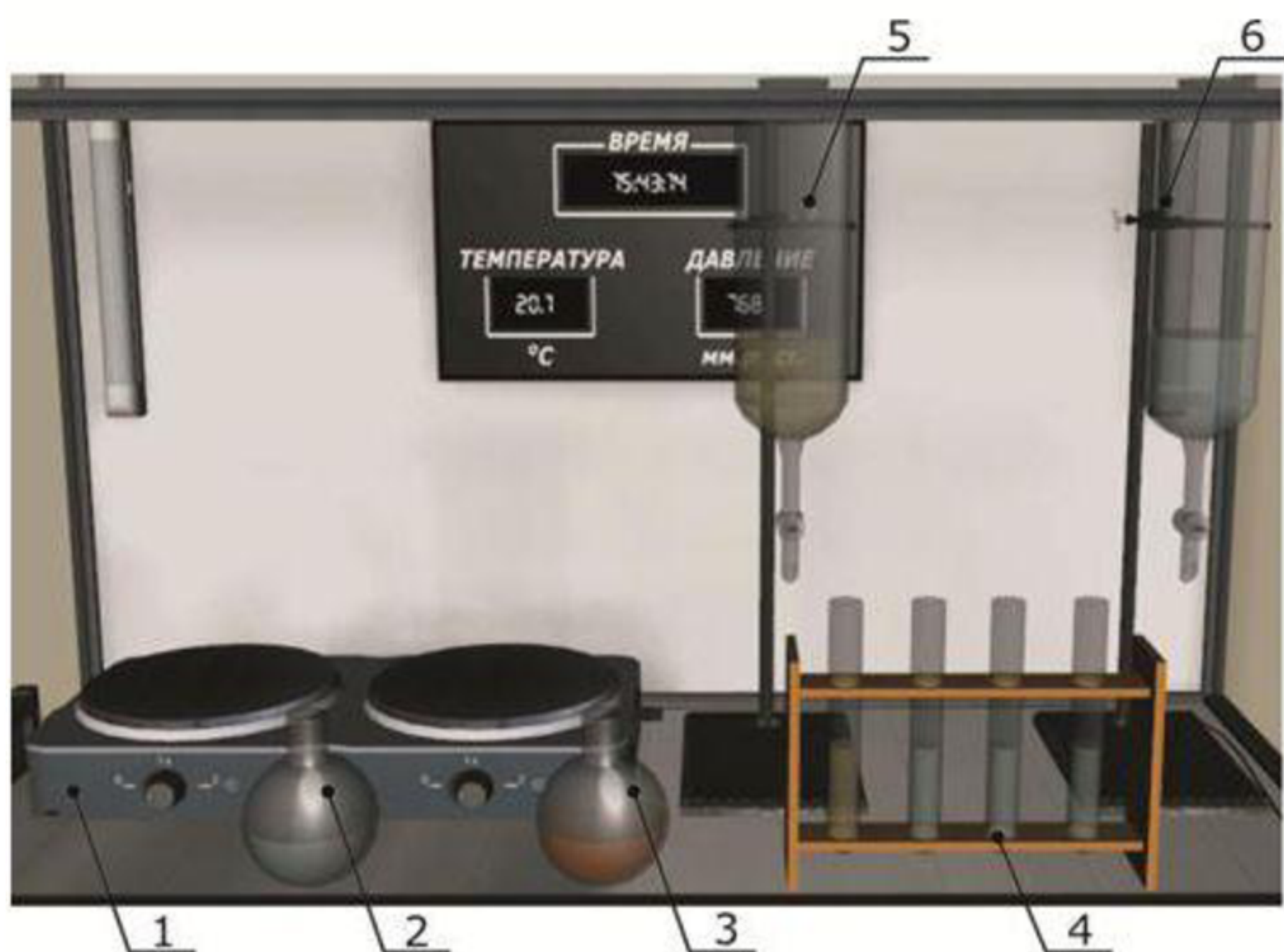


Рис. 3.6. Оборудование
1 – двухконфорочная плитка; 2 – фенолфталеин; 3 - метил оранжевый; 4 - подставка с пробирками; 5,6 – делительные воронки для топлива и воды

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

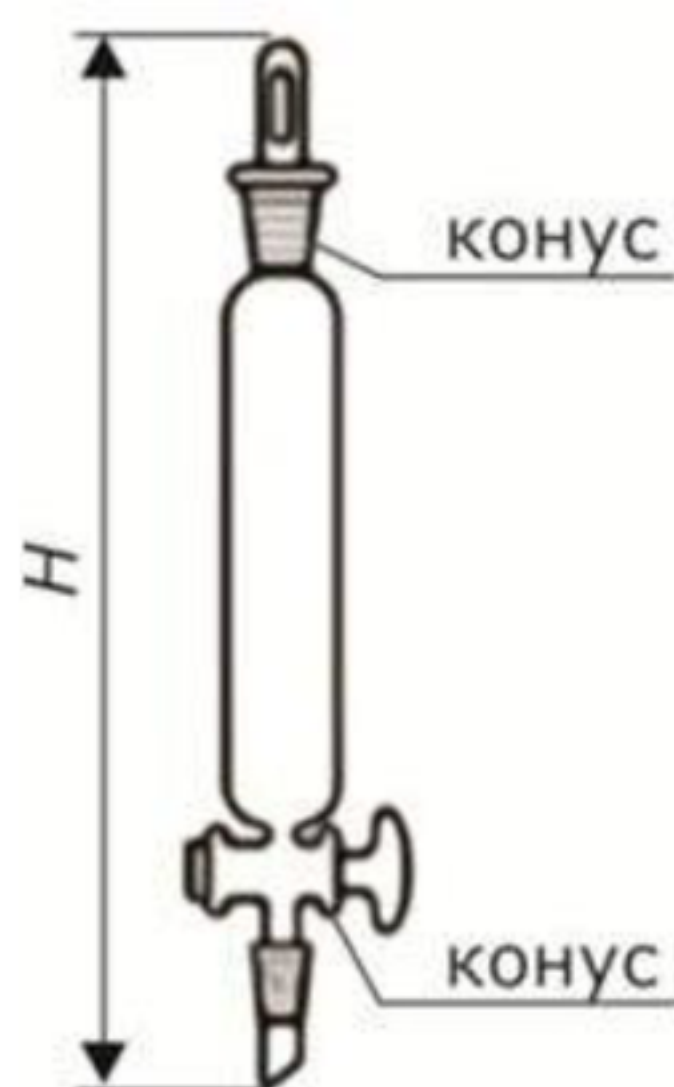


Рис. 3.7. Делительная воронка

4. Порядок выполнения работы

1. Откройте шкаф с исследуемым материалом. Достаньте канистру с испытуемым топливом и канистру с дистиллированной водой.

2. Снимите пробку с термометром с первой колбы, открутите крышку с канистры, налейте топливо в колбу. Закройте колбу и закрутите крышку канистры;

Если взяли из шкафа канистру с маслом, то в колбу необходимо налить только половину объема. Затем достаньте канистру с нейтральным бензином и в эту же самую колбу долейте другую половину объема.

2. Снимите пробку с термометром с другой колбы, открутите крышку с канистры, налейте в нее дистиллированную воду. Закройте крышку колбы и закрутите крышку канистры.

3. Канистры уберите в шкаф.

4. Нагрев:

Если для исследования взяли канистру с бензином, то подогревать его не нужно (вода в таком случае тоже не подогревается).

Если взяли канистру с ДТ или маслом, то для исследования их качества необходимо произвести нагрев: поставьте колбы на плитку, включите ее. Произойдет процесс нагрева (максимально до температуры 80°C , со скоростью 10°C в мин; при выключении плитки охлаждение будет со скоростью в 5°C в минуту).

5. Снимите крышки с делительных воронок. Закройте краны (если не закрыты). Кран закрывается поворотом рукоятки на 90°C (в лабораторной работе - щелчком по нему)

6. Налейте топливо и воду в делительные воронки по 50 мл, применением колб к воронкам (проверьте, сняты ли крышки).

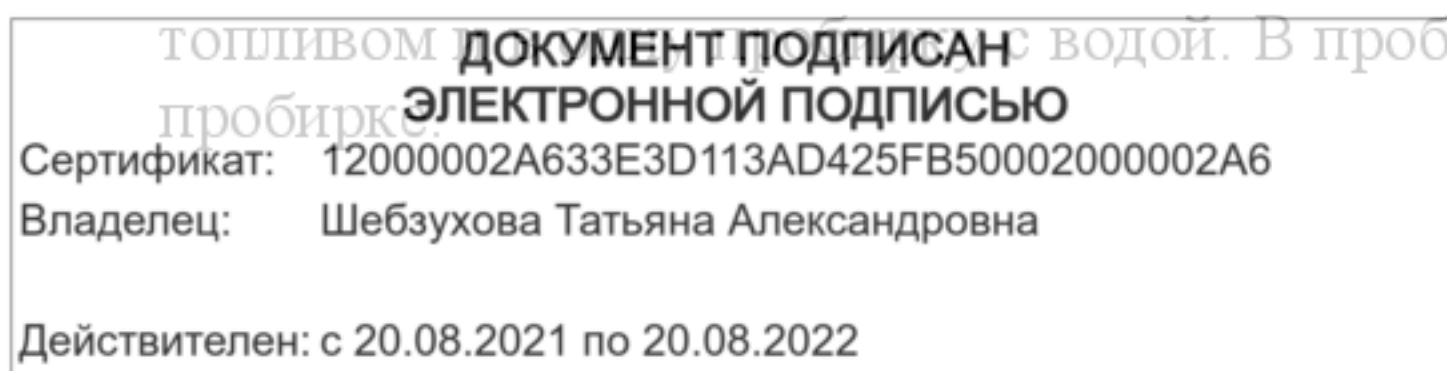
7. Достаньте делительную воронку со стойки и в течении 1 минуты встряхивайте ее. После начала встряхивания жидкости перемешаются. Воронку с водой не используйте.

8. После встряхивания поместите воронку обратно в стойку и дайте жидкости отстояться (2 мин).

8. Снимите первую делительную воронку (с топливом) и поднесите к первой пробирке на подставке, открутите кран и налейте в нее жидкость. Та же процедура на второй пробирке. Поставьте воронку обратно.

9. Возьмите вторую воронку и заполните остальные две пробирки.

10. Возьмите колбу с метилом оранжевым и капните его в первую пробирку с топливом и в пробирку с водой. В пробирке с водой цвет будет таким, как во второй пробирке.



В пробирке с водой от топлива: если в ней не присутствует кислота, цвет как во второй пробирке; а если кислота все-таки присутствует, то цвет будет как в первой пробирке.

11. Затем возьмите колбу с фенолфталеином. Если в топливе уже обнаружена кислота и вы пытаетесь проверить на щелочь - выводится надпись «Повторите теорию еще раз» при невозможности капать фенолфталеин в пробирку. Если кислоты нет в топливе, то капните его в первую пробирку с топливом и в одну пробирку с водой. В пробирке с водой цвет слегка помутнеет. Во второй пробирке (от топлива), если щелочи нет, то цвет как в пробирке с водой. Если щелочь присутствует, то цвет станет розовым (фиолетово-розовым) или малиново-красным.

12. Открутите крышку канистры для слива отработанного топлива и слейте жидкость из всех пробирок, делительных воронок. Можно повторить опыт.

13. Если в ДТ обнаруживается щелочь, вы можете сделать повторное определение этого топлива со спиртом.

Для этого достаньте канистру с ДТ, заполните ДТ половину колбы. Возьмите из шкафа канистру со спиртом, нагрейте его до 50°C , наливаем еще половину колбы. Далее встряхните колбу, дайте отстояться, и можете делать проверку на присутствие щелочи.

5. Отчет

Отчет должен содержать:

1. Название лабораторной работы.
2. Цель и задачи лабораторной работы.
3. Порядок проведения лабораторной работы (включая устройство приборов для определения водорастворимых кислот и щелочей).
4. Полученные в ходе лабораторной работы данные и результат их обработки (занесенные в таблицу).

№ опыта	Наличие кислоты	Наличие щелочи
1.		
2.		

5. Выводы по проведенному эксперименту.

6. Контрольные вопросы

1. Каким образом кислоты и щелочи попадают в нефтепродукты?
2. В чем сущность определения водорастворимых кислот и щелочей?
3. В чем заключается подготовка к определению водорастворимых кислот и щелочей?
4. Каков порядок определения водорастворимых кислот и щелочей?
5. Для чего проводят контрольное определение холодного нефтепродукта?
6. Для чего бензин и воду подогревают перед испытанием?
7. До какой температуры подогревают бензин и воду?
8. Какой цвет принимает вода, содержащая кислоту при реакции с метилоранжем?
9. Какой цвет принимает вода, содержащая щелочь при реакции с фенолфталеином?
10. Допускает ли ГОСТ содержание водорастворимых кислот и щелочей в бензине?
11. Могут ли в бензине одновременно содержаться водорастворимые кислоты и щелочи?
12. Каково процентное соотношение нефтепродукта и воды в делительной воронке?
13. Исправляется ли качество нефтепродукта, содержащего водорастворимые кислоты и щелочи?
14. В течении какого времени должно отстаиваться содержимое делительной воронки после смешивания?

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Лабораторная работа № 3. Определение давления насыщенных паров бензина

1. Введение

Цель работы - приобретение навыков определения давления насыщенных паров бензина.

Задачи:

- изучить зависимости значения давления насыщенного пара от марки бензина;
- изучить принцип определения насыщенных паров бензина;
- провести исследования;
- подготовить выводы по результатам исследований;
- подготовить отчет и защитить его.

2. Теория

Высокая испаряемость - одно из важнейших свойств бензина. Различают испаряемость двух видов - статическую и динамическую.

Статическое - это испарение с неподвижной поверхности топлива в неподвижный воздух, наблюдается при хранении топлива в резервуарах.

Динамическое испарение происходит при обдуве топлива потоком воздуха, например, в системе питания двигателя внутреннего сгорания.

Испаряемость бензина обуславливается давлением его насыщенных паров. Если в замкнутой системе скорость испарения становится равной скорости конденсации, то в системе наступает динамическое равновесие. При этом плотность пара будет максимальной, а пар - насыщенным.

Насыщенный пар - это пар, находящийся в равновесном состоянии с жидкостью. Температура его такая же, как и у испаряемой жидкости.

Давление насыщенных паров жидкости - это давление, развиваемое парами в условиях равновесного состояния с жидкостью при данной температуре.

Для простых жидкостей давление насыщенных паров определяется только природой жидкости и температурой, а для сложных (например, бензина) - зависит также и от отношения объема паровой фазы к объему жидкой. Чем больше в бензине содержится углеводородов с низкой температурой кипения, тем выше его испаряемость, давление насыщенных паров и склонность к образованию паровых пробок.

Паровые пробки образуются в системе питания двигателя при эксплуатации автомобилей в летний период, особенно в южных районах страны, а также в высокогорных условиях и при повторных пусках перегретого двигателя.

При нагревании бензина в системе питания легкокипящие углеводороды испаряются не только с открытой поверхности, но и в объеме топлива, в результате чего образуется большое количество паров. В бензине сильно возрастает объем паровой фазы и уменьшается объем жидкой. Через систему питания двигателя в этом случае идет смесь, состоящая из жидкого бензина, его паров и небольшого количества воздуха, выделившегося при нагревании из бензина. Это приводит к снижению подачи насосом массового количества топлива, чрезмерному обеднению горючей смеси, перебоям в работе двигателя в связи с ухудшением ее воспламенения, падению мощности и остановке двигателя. Остановка носит такой же характер, что и при засорении топливопроводов механическими примесями. Поэтому явление получило название паровой пробки, хотя двигатель останавливается не за счет перекрытия топливного тракта паровой пробкой, прекращающей совсем подачу топлива.

При эксплуатации автомобиля основным фактором, влияющим на образование паровых пробок, служит температура бензина в системе питания, которая зависит от температуры окружающего воздуха.

3.2.1. Подготовка к определению давления насыщенных паров бензина

Сертификат: 42000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

проведения лабораторной работы

Давление насыщенных паров летнего бензина всех марок должно быть не более 66661 Па (500 мм рт.ст.), а зимнего - от 66661 до 93325 Па (500...700 мм рт.ст.). Работа автомобилей в летний период на зимнем бензине запрещается, так как из-за высокого давления насыщенных паров бензина в системе питания будут интенсивно образовываться паровые пробки. Также недопустима работа автомобилей зимой на летнем бензине.

Относительно невысокое давление насыщенных паров и присутствие большого количества высококипящих углеводородов в летнем бензине затрудняет пуск двигателя, ухудшает его динамические качества и повышает износ цилиндропоршневой группы.

Давление насыщенных паров бензина определяют стандартным методом или же способом Валявского-Бударова.

3.2.2. Порядок определения

При стандартном методе получают условную характеристику испарения, пусковых качеств и склонности топлива к образованию паровых пробок. Сущность метода заключается в измерении давления насыщенных паров топлива в двухкамерной бомбе при температуре 37,8°C. Схема прибора показана на рис.3.3.

Металлическая бомба состоит из топливной камеры (1) с одним отверстием и воздушной камеры (2), которые соединяются при помощи резьбы. Отношение объемов воздушной и топливной камер составляет 3,8...4,2:1. В верхней части воздушной камеры находится ниппель (8) с газовым краном (4) и наконечником для резиновой трубки.

Применяют ртутный или пружинный манометр. Ртутный манометр (3) выполнен в виде U-образной стеклянной трубки диаметром 5...8 мм и длиной 1000, снабженной школьной пластиной с диапазоном измерения от 0 до 700...800 мм и ценой деления 1 мм. Манометрическую трубку наполняют ртутью, на одно ее ответвление надевают резиновую трубку с внутренним диаметром 3...6 мм и длиной 1000...1200 мм, которую затем соединяют с воздушной камерой бомбы.

Размеры водяной бани для нагревания и проверки герметичности позволяют погружать в нее бомбу так, что верхний край воздушной камеры находится ниже уровня воды не менее чем на 25 мм. В бане поддерживают постоянную температуру 37,8°C при помощи термостата (4).

Проба бензина для анализа отбирается с помощью приспособления, исключающего потери от испарения во время переливания. Приспособление состоит из плотно пригнанной к бутылке корковой пробки с проходящими сквозь нее двумя трубками. Одна трубка (воздушная) доходит до дна бутылки, другая (для слива топлива) - с внутренней стороны - вставляется вровень с пробкой, а с внешней выступает настолько, чтобы она не достигала дна сосуда, в которое сливается топливо (на 10...20 мм).

Сосуд с бензином охлаждают до температуры 0...4°C и только после этого открывают. Пробу бензина, предназначенную для исследования, хранят в лаборатории до испытания при температуре не выше 20°C.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

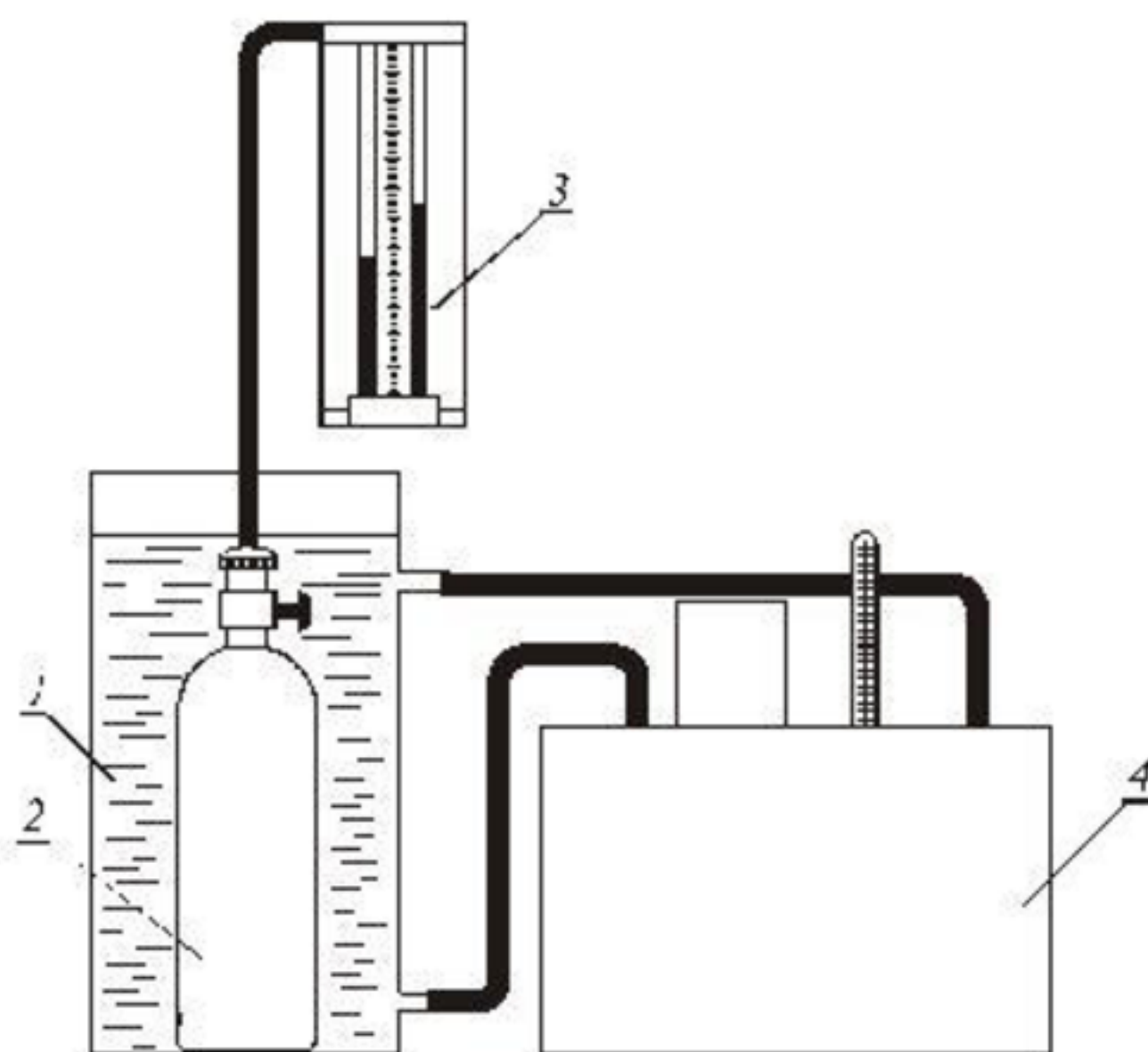


Рис. 3.3. Прибор для определения давления насыщенных паров стандартным методом

1 - водяная баня; 2 - бомба; 3 - ртутный манометр; 4 – термостат

Объемы воздушной и топливной камер проверяют перед проведением испытания. К верхней части воздушной камеры присоединяют гайку с краном, надевают на наконечник трубку и наливают в камеру воду до заполнения всей трубки. Затем свободный конец трубки зажимают и наливают воду до заполнения патрубка, соединяющего воздушную камеру с топливной. После этого замеряют объем залитой воды. Топливную камеру заполняют водой до нижнего края муфтового соединения, замеряют объем воды и вычисляют соотношения объемов камер.

Герметичность бомбы проверяют так: ее собирают, наполняют воздухом до давления 687 кПа и погружают в воду. Затем бомбу разбирают, воздушную камеру и резиновую трубку ополаскивают не менее 5 раз водой, подогретой до 30...40°C. Делают это для удаления паров топлива, оставшегося от предыдущего испытания.

Перед испытанием воздушную камеру снова ополаскивают водой, ставят в вертикальное положение, присоединяют гайку с краном и закрывают кран. Пробу испытуемого бензина и топливную камеру охлаждают до температуры 0...4°C.

В воздушную камеру вставляют термометр так, чтобы он входил в камеру на 3/4 своей длины и не касался стенок камеры. Топливную камеру ополаскивают 2...3 раза испытуемым бензином и при помощи приспособления для переливания пробы заполняют так, чтобы топливо переливалось через ее края. Измеряют исходную температуру воздуха в воздушной камере, соединяют воздушную и топливную камеры, надевают резиновую трубку на ртутный манометр.

При проведении испытаний собранный прибор опрокидывают, при этом находящийся в топливной камере бензин стекает в воздушную, и затем сильно встряхивают несколько раз в направлении, параллельном оси прибора. Далее аппарат возвращают в нормальное положение и погружают в водяную баню, кран при этом должен также находиться в воде. Температуру бани поддерживают 37,8°C. После погружения бомбы открывают кран и через 5 мин отмечают давление по ртутному манометру. После этого закрывают кран, вынимают бомбу из бани, опрокидывают ее, сильно встряхивают, снова погружают в баню и открывают кран. Так повторяют через

каждые 2 мин. При этом отмечают давление по ртутному манометру. Примерно через 20 мин последовательные отсчеты должны быть постоянными, тогда отмечают показания манометра, как - не скорректированное давление насыщенных паров испытуемого бензина.



Рис. 3.4. Металлическая бомба

1 – топливная камера; 2 – резиновая прокладка; 3 – воздушная камера; 4 – рукоятка газового крана; 5 – ниппель (штуцер, для подсоединения резинового шланга)

Металлическая бомба состоит из топливной (1) (рис. 3.4) и воздушной (3) камер, которые соединяются при помощи резьбы. Между камерами находится резиновая прокладка (2). В верхней части воздушной камеры находится ниппель (5) с газовым краном (4).



Рис. 3.5. Металлическая бомба с ртутным манометром

Ртутный манометр выполнен в виде U-образной стеклянной трубки диаметром 5...8 мм и длиной 1000 мм, закрытой с одного конца резиновой пластиной с диапазоном измерения от 800 до 800 мм и топливной камерой. Манометрическая трубка наполнена ртутью (жидкость серого

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

металлического цвета), на одно из ее ответвлений надета резиновая трубка с внутренним диаметром 3...6 мм, которую затем соединяют с воздушной камерой бомбы.



Рис. 3.6. Холодильник лабораторный



Рис. 3.7. Канистры с пробами испытуемого топлива



Рис. 3.8. Прибор для налива топлива, исключая испарение

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022



Рис. 3.9. Канистра для отработанных образцов и воронка

4. Порядок выполнения работы

4.1. Порядок действий

1. Достаньте из шкафа канистру с испытуемым топливом, поставьте ее на стол рядом с вытяжным шкафом;
2. Снимите с колбы пробку, положите ее на стол. Открутите крышку с канистры и налейте топливо в колбу, закрутите крышку канистры. Канистру уберите в шкаф.
3. Поставьте колбу в холодильник. Закройте дверцу холодильника.
4. На панели управления включите водяную баню. Температура в бане изначально как и в комнате - 20°C .

При включении бани, температура начнет повышаться:

- значение min соответствует комнатной температуре;
- значение max соответствует 60°C Цельсия.

Скорость набора температуры постоянна и равна $5^{\circ}\text{C}/\text{мин}$, аналогично понижение температуры, если выключить баню.

5. Через 5 минут по таймеру достаньте колбу из холодильника, поставьте ее на стол. Открутите воздушную камеру от топливной камеры (металлическая бомба). Возьмите колбу в руки и примените ее к топливной камере, произойдет автоматический налив в топливную камеру испытуемого топлива. При наливе наливная трубка должна быть на расстоянии 15 мм от дна.

6. Поставьте колбу на стол. Закрутите воздушную камеру.

7. Наденьте шланг на ниппель металлической бомбы.

8. Переведите бомбу в горизонтальное положение и встряхните ее (движения в горизонтальной плоскости).

9. Поместите бомбу в баню, кран тоже должен находиться в воде. Подождите 5 минут. После этого откройте кран, значения на ртутном термометре должны измениться.

10. Закройте кран. Извлеките бомбу из бани и встряхните ее. Опустите бомбу опять в баню. подождите 2 мин и снова откройте кран, наблюдайте прирост давления. И так далее – в течении 8 «открываний».

11. Извлеките бомбу, отсоедините шланг. Раскрутите бомбу. Открутите крышку на канистре для слива отработанного топлива, слейте топливо через воронку. Крышку закрутите.

4.2. Обработка результатов

При подсчете давления насыщенных паров бензина в показания манометра вносят поправку на изменение давления воздуха и насыщенных паров воды в воздушной камере, вызванное различием между исходной температурой воздуха и температурой водяной

бани.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна (Александровна) вносят по формуле:

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

где $p_{атм}$ - атмосферное давление при проведении испытания, кПа;

$p_{исх}$ – давление насыщенных паров воды при исходной температуре воздуха, кПа;

$t_{исх}$ – исходная температура воздуха, °C;

$p_{37,8}$ – давление насыщенных паров воды при 37,8°C, кПа.

Поправку $p_{кор}$ вычитают из $p_{исх}$, если исходная температура воздуха ниже 37,8°C или прибавляют, если выше.

За давление насыщенных паров бензина принимают среднее арифметическое из результатов двух параллельных испытаний.

5. Отчет

Отчет должен содержать:

1. Название лабораторной работы.

2. Цель и задачи лабораторной работы.

3. Порядок проведения лабораторной работы (включая описание прибора для определения давления насыщенных паров).

4. Полученные в ходе лабораторной работы данные и результат их обработки (занесенные в таблицу 5.1).

Таблица 5.1

№ опыта	Давление насыщенного пара (не скорректированное)	Давление насыщенного пара (скорректированное)
1.		
2.		

5. Выводы по проведенному эксперименту.

6. Контрольные вопросы

1. Определение испаряемости.

2. Определение насыщенного пара.

3. Определение давления насыщенного пара.

4. Определение статического испарения.

5. Определение динамического испарения.

6. Определение насыщенного пара.

7. Из каких частей состоит металлическая бомба для определения давления насыщенного пара?

8. Какова должна быть температура бани при определении давления насыщенных паров?

9. Каков порядок определения давления насыщенных паров (кратко)?

10. Назовите формулу по определению поправок на изменение давления воздуха и насыщенных паров воды в воздушной камере.

11. Перечислите составляющие аппарата для определения давления насыщенных паров.

12. Что происходит при образовании паровых пробок в системе питания двигателя?

13. Что является основным фактором, влияющим на образование паровых пробок?

14. Какова должна быть величина давления насыщенных паров бензина?

15. Какими методами можно определять давление насыщенных паров бензина?

16. Каким образом можно определить герметичность бомбы?

17. При какой температуре должна храниться проба бензина?

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Лабораторная работа № 4. Определение кинематической вязкости нефтепродуктов

1. Введение

Цель работы - определение кинематической вязкости нефтепродуктов.

2. Теория

Свойство жидкости оказывать сопротивление течению (перемещению одного слоя жидкости относительно другого) под действием внешней силы называется вязкостью (внутренним трением). Препятствие перемещению слоев жидкости создают силы молекулярного сцепления.

Вязкость определяют для жидких нефтепродуктов, напряжение сдвига которых пропорционально скорости деформации, то есть для ньютоновских жидкостей. Вязкость их не зависит от касательного напряжения и градиента скорости. Различают динамическую и кинематическую вязкости.

Динамическая вязкость, или коэффициент динамической вязкости - это отношение действующего касательного напряжения к градиенту скорости. Динамическая вязкость служит мерой сопротивления жидкости течению.

За единицу динамической вязкости в системе СИ принята вязкость такой жидкости, которая оказывает сопротивление в 1Н взаимному перемещению двух слоев жидкости площадью 1 м^2 , находящихся один от другого на расстоянии 1 м и перемещающихся с относительной скоростью 1 м/с.

Единицей динамической вязкости в системе СИ является Паскаль·секунда (Па·с). На практике применяют $\text{мПа}\cdot\text{с} = 10^{-3}\text{ Па}\cdot\text{с}$, а также сантипуаз ($\text{сП} = \text{мПа}\cdot\text{с}$).

Динамическую вязкость находят как произведение кинематической вязкости жидкости и ее плотности при той же температуре по формуле:

(2.1)

Кинематическая вязкость - это отношение динамической вязкости жидкости к плотности при той же температуре:

(2.2)

Кинематическая вязкость служит мерой сопротивления жидкости течению под влиянием гравитационных сил.

Метод определения кинематической вязкости заключается в измерении времени истечения определенного объема испытуемой жидкости под влиянием силы тяжести.

В системе СИ единицей кинематической вязкости является $\text{м}^2/\text{с}$. На практике применяется меньшая единица – $\text{мм}^2/\text{с} = 10^{-6}\text{ м}^2/\text{с}$, а также сантистокс ($\text{сСт} = \text{мм}^2/\text{с}$).

Сущность определения кинематической вязкости заключается в установлении времени истечения определенного объема нефтепродукта через капилляр вискозиметра под действием собственной силы тяжести.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

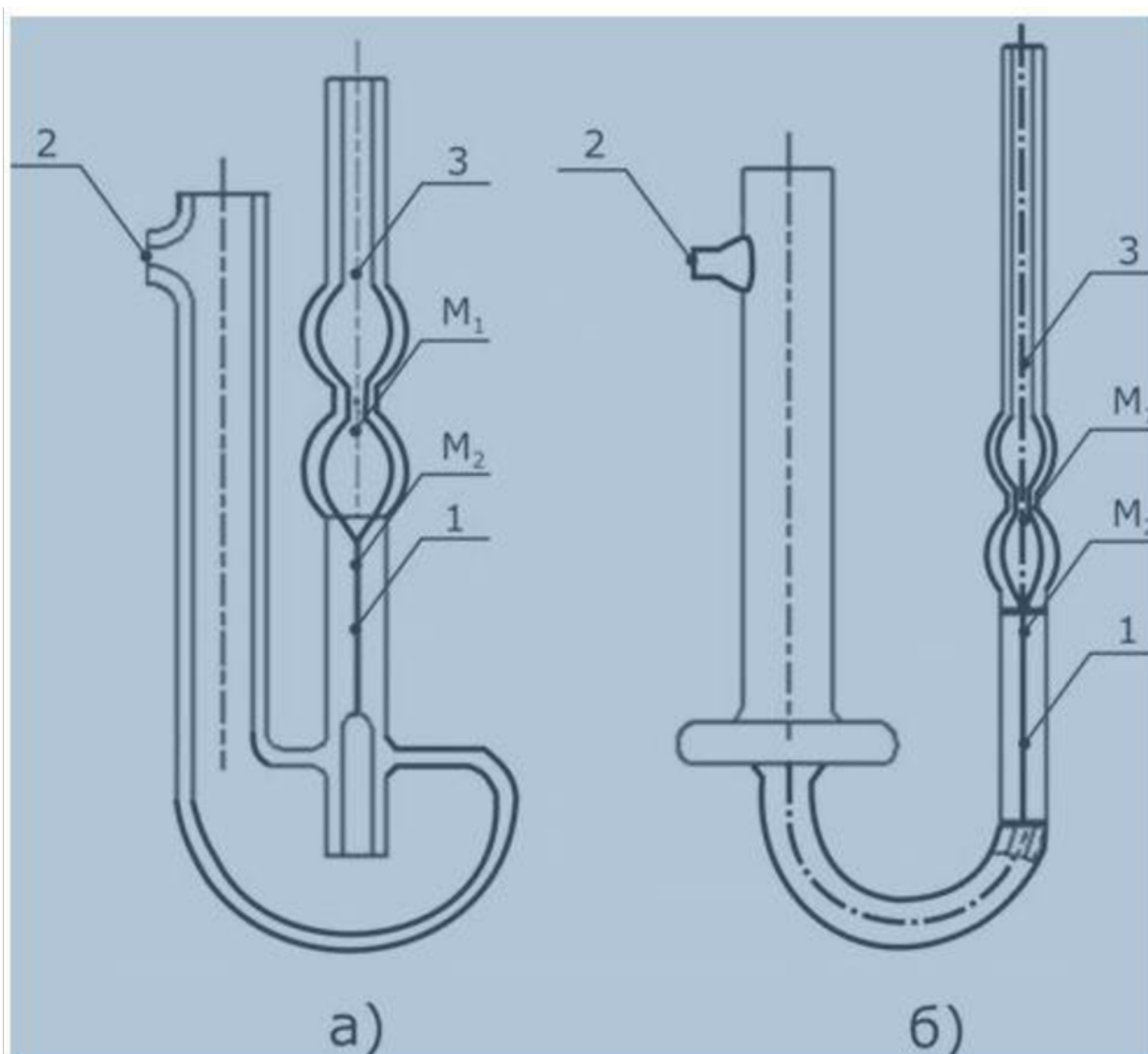


Рис. 2.1. Вискозиметры

а - вискозиметр ВПЖ-2; б - вискозиметр Пинкевича

1 - капилляр вискозиметра; 2 - отводная трубка; 3 - расширение вискозиметра

Для определения кинематической вязкости используются вискозиметры ВПЖ-1, ВПЖ-2, ВПЖ-4, ВПЖМ, ВНЖ, а также вискозиметры Пинкевича.

Вискозиметры ВПЖ-2 и Пинкевича (рис. 2.1) представляют собой стеклянную У-образную трубку, в одно колено которой впаян капилляр, переходящий в два расширения. Между расширениями имеется метка M_1 , а внизу нижнего расширения - метка M_2 .

В верхней части второго колена есть небольшой отвод, на который надевается резиновая трубка при заполнении вискозиметра нефтепродуктом. В нижней части оба колена соединяются с помощью расширения, служащего резервуаром для стока испытуемого нефтепродукта.

Вискозиметры выпускаются с капиллярами различного диаметра. В набор вискозиметров ВПЖ-2 и ВПЖ-4 входят вискозиметры с диаметров капилляров от 0,34 до 5,1 мм. Набор вискозиметров Пинкевича состоит из вискозиметров с диаметром капилляров от 0,4 до 4 мм.

На расширениях вискозиметра указываются: тип стекла, дата изготовления, номер вискозиметра и диаметр капилляра. Каждый вискозиметр снабжен выпускным аттестатом, в котором указывается постоянная вискозиметра.

Для поддержания заданной температуры продукта при определении вязкости применяют термостат или термостатирующие устройства. В зависимости от температуры, при которой определяется кинематическая вязкость, термостат заполняют одной из следующих жидкостей при температуре:

— от -60 до -20 °С — этиловым или изопропанолом;

— от -20 до 0 °С — этиловым или изопропанолом;

— от 0 до 100 °С — водой;

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

– выше 90°C - глицерином или глицерином, разбавленным дистиллированной водой в соотношении 1:1, или светлым нефтяным маслом, или 25%-ным водным раствором азотнокислого аммония.

Для нагрева или охлаждения жидкостей используют нагревательные приборы, применяют лед, твердую угольную кислоту (сухой лед) или жидкий азот.

3. Оборудование

3.2. Оборудование, необходимое для проведения лабораторной работы

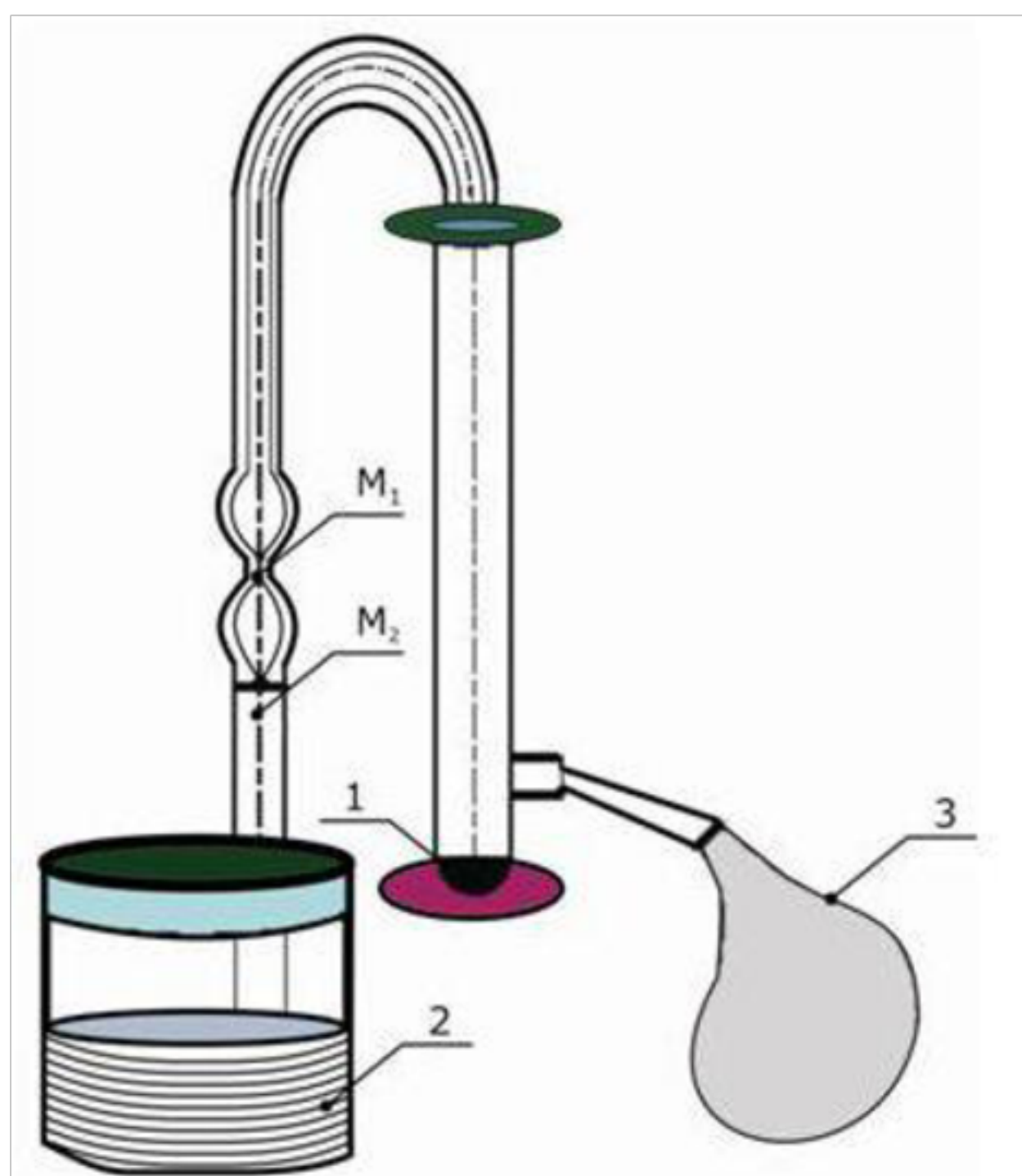
Для определения кинематической вязкости испытуемого нефтепродукта подбирают вискозиметр с таким расчетом, чтобы время истечения через капилляр вискозиметра было не менее 200 с.

Делается это следующим образом: зная вязкость нефтепродукта по техническим условиям при температуре определения, делят ее на 200 и получают постоянную вискозиметра, по которой и подбирают вискозиметр с нужным диаметром капилляра.

Перед определением вязкости вискозиметр сначала тщательно промывают авиационным бензином Б-70, серным эфиром, дистиллированной водой или спиртом этиловым. Затем просушивают в сушильном шкафу и продувают чистым теплым воздухом. При сильном загрязнении вискозиметр промывают хромовой смесью.

При наличии в нефтепродукте воды его просушивают и фильтруют. В термостате устанавливают необходимую температуру, которую поддерживают во время определения, с точностью до $0,1^{\circ}\text{C}$. Температуру определяют с помощью лабораторного термометра, устанавливаемого таким образом, чтобы его ртутный шарик находился примерно на уровне середины капилляра вискозиметра.

Порядок отбора пробы испытуемого продукта вискозиметрами ВПЖ-2 и Пинкевича одинаков. Для этого испытуемый продукт наливают в стеклянный стаканчик или фарфоровый тигель и опускают в него конец колена вискозиметра с капилляром. Отверстие другого колена вискозиметра закрывают пробкой (пальцем), и через резиновую трубку, надетую на отводную стеклянную трубку, резиновой грушей засасывают испытуемый продукт в вискозиметр до метки M_2 . Во время засасывания продукта следят за тем, чтобы не образовывались пузырьки воздуха, разрывов и пленок.



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Рис. 3.3. Порядок отбора пробы
1 - пробка; 2 - испытуемый нефтепродукт; 3 - груша

После заполнения обоих расширений вискозиметра его вынимают из стаканчика или тигля с нефтепродуктом и быстро переворачивают в нормальное положение. Снимают с внешней стороны конца колена избыток испытуемого нефтепродукта и надевают на него резиновую трубку. Вискозиметр устанавливают так, чтобы его верхнее расширение было ниже уровня жидкости в термостате. Правильность установки вискозиметра проверяют отвесом в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. После выдержки вискозиметра в термостате не менее 15 мин при заданной температуре ($\pm 0,1^\circ\text{C}$) засасывают нефтепродукт в колено примерно до $1/3$ верхнего расширения. Термостатирующую жидкость во время определения перемешивают.

С помощью секундомера определяют время истечения испытуемого нефтепродукта от метки M_1 до метки M_2 , производя отсчеты при совмещении мениска нефтепродукта с указанными метками.

Определение времени истечения повторяют не менее четырех раз.

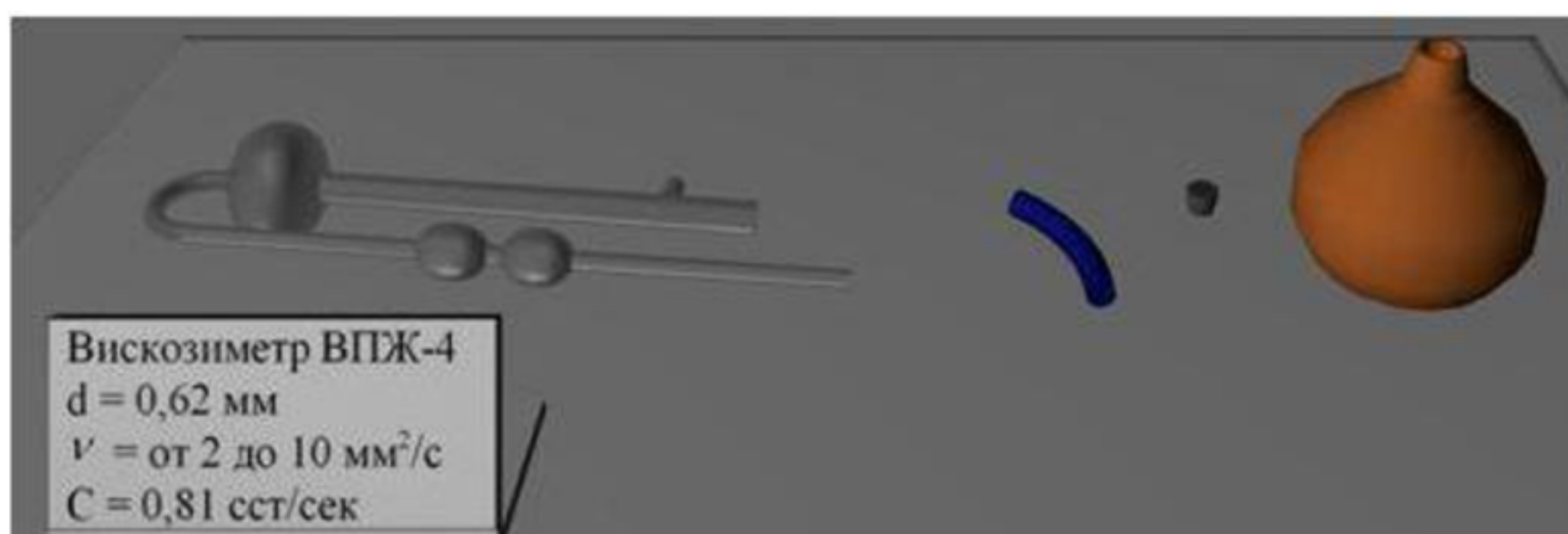


Рис. 3.3. Вискозиметр

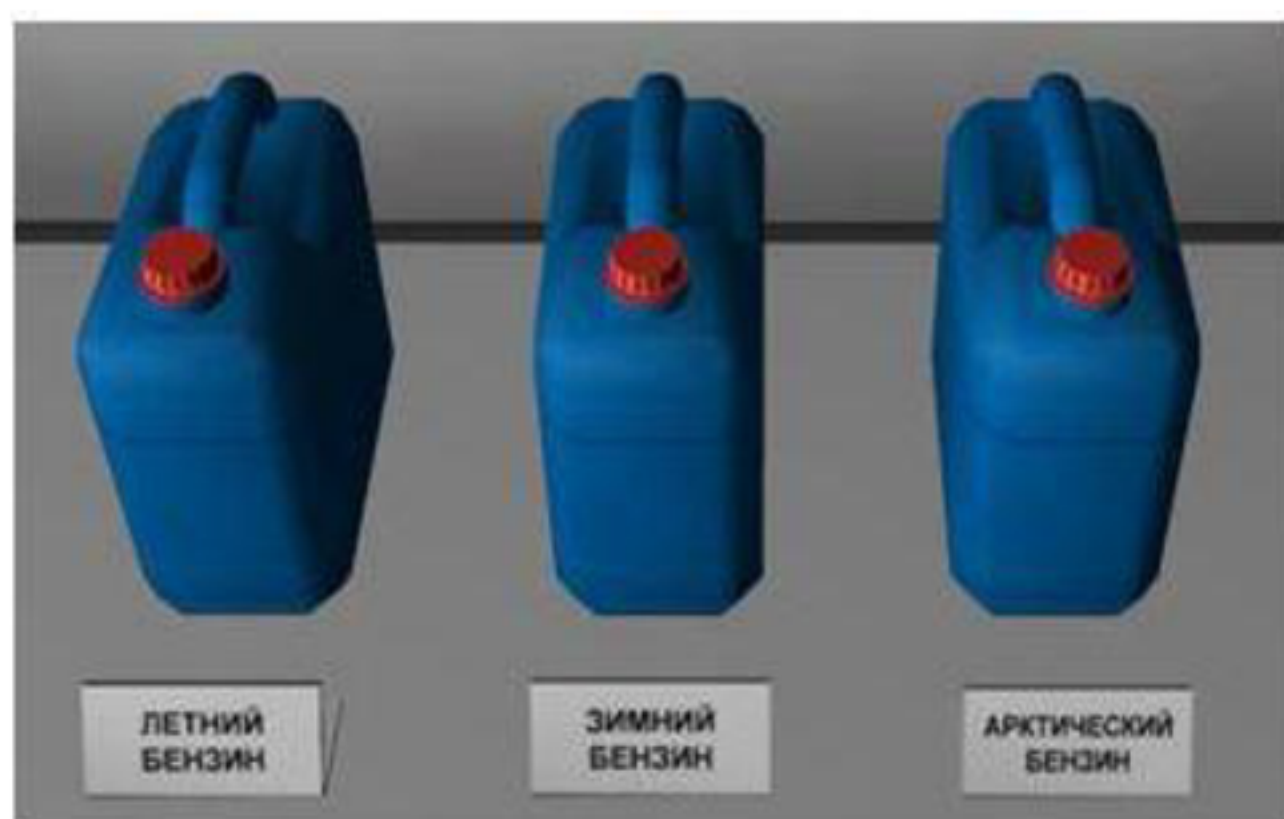


Рис. 3.4. Образцы топлива

4. Порядок выполнения работы

4.1. Порядок определения (рекомендованный)

1. Достаньте из шкафа канистру с испытуемым топливом, поставьте канистру на стол рядом с вытяжным шкафом.
2. Открутите крышку, положите ее на стол. Налейте топливо в стакан, примерно в половину.
3. Возьмите в руки резиновый шланг из шкафа. Шланг обмакните в стакан с топливом, для лучшего надевания шланга на вискозиметр.
4. Возьмите вискозиметр, - он появится висющим в воздухе над столом. Примените шланг к вискозиметру.
5. Примените грушу к шлангу в вискозиметре. Закройте пробкой отверстие слева смотрящее вверх, чтобы не было притока воздуха и создавался вакуум при наполнении

прибора
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
и зависит в воздухе перед пользователем.
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

кану. Процесс наполнения вискозиметра дизельным топливом пройдет автоматически. После нали

7. Снимите пробку, грушу и шланг, и положите эти элементы на стол. Установите вискозиметр в штатив (примените его к штативу, он установится автоматически - закрутятся крепежные винты).
8. Когда верхняя грань топлива коснется точки M_1 , начнется отсчет установленного времени. Время процесса закончится, когда верхняя грань топлива коснется точки M_2 (рис. 3.3).
9. Далее слейте топливо обратно в стакан. Снимите вискозиметр, применив его к стакану. Из отверстия слева направленного вверх слейте топливо. Положите вискозиметр на стол или в шкаф.
10. Из стакана топливо слейте в канистру «Использованное топливо». Опыт можно повторять.
11. По полученным результатам найдите среднее арифметическое и сравните с ним все отсчеты. Во внимание принимаются только те отсчеты, которые отличаются от среднего арифметического не более чем на $\pm 0,5\%$. При расхождении результатов отсчетов на большее значение, измерения повторяют. Кинематическую вязкость () испытуемого нефтепродукта в сСт вычисляют по формуле:

$$(4.1)$$

где K - постоянная вискозиметра, сСт/сек (дается в паспорте вискозиметра);

t - среднее арифметическое времени истечения нефтепродукта в вискозиметре, сек.

Кинематическую вязкость нефтепродукта вычисляют с точностью до четвертой значащей цифры, например; 1,255; 16,48; 190,2; 1735.

Расхождения между параллельными определениями кинематической вязкости нефтепродуктов (в процентах) от среднего арифметического сравниваемых результатов не должны превышать следующей величины: при температуре определения от -60° до -30°C $\pm 2,5\%$; от -30° до $+15^\circ\text{C}$ $\pm 1,5\%$, от $+15^\circ$ до $+150^\circ\text{C}$ $\pm 1,2\%$.

По итогам определения делается вывод о пригодности к использованию данной марки дизельного топлива.

5. Отчет

Отчет должен включать в себя:

1. Название работы.
2. Цель, приборы и материалы.
3. Порядок определения, результаты определения.
4. Вывод.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Лабораторная работа № 5. Определение пенетрации консистентных смазок

1. Введение

Цели работы - определение пенетрации консистентных смазок.

2. Теория

Пенетрацией называют величину, показывающую, на какую глубину погружается в испытуемую смазку конус стандартного прибора за 5 сек. Число пенетрации численно равно глубине погружения конуса прибора, выраженной в десятых долях миллиметра. Пенетрация — показатель условный, не имеющий физического смысла, и не определяет поведение смазок в эксплуатации. В то же время, так как этот показатель быстро определяется, им пользуются в производственных условиях для оценки идентичности рецептуры и соблюдения технологии изготовления смазок.

Смазки по величине пенетрации разделяют на девять классов (таблица 2.1).

Таблица 2.1

Классификация пластичных смазок по величине пенетрации

Пенетрация при 25°C	Индекс класса консистенции	Пенетрация при 25°C	Индекс класса консистенции
400—430	00	175—205	4
355—385	0	130—160	5
310—340	1	85—115	6
265—295	2	Ниже 70	7
220—250	3		

Пенетрация условно характеризует способность смазки сопротивляться выдавливанию из узла трения, а также определяет легкость подачи смазки в узел трения. Поэтому для зимнего периода эксплуатации берут смазки с большим значение пенетрации (250-350 единиц), чем для лета (150-250 единиц).

Число пенетрации характеризует густоту смазок. Чем выше число пенетрации, тем мягче смазка, и наоборот. Пенетрация определяется в приборе, называемом пенетрометром (рис. 3.3).

3. Оборудование

3.2. Оборудование, необходимое для проведения лабораторной работы

3.2.1. Подготовка к определению

Сущность определения пенетрации заключается в измерении при определенной температуре глубины проникновения в смазку стандартного конуса массой в 100 гр под действием собственного веса. Внутренняя чаша должна быть заполнена смазкой доверху. Поверхность смазки должна быть равномерно распределена по всей внутренней чаше и выровнена шпателем. Конус обязательно должен быть очищен от смазки, оставшейся после предыдущих опытов.

3.3. Порядок определения

Стрелка прибора на шкале (1) устанавливается на отметку «0» (рис. 3.3). Чаша прибора (4) вращением механизма (5) поднимается так, чтобы конус прибора (3) касался поверхности смазки.

Затем в течении 5 сек нажимается кнопка (2) и по шкале (1) определяется пенетрация испытуемой смазки.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

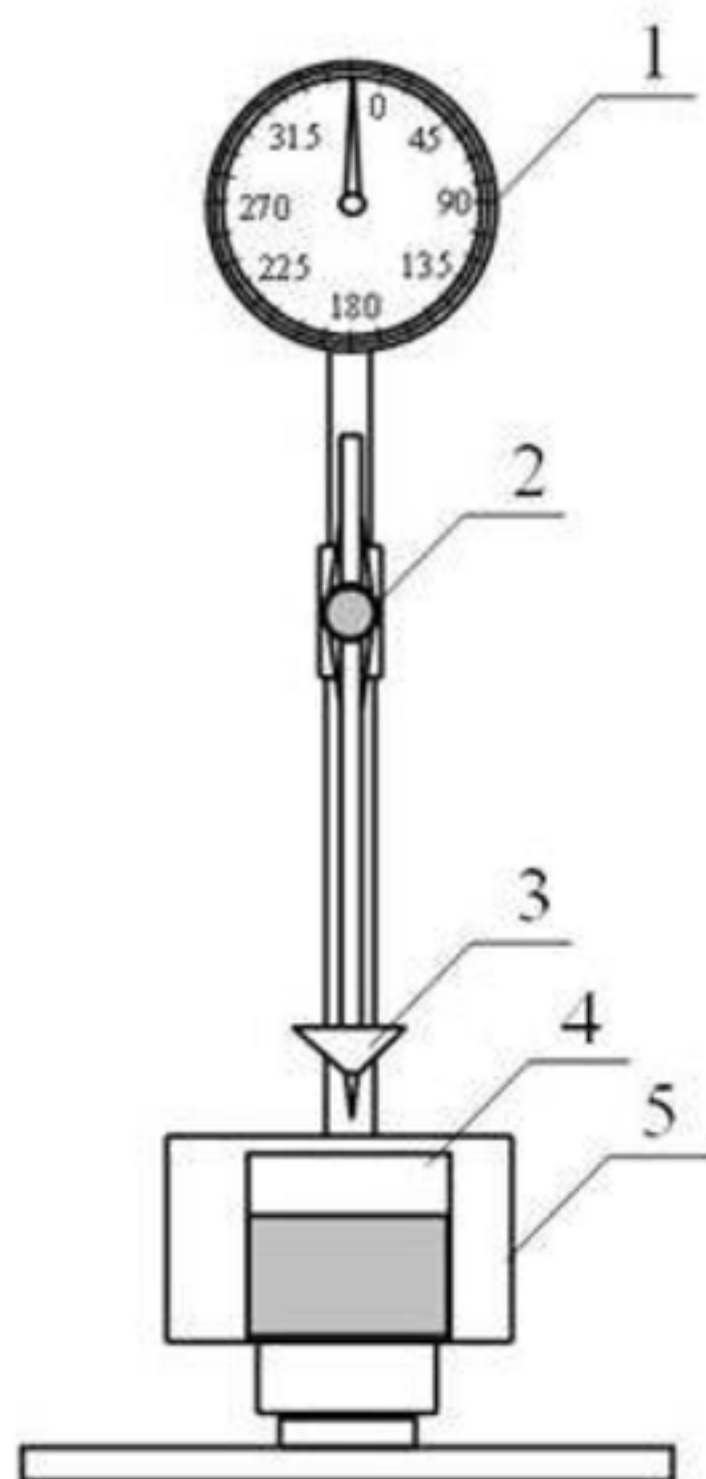


Рис. 3.3. Схема пенетрометра

1 – шкала прибора; 2 – кнопка; 3 – конус прибора;
4 – чаша со смазкой; 5 – механизм вращения чаши



Рис. 3.4. Пенетрометр

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

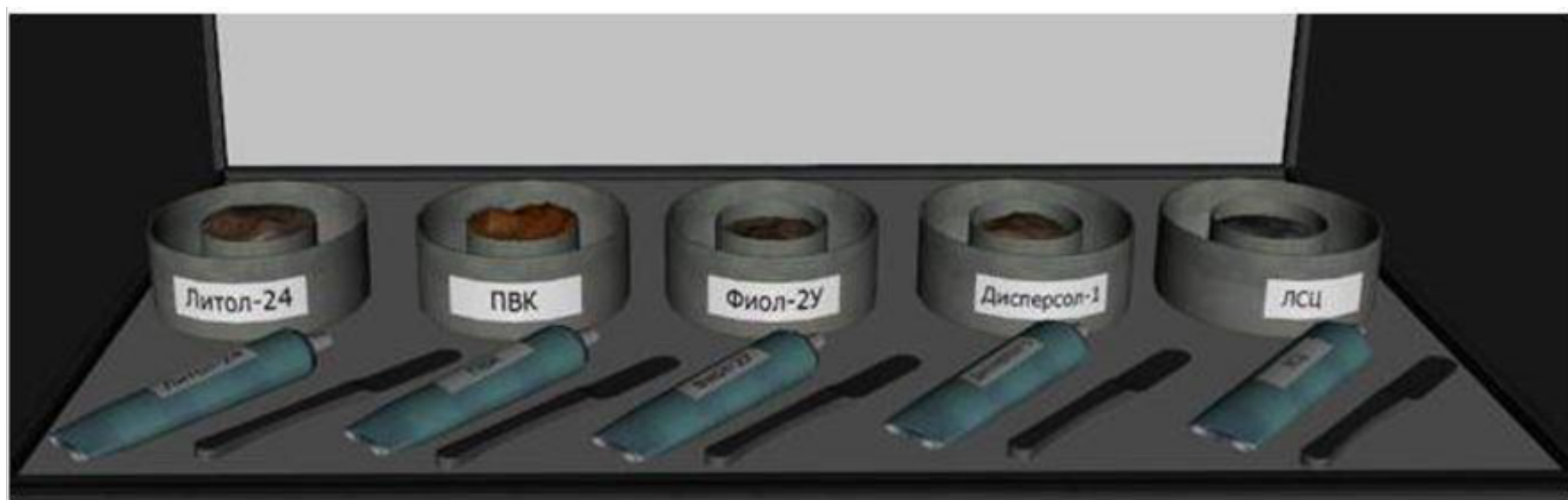


Рис. 3.5. Чаши, заполненные испытываемыми смазками

4. Порядок выполнения работы

1. Достаньте из шкафа чашу со смазкой, тубик с той же смазкой, шпатель для разравнивания и переместите их на стол.
2. Визуально убедитесь, что смазка полностью заполняет чашу. Если заполняет не полностью, то открутите колпачок с тубика, возьмите его в руки и примените к чаше. Далее разровняйте смазку шпателем, также применив его к чаше.
3. Установите чашу на прибор. Поворачивая чашу, выкрутите механизм поднятия чаши, до соприкосновения смазки с конусом.
4. Нажмите на кнопку. При этом в течение 5 секунд произойдет опускание конуса в смазку. Стрелка шкалы прибора покажет число пенетрации.
5. Затем поднимите конус за ось, связанную с ним, до показания шкалы «0». Скрутите чашу, поставьте ее на стол и при помощи шпателя разровняйте смазку и повторите с ней опыт не менее 4-х раз. Те же действия проведите с остальными смазками.

4.1. Обработка результатов

Измерений в данном опыте должно быть не менее 5. По полученным результатам найдите среднее арифметическое значение и сравните с ним все отсчеты. Во внимание принимаются только те отсчеты, которые отличаются от среднего арифметического не более чем на $\pm 3\%$. При расхождении результатов отсчетов на большее значение, измерения повторяют. Результаты измерений сводятся в таблицу 4.1.

Таблица 4.1

Результаты определения

№ опыта	Значение пенетрации	Среднеарифметическое значение пенетрации по результатам опытов	Пенетрация по ГОСТ

В итоге делается вывод о густоте исследуемой смазки, соответствии ее стандартным значениям и возможности применения в соответствующих узлах трения (см. приложения 1,2).

4.2. Приложение 1

Характеристики основных смазок, применяемых на автомобилях

Смазка	Цвет	Класс	Темп.	Кол-	Испа- ряемость	Водо- стойкость	Смазывающие св-ва	Взаимо- заменяемость
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6 Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022								

Солидол С	От светло-до темно-коричневого	2	-20-65	5	3	4	3	Литол-24
Пресс-солидол	То же	1	-30-50	4	3	4	2	Фиол-1
Графитная	Черный с серебристым оттенком	2	-20-60	5	4	3	4	ЛСЦ-15 ШРУС-4
ЦИАТИМ-201	От желтого до светло-коричневого	2	-60-90	1	2	3	2	Фиол-1
1-13	От светло-до темно-желтого	3	-20-100	2	3	1	3	Литол-24
Литол-24	Коричневый	3	-40-120	4	4	4	3	ЛСЦ-15
ФИОЛ-1	Коричневый	1	-40-120	2	3	4	3	Литол-24
ЛСЦ-15	Белый	2	-40-130	3	4	4	3	Литол-24
ШРБ-4	От коричневого до темно-коричневого	2	-40-130	4	4	4	4	ШРУС-4 Литол-24
ШРУС-4	Серебристо-черный	2	-40-120	4	4	5	5	ШРУС-4 Литол-24
ВТВ-1	Белый	2	-40-40	5	3	5	2	ЛСЦ-15
Униол-1	Коричневый	2	-30-150	5	5	4	4	ШРБ-4 ШРУС-4
№ 158	Синий	2	-30-100	3	5	2	3	ШРУС-4

4.3. Приложение 2

Ассортимент, области применения и основные эксплуатационные характеристики смазок

Смазка (ГОСТ, ТУ)	Область применения	Основные эксплуатационные характеристики	Состав
1-13 (ТУ 38.5901257-90) Заменитель: Литол-24	Разнообразные подшипники качения, реже — скольжения, подшипники электродвигателей, ступиц колес устаревших автомобилей и т.п.	Водостойкость низкая, при контакте с водой эмульгирует и растворяется в ней. Работоспособная при $t = -20...+110^{\circ}\text{C}$	Смесь нефтяных масел низкой и средней вязкости, загущенная натриевым мылом жирных кислот касторового масла; содержит немного кальциевого мыла тех же жирных кислот
№158 (ТУ 38 УССР 101320-77) Заменитель: ШРУС-4	Подшипники качения автотракторного оборудования, игольчатые подшипники шарниров	Хорошие антиокислительная и механическая стабильности, противозносные характеристики, водостойкость удовлетворительная. Работоспособна при	Нефтяное масло средней вязкости, загущенное натриевым мылом кислот саломаса, хлопкового, касторового и канифоли

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
 ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
 Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
 Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
 Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

		$t = -30...+110^{\circ}\text{C}$	
АМ-карданная (ТУ 38.5901302-91) Заменители: ШРУС-4, Литол-24	Шарниры карданов постоянной угловой скорости ведущих передних мостов автомобилей	Вымывается из узлов трения, низкая механическая стабильность. Работоспособна при температуре $10...+100^{\circ}\text{C}$	Нефтяное масло средней вязкости, загущенное натриевым мылом кислот саломаса, хлопкового, касторового и канифоли
Графитная (ГОСТ 3333-80) Заменители: Солидол С, Солидол Ж или Литол-24 с добавлением 10% графита	Узлы трения скольжения тяжело нагруженных тихоходных механизмов; рессоры, подвески тракторов и машин, открытые зубчатые передачи, опоры буровых долот и т.п.	Работоспособна при $t = -20...+70^{\circ}\text{C}$; допускается к применению при температуре ниже -20°C в рессорах и аналогичных устройствах	Высоковязкое нефтяное масло, загущенное кальциевым мылом с добавлением 10% графита
Дисперсол-1 (ТУ 38 УССР 201144-72)	Механизмы стеклоподъемников, замки, двери и другие детали автомобилей	Гигроскопична. Работоспособна при $t = -40...+100^{\circ}\text{C}$	Нефтяное масло, загущенное комплексным кальциевым мылом стеариновым 12-гидроксистеариновой и уксусной кислот и церезином; содержит уайт-спирит
ДТ-1 (ТУ 38 УССР 201116-76)	Сборка деталей систем гидроприводов автомобилей, работающих в контакте с резиновыми изделиями	Не вызывает набухания резиновых изделий, высокие противоизносные и противозадирные свойства, растворима в воде. Работоспособна при $t = -30...+110^{\circ}\text{C}$	Касторовое масло, загущенное натриевым мылом кислот касторового масла; содержит графит и другие антифрикционные добавки
Зимол (ТУ 38 УССР 201285-82) Заменители: Литол (до 1000°C), ЦИАТИМ-201 (до 900°C)	Узлы трения любых типов транспортных средств и инженерной техники, эксплуатируемых в районах с особым холодным климатом	Высокая механическая и химическая стабильности, водостойкость, хорошие противоизносные и защитные свойства; всесезонная. Работоспособна при $t = -50...+130^{\circ}\text{C}$	Средневязкое высокоиндексное низкотемпературное нефтяное масло, загущенное гидроксистеаратом лития; содержит антиокислительную, антикоррозионную присадки и антифрикционную добавку
Консталин (ГОСТ 735)	Узлы трения литейных машин, цементных печей, водостойкость низкая, в контакте с водой мульгирует и растворяется в ней.	Водостойкость низкая, в контакте с водой мульгирует и растворяется в ней.	Цилиндровое масло, загущенное натриевыми мылами жирных кислот

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
 ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
 Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
 Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
 Заменители: цементных

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Литол-24, Литол-459/5, 1-13	подшипников качения на ж/д транспорте и др.	Работоспособна при $t = -20...+110^{\circ}\text{C}$	касторового масла
КСБ (ТУ 38.101 1144-88) УССР 201115-76)	Контакты электрического переключателя указателя поворота автомобилей	Токопроводящая, предотвращает искрение в контактах и снижает радиопомехи, обеспечивает полный ресурс работы узлов трения. Работоспособна при $t = -30...+110^{\circ}\text{C}$	Нефтяное масло, загущенное натриевым мылом стеариновой кислоты и кислот саломаса; содержит антиокислительную и противоизносную присадки, медную пудру и другие добавки
ЛЗ-31(ТУ 38.101 1144-88) Заменители: Литол-24	Подшипники качения закрытого типа на весь срок службы	Хорошая антиокислительная стабильность и антикоррозионные свойства, низкая испаряемость, высокие противоизносные свойства, при контакте с водой дисперсионная среда гидролизует. Работоспособна при $-40...+120^{\circ}\text{C}$	Сложный эфир, загущенный стеаратом лития; содержит антиокислительную и антикоррозионную присадки
ЛЗ-ПЖЛ-00 (ТУ 0254-3 12-001488220-96)	Шарнир равных угловых скоростей промежуточного вала автомобиля ВАЗ-2 1213	Обеспечивает работоспособность ШРУС в течение всего срока службы автомобиля. Работоспособна при $t = -40...+120^{\circ}\text{C}$	Нефт. масло, загущенное литиевым мылом 12-оксистеариновой кислоты; содержит антиокислительную, противоизносную, противозадирную, адгезионную присадки и дисульфид молибдена
Литин-2 (ТУ 0254-311-00148820-96) Заменитель: Литол-24	Игольчатые подшипники карданных шарниров и других узлов автомобилей	Высокие трибологические и адгезионные свойства. Работоспособна при $t = -40...+120^{\circ}\text{C}$	Мин. масло, загущенное литиевым мылом 12-оксистеариновой кислоты и аэросилом; содержит антиокислительную, противоизносные, противозадирную, адгезионную и противокоррозионную присадки

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Лабораторная работа № 6. Определение плотности жидкости

1. Определение плотности жидкости. Введение.

Цель - определение плотности жидкости и исследование зависимости

2. Теория

Плотностью вещества называется масса вещества, содержащаяся в единице объема. В системе СИ плотность выражается в $\text{кг}/\text{м}^3$. За единицу плотности принимается масса 1м^3 дистиллированной воды при температуре $+4^\circ\text{C}$.

В практической работе часто пользуются относительной плотностью вещества $\rho_{\text{отн}}$ – отношение массы нефти или нефтепродукта к массе чистой воды при 4°C , взятой в том же объеме. Относительная плотность $\rho_{\text{отн}}$ – величина безразмерная. Поскольку плотность зависит от температуры, а нефтепродукты и вода имеют разные коэффициенты расширения, то необходимо при определении плотности указывать температуры воды и нефтепродукта, при которых проводилось определение. В нашей стране относительную плотность нефти и нефтепродуктов определяют при температуре 20°C и относят к плотности воды при 4°C . Относительную плотность принято обозначать через $\rho_{\text{отн}}$. На практике очень часто приходится определять плотность при температуре, отличающейся от 20°C . Чтобы получить сравниваемые результаты, проводят пересчет плотности в 20°C по формуле:

$$\rho_{\text{отн}} = \rho_{\text{отн}}^{\text{исп}} \cdot \left(1 - \frac{\alpha}{\rho_{\text{отн}}^{\text{исп}}} \right) \cdot \left(1 + \frac{\beta}{\rho_{\text{отн}}^{\text{исп}}} \right) \quad (2.1)$$

где $\rho_{\text{отн}}$ – относительная плотность при температуре испытания, $\text{кг}/\text{м}^3$;
 α – средняя температурная поправка плотности на 1°C (см. приложение 1);
 β – температура, при которой проводится определение, $^\circ\text{C}$.

Эта формула показывает, что плотность нефти и нефтепродуктов уменьшается с повышением температуры и увеличивается с ее понижением. Однако результат пересчета плотности по формуле получается правильным только в том случае, когда определение плотности жидкости проводится при температуре не ниже 0°C и не выше 50°C .

2.1. Определение плотности прибором

осветительного керосина. Плотность разбавителя должна быть определена тем же нефтенсиметром.

Принимая, что плотность испытуемого вязкого продукта и разбавителя подчиняются правилу аддитивности, т.е. плотность смеси равна среднему арифметическому из плотности компонентов: , находим по формуле:

(2.2)

При отсутствии нефтенсиметра плотность нефтепродукта может быть измерена с помощью пикнометра следующим образом. В хорошо промытую колбу емкостью 25 мл, предварительно взвешенную на аналитических весах, через воронку наливается испытуемый нефтепродукт до метки М2. Затем заполненная нефтепродуктом колба снова взвешивается на аналитических весах. Разность двух взвешиваний колбы (пустой и заполненной) позволяет определить массу нефтепродукта, заключенного в ней. Температура испытуемого нефтепродукта измеряется с помощью ртутного или спиртового термометра. Плотность нефтепродукта при измеренной температуре будет равна:

(2.3)

- где
- масса пустой колбы, грамм;
 - масса заполненной нефтепродуктом колбы, грамм;
 - коэффициент пересчета;
 - емкость колбы, мл.

Пересчет полученной плотности на температуру 20С производится по формуле (2.1).

2.3. Приложение

Приложение 1

Средние температурные поправки для нефтепродуктов

Относительная плотность	Температурная поправка на 1°С	Относительная плотность	Температурная поправка на 1°С
1	2	3	4
0,6900...0,6999	0,000910	0,8500...0,8599	0,000699
0,7000...0,7099	0,000897	0,8600...0,8699	0,000686
0,7100...0,7199	0,000884	0,8700...0,8799	0,000673
0,7200...0,7299	0,000870	0,8800...0,8899	0,000660
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	0,000808	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

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

0,8200...0,8299	0,000738	0,9800...0,9899	0,000528
0,8300...0,8399	0,000725	0,9900...0,9999	0,000515
0,8400...0,8499	0,000712		

3. Оборудование

3.2. Оборудование в лабораторной работе



Рис. 3.3. Стеклянная колба, нефтенсимер, мультитасы



Рис. 3.4. Комплект денсиметров



Рис. 3.5. Образцы испытываемого топлива

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022



Рис. 3.6. Канистра для отработанного топлива и воронка

4. Порядок выполнения работы

1. Достаньте канистру из шкафа, поставьте на стол. Открутите крышку и налейте топливо в стеклянную колбу ($0,7 \text{ дм}^3$). Закрутите крышку, уберите канистру в шкаф.
2. Возьмите денсиметр, соответствующий плотности топлива из шкафа, кликом СКМ на стол вытяжного шкафа извлеките его из чехла. Примените денсиметр к колбе с топливом. Он медленно опустится в топливо. Дождитесь прекращения колебаний. Снимите показания.
3. Извлеките денсиметр, уберите его в шкаф. Слейте топливо в канистру для отработанного материала. Поставьте колбу на стол. Закрутите крышку канистры с отработанным материалом.
4. Повторите эксперимент с остальными образцами топлива.

5. Отчет

5.1. Форма отчета

Отчет должен содержать:

1. ФИО исполнителя, группа.
2. Название лабораторной работы.
3. Цель лабораторной работы.
4. Описание оборудования.
4. Порядок проведения лабораторной работы.
5. Полученные в ходе лабораторной работы результаты.
6. Выводы.

6. Контрольные вопросы

1. Что такое плотность вещества?
2. От каких параметров зависит плотность и какова их зависимость?
3. В каком случае можно воспользоваться законом аддитивности при определении плотности нефтепродукта?
4. Что характеризует коэффициент температурного расширения жидкости?

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Лабораторная работа № 7. Определение плотности нефтепродуктов

1. Введение

Цель - приобретение навыков определения плотности нефтепродуктов.

Задачи:

1. Изучить зависимость плотности нефтепродукта от марки нефтепродукта.
2. Изучить принцип определения плотности нефтепродуктов.
3. Провести исследования.
4. Подготовить выводы по результатам исследований.
5. Подготовить отчет и защитить его.

2. Теория

2.1. Общие сведения

Различают абсолютную и относительную плотность вещества.

Абсолютная плотность вещества - это масса, содержащаяся в единице объема. В системе СИ размерность плотности - кг/м^3 . За единицу плотности принимают массу 1 м^3 дистиллированной воды при температуре 4°C .

Относительная плотность вещества - отношение его массы к массе дистиллированной воды при 1°C , взятой в том же объеме. Относительная плотность - величина безразмерная.

Нефтепродукты и вода имеют неодинаковые коэффициенты расширения. В связи с этим необходимо при определении плотности указывать температуры нефтепродукта и воды, при которых проводилось определение. В РФ относительную плотность нефтепродуктов определяют при температуре 20°C . Плотность нефтепродукта может быть замерена при любой температуре, однако результат приводят к температуре 20°C .

В соответствии с действующим стандартом плотность нефтепродукта обозначается

. Здесь цифра 20 указывает, что плотность нефтепродукта относят к нормальной температуре 20°C , а цифра 4 обозначает, что плотность нефтепродукта относят к плотности воды при 4°C , принятой за единицу.

Относительная плотность автомобильных бензинов колеблется в пределах 0,69...0,75, дизельного топлива - 0,82...0,86, а абсолютная плотность этих видов топлива в системе СИ соответственно 690...750 и 820...860 кг/м^3 .

В стандартах на топливо плотность не нормируется, однако определять ее по ГОСТу обязательно. Это необходимо для учета расхода и движения нефтепродуктов на нефтескладах и заправочных станциях, так как приход фиксируют в единицах массы (кг, т), а расход при заправке тракторов и автомобилей учитывается в единицах объема (л). Поэтому для пересчета топлива из единиц массы в единицы объема и обратно нужно знать плотность получаемых и отпускаемых нефтепродуктов.

2.2. Подготовка к определению

Плотность нефтепродуктов определяют с помощью ареометров (нефтеденсиметров), гидростатических весов Вестфала и пикнометров. В практике работы нефтескладов обычно используют нефтеденсиметры.

Нефтеденсиметр представляет собой стеклянный пустотелый поплавок, внизу которого находится балласт, а сверху - тонкая трубка со шкалой. Некоторые нефтеденсиметры снабжены внутренним термометром. На рис. 2.1 показан прибор для определения плотности нефтепродуктов.

2.3. Подготовка к определению

В ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

осторожно наливают испытуемый нефтепродукт, температуры окружающей среды не более чем на $\pm 5^\circ\text{C}$.

Чистый и сухой нефтенсимер медленно и осторожно опускают в нефтепродукт, держа его за верхний конец. Во избежание повреждения нефтенсимер вводят до дна цилиндра или до погружения всей шкалы, а затем убирают руку.

После того как нефтенсимер установится, и прекратятся его колебания, снимают показания по верхнему краю мениска. При отсчете глаз должен находиться на уровне мениска (рис. 2.1, линия отчета – 2), а нефтенсимер не должен касаться стенок цилиндра.

Одновременно с отсчетом показания по шкале нефтенсимера устанавливают температуру нефтепродукта по внутреннему или дополнительному термометру, вводя его в нефтепродукт рядом с нефтенсимером.

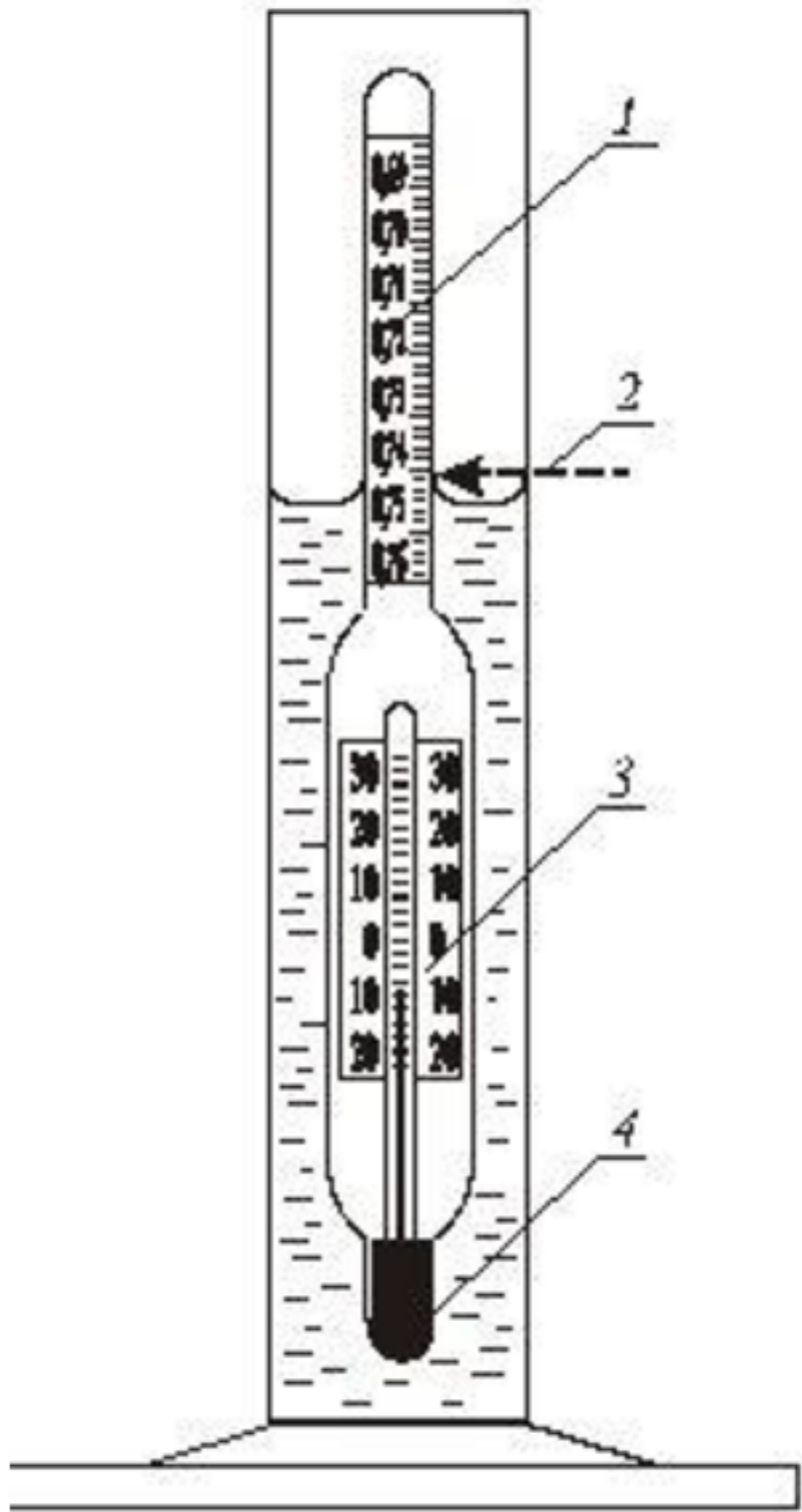


Рис. 2.1. Отсчет плотности по шкале нефтенсимера

1 - шкала плотности; 2 - линия отчета; 3 - термометр; 4 - груз

При отсчете по шкале нефтенсимера получают плотность нефтепродукта при температуре испытания. Значением этой плотности пользуются для определения объемного количества нефтепродукта (или для обратного пересчета).

2.4. Обработка результатов

Замеренную плотность приводят к плотности при нормальной температуре по формуле:

- где
- плотность испытуемого нефтепродукта при температуре испытания;
 - средняя температурная поправка плотности (таблица 2.1);
 - температура испытания, °C.

Эта формула была предложена Д.И. Менделеевым. Она показывает, что плотность нефтепродуктов уменьшается с повышением температуры и увеличивается с ее понижением.

Таблица 2.1

Средняя температурная поправка плотности на 1°C		
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ		
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6	Относительная плотность
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна	Температурная поправка на 1°C
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022		

1	2	3	4
0,6900...0,6999	0,000910	0,8500...0,8599	0,000699
0,7000...0,7099	0,000897	0,8600...0,8699	0,000686
0,7100...0,7199	0,000884	0,8700...0,8799	0,000673
0,7200...0,7299	0,000870	0,8800...0,8899	0,000660
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	0,000808	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
0,8400...0,8499	0,000712		

2.5. Определение плотности вязких нефтепродуктов

Смазочные масла обладают высокой вязкостью, что не позволяет непосредственно измерить их плотность с помощью нефтенсимиетра. Поэтому вязкие нефтепродукты разбавляют керосином (1:1) известной плотности.

С помощью нефтенсимиетра определяют плотность приготовленной смеси. Плотность ρ испытуемого вязкого нефтепродукта вычисляется по формуле:

,

где $\rho_{см}$ - плотность смеси;

$\rho_{к}$ - плотность разбавителя (керосина).

3. Оборудование

3.2. Оборудование для проведения лабораторной работы



Рис. 3.3. Канистры с образцами топлива
(плотность: бензин - 0,69-0,75; дизельное топливо - 0,821-0,86;
реактивное топливо - 0,751-0,82)

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022



Рис. 3.4. Стекланный цилиндр, нефтенденсиметр, мультитчасы

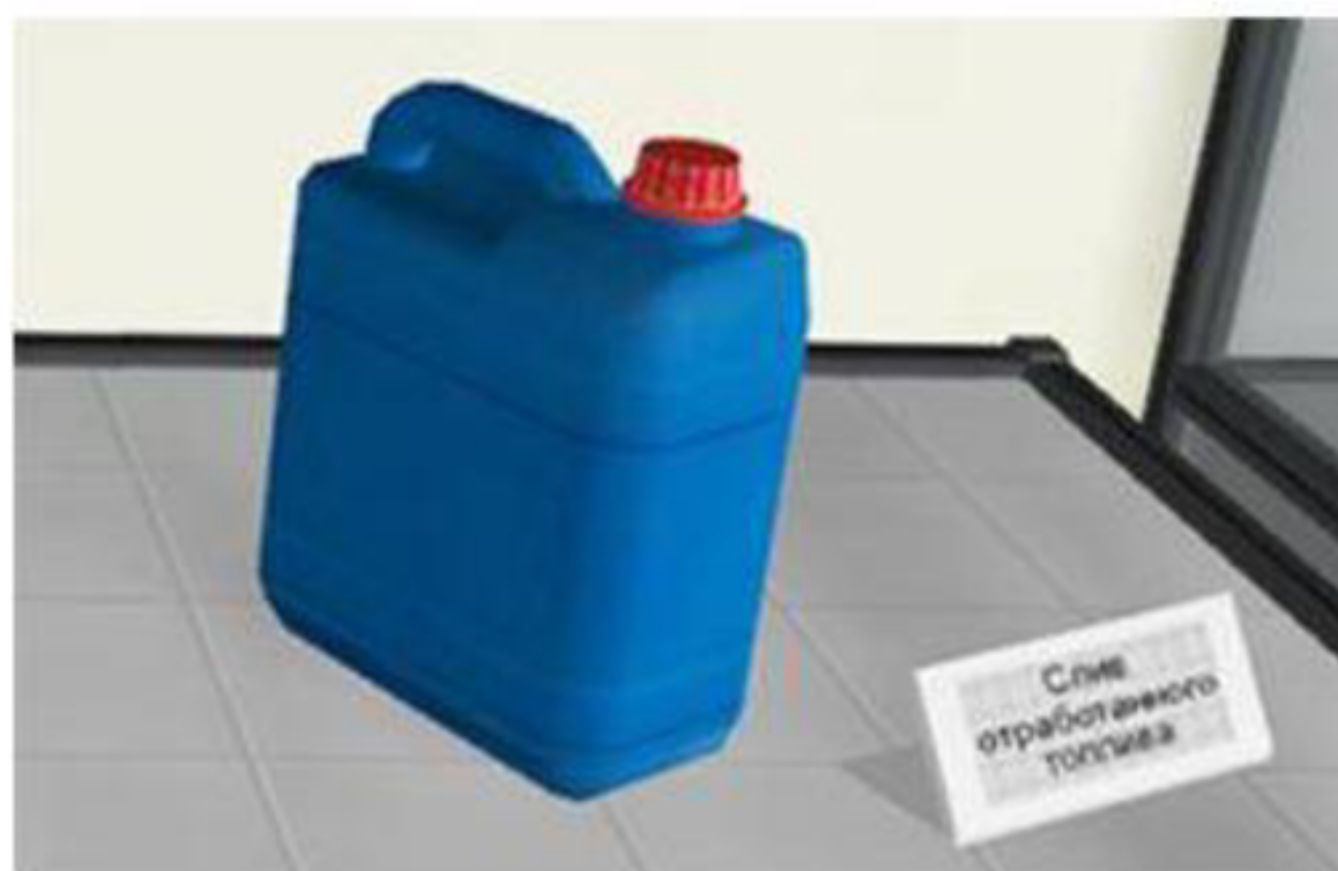


Рис. 3.5. Канистра для отработанного топлива

4. Порядок выполнения работы

1. Достаньте канистру из шкафа, поставьте на стол. Открутите крышку и налейте топливо в стеклянную колбу ($0,7 \text{ дм}^3$). Закрутите крышку, уберите канистру в шкаф.
2. Возьмите в руки нефтенденсиметр и примените его к колбе с топливом. Нефтенденсиметр медленно опускается в топливо. Дождитесь прекращения колебаний. Снимите показания.
3. Извлеките нефтенденсиметр, положите его на стол. Слейте топливо в канистру для отработанного материала. Поставьте колбу на стол. Закрутите крышку канистры.
4. Повторите эксперимент с остальными образцами.

5. Отчет

Отчет должен содержать:

1. Название лабораторной работы.
2. Цель и задачи лабораторной работы.
3. Порядок проведения лабораторной работы (включая описание прибора для определения плотности нефтепродуктов).
4. Полученные в ходе лабораторной работы данные и результат их обработки (занесенные в таблицу).

Сертификат:	№ ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6 Владелец: Щербухова Татьяна Александровна Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	
-------------	--	--

3.	
----	--

5. Выводы по проведенному эксперименту.

6. Контрольные вопросы

1. Дайте определение абсолютной плотности.
2. Дайте определение относительной плотности.
3. Назовите стандартную температуру для определения плотности нефтепродуктов.
4. Назовите единицу измерения абсолютной плотности в системе СИ.
5. Назовите единицу измерения относительной плотности в системе СИ.
6. Какие шкалы имеет ареометр (нефтенсиметр)?
7. Опишите порядок определения плотности нефтепродуктов.
8. Опишите порядок определения плотности вязких нефтепродуктов.
9. Назовите формулу для перевода плотности нефтепродукта к плотности измеренной при нормальных условиях (формула Д. И. Менделеева).

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022