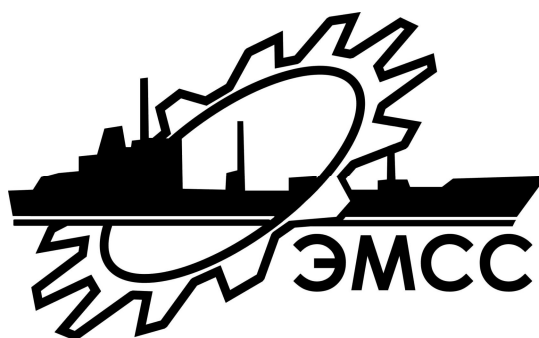


Министерство образования и науки Украины
Севастопольский национальный технический университет



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к выполнению лабораторных работ
по дисциплине**

**«Технология подготовки и использования рабочих сред»
для студентов специальности 7.100302
«Эксплуатация судовых энергетических установок»
всех форм обучения**



Севастополь



2006

УДК 629.063:629.5.064

Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Технология подготовки и использования рабочих сред» для студентов специальности 7.100302 «Эксплуатация судовых энергетических установок» всех форм обучения / Сост. П.П. Борисенко, Н.М. Стоянов, О.Б. Калякин, С.Н. Ткач. - Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2006.- 40с.

Целью методических указаний является оказание помощи студентам специальности 7.100302 "Эксплуатация судовых энергетических установок" в приобретении навыков выполнения лабораторных работ при изучении дисциплины "Технология подготовки и использования рабочих сред", оформлении и защите отчетов по ним.

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры Энергоустановок морских судов и сооружений, протокол № 4 от 24.10.05 г.

Рецензент:

Ефремов С.Н., канд.техн.наук, доцент кафедры ЭМСС.

Допущено учебно-методическим центром СевНТУ в качестве методических указаний.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1. Основные требования к оформлению и защите отчета.....	4
2. Лабораторная работа №1. Определение температуры вспышки нефтепродук- тов.....	5
3. Лабораторная работа №2. Определение плотности нефтепродуктов.....	10
4. Лабораторная работа №3. Определение вязкости нефтепродуктов.....	13
5. Лабораторная работа №4. Определение содержания воды в нефтепродуктах.....	15
6. Лабораторная работа №5. Определение наличия механических примесей в масле и диспергирующей способности моторных масел методом бумажной хроматографии.....	17
7. Лабораторная работа №6. Определение кислотности и щелочного числа нефтепродуктов...	20
8. Лабораторная работа №7. Определение характеристик охлаждающей воды ДВС.....	23
9. Лабораторная работа №8. Определение характеристик питательной и котловой, льяльной и балластной вод.....	28
10. Лабораторная работа №9. Определение плотности газа с помощью эффузиомет- ра.....	34
Библиографический список.....	37
Приложение А. Образец заполнения титульного листа.....	38
Приложение Б. Подготовка лаборатории СКЛАМТ к работе	39
Приложение В. Подготовка лаборатории СКЛАВ к работе	40

ВВЕДЕНИЕ

Лабораторные работы по дисциплине "Технология подготовки и использования рабочих сред" предназначены для более глубокого изучения теплофизических свойств жидких и газообразных топлив дизельных и газотурбинных двигателей, моторных, турбинных и холодильных масел, жидких и газообразных тепло- и хладоносителей, а также для приобретения навыков определения этих свойств.

До начала занятий в лаборатории каждый студент должен подробно ознакомиться с описанием предстоящей лабораторной работы и рекомендуемой литературой, подготовить бланки отчетов.

При выполнении лабораторной работы необходимо строго соблюдать требования техники безопасности, так как изучаемые рабочие среды пожаро- и взрывоопасны. Без инструктажа по технике безопасности студенты к выполнению лабораторных работ не допускаются.

Работа с лабораторией возможна только с разрешения преподавателя, проводящего занятия. Допуск студента к выполнению лабораторной работы осуществляет преподаватель после собеседования по содержанию работы и порядку ее проведения. Результаты измерений подписываются преподавателем или лаборантом, производящим опытную часть работы.

1. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ И ЗАЩИТЕ ОТЧЕТА

1. Отчет оформляется студентом по каждой лабораторной работе на листах формата А4. После выполнения всех лабораторных работ отчеты сшиваются в единый документ, для которого оформляется титульный лист (Приложение А).

2. Оформление данной работы должно отвечать требованиям к текстовым документам по ГОСТ 2.105-95 [1].

3. Отчет должен содержать название, цель лабораторной работы, основные определения, схему лабораторной установки, необходимые рисунки и формулы, заготовленные табличные формы для записи измеренных и расчетных величин.

4. Выводы по работе должны оценивать достоверность полученных результатов, отклонение измеренных величин от табличных значений.

5. Защита отчета по лабораторной работе возможна только при оформлении его в соответствии с указанными выше требованиями.

6. Работа считается принятой, если студент обнаруживает знания физической сути исследуемых процессов, размерности определяемых величин, их ориентировочные значения и браковочные показатели.

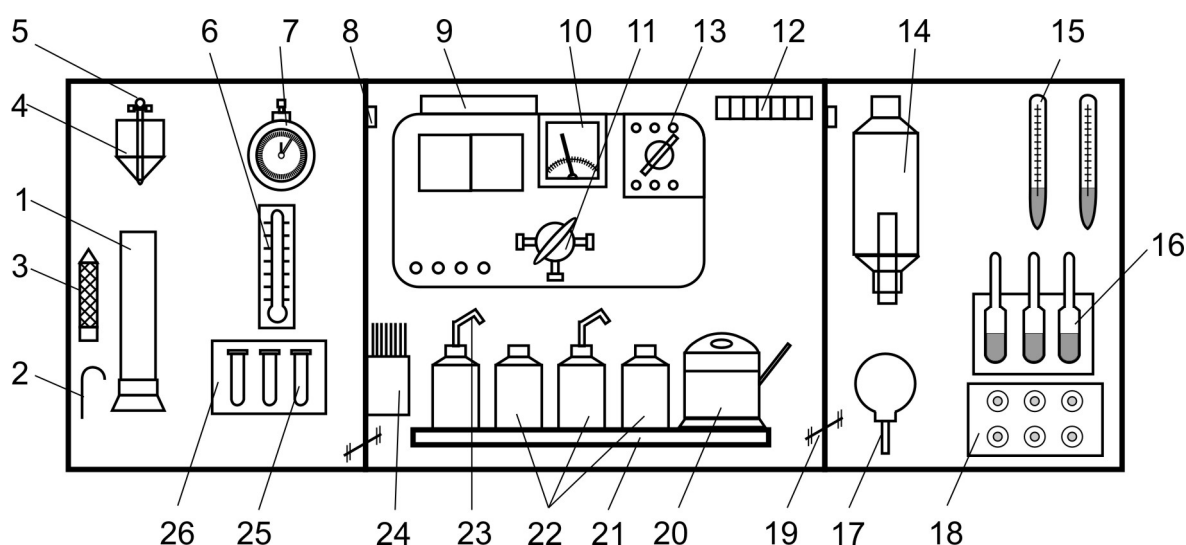
2. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВСПЫШКИ НЕФТЕПРОДУКТОВ

2.1. Цель работы

Целью работы является практическое изучение методов экспериментального определения температуры вспышки нефтепродуктов и приобретение навыков сравнения полученных результатов с браковочными показателями.

2.2. Описание экспериментальной установки и метода исследования

Для проведения анализов нефтепродуктов в судовых условиях используется судовая комплектная лаборатория анализа масла и топлива (СКЛАМТ-1) [2]. Схема лаборатории приведена на рисунке 2.1.



1 – мерный цилиндр; 2 – проволока диаметром 1 мм; 3 – надфиль; 4 – индикатор вязкости; 5 – штыр; 6 – термометр; 7 – секундомер; 8 – защелка; 9 – верхняя панель; 10 – электрический термометр; 11 – трехходовой кран; 12 – ампулы гидрата кальция; 13 – блок стабилизатора питания; 14 – делительная воронка; 15 – термометры жидкостные; 16 – денсиметры; 17 – прободоотборник; 18 – эталонные шкалы пятен; 19 – фиксатор дверцы; 20 – прибор для определения температуры вспышки; 21 – выдвижной рабочий столик; 22 – емкости для индикаторов; 23 – автоматические пипетки (дозаторы); 24 – зажим для фильтровальной бумаги; 25 – пробирки для определения содержания воды; 26 – пенопластовый футляр

Рисунок 2.1 – Судовая комплектная лаборатория анализа масла и топлива (СКЛАМТ-1)

Лаборатория предназначена для работы в машинном отделении и позволяет определить параметры топлив и масел в следующих пределах:

- плотность - 700...1000 кг/м³;
- вязкость - при 50 °С и 100 °С;
- содержание воды - 0,05...10%;
- щелочное число масла - от 0,3 мг КОН/г;
- механические примеси:
 - для масел без присадки - 0,05...1,0%;
 - для масел с присадкой - 0,3...2,0%;
- водорастворимые кислоты - определяются качественно;
- кислотное число масла - 0,1...2,5 мг КОН/г;
- температура вспышки - 50...250 °С.

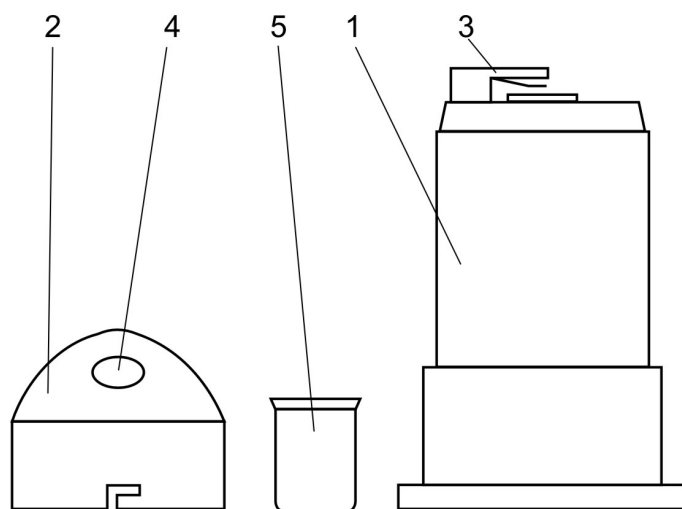
В Приложении Б приведены правила техники безопасности при работе с лабораторией и порядок подготовки ее к работе, а также список реактивов, необходимых для проведения анализов.

2.3. Порядок выполнения работы

Температура вспышки нефтепродукта определяется путем визуального наблюдения воспламенения паров нефтепродукта от нагретой электрическим током спирали специального воспламенителя.

Для измерения температуры вспышки используется электрический термометр 10. Шкала термометра проградуирована на два предела измерений 50...150 °С и 150...250 °С для определения температуры вспышки топлив и масел соответственно.

Перед работой необходимо проверить заземление установки и подготовить к работе прибор, определяющий температуру вспышки (рисунок 2.2).



1 – блок нагревателя; 2 – защитный колпак; 3 – воспламенитель; 4- смотровое окно; 5 – тигель

Рисунок 2.2 – Прибор для определения температуры вспышки

Для этого необходимо: снять с блока нагревателя 1 защитный колпак 2 со смотровым стеклом 4; вынуть из блока нагревателя воспламенитель 3 и тигель 5; осмотреть спираль воспламенителя на предмет отсутствия обрывов и погнутости; установить воспламенитель обратно в гнездо нагревателя; включить тумблером установку в сеть; опробовать работоспособность воспламенителя кратковременным (в течение 5 с) нажатием кнопки вспышки - спираль должна нагреться до ярко-красного свечения; вынуть воспламенитель из гнезда; закрыть блок нагревателя защитным колпаком.

При выполнении лабораторной работы горячие тигли необходимо ставить на специальную подставку вне корпуса.

2.3.1. Определение температуры вспышки масла

Переключатель интервала температур поставить в положение 50...150 °С, переключатель предела нагрева - на интервал 150...170 °С, включить дополнительный нагрев. Когда установка прогреется до 140 °С (по показаниям электрического термометра 10), выключить дополнительный нагрев, переключатель поставить на интервал 150...250 °С.

Пока установка нагревается до 150...170 °С заполнить тигель исследуемым маслом. Для анализа масла необходимо брать тигель №46 с низким внутренним стержнем, налить в тигель масло до уровня верхней кромки стержня с небольшим мениском. Когда установка прогреется до 150...170 °С, переключатель нагрева поставить в нулевое положение. Снять с нагревателя защитный колпак.

Установить тигель с исследуемым маслом в нагреватель, установить воспламенитель в гнездо и проверить правильность его установки (спираль воспламенителя должна быть ниже верхнего края тигля на толщину проволоочки). Закрыть нагреватель защитным колпаком, при этом смотровое окошко должно быть обращено к наблюдателю.

Поставить переключатель предела нагрева на два деления шкалы выше предполагаемой температуры вспышки исследуемого масла, включить дополнительный нагрев. Следить за повышением температуры по верхней шкале измерительного прибора 10, установив положение переключателя интервала на 150...250 °С.

При достижении температуры на 20...30 °С ниже предполагаемой температуры вспышки выключить дополнительный нагрев и следить, чтобы скорость нарастания температуры не превышала 2 °С/мин (по секундомеру 7). При необходимости скорость нагрева регулировать переключателем предела нагрева.

При температуре на 10...15 °С ниже предполагаемой температуры вспышки кратковременно (на 5...6 с) нажимать кнопку вспышки и наблюдать через смотровое окно защитного колпака. Нажатие кнопки повторять через каждые 2 °С до появления вспышки, и при ее появлении зафиксировать температуру вспышки по измерительному прибору 10.

Выключить установку тумблером из сети. Переключатель предела нагрева поставить в нулевое положение, интервала нагрева - на 50...150 °С.

После определения температуры вспышки масла снять защитный колпак, вынуть пинцетом воспламенитель, вылить из тигля масло, протереть тигель сухой ветошью. Повторное определение температуры вспышки масла следует производить после охлаждения установки на 20...30 °С ниже предполагаемой температуры вспышки. Расхождение результатов двух определений не должно превышать ± 5 °С.

2.3.2. Определение температуры вспышки топлива

Для анализа топлива переключатель интервала температур поставить в положение 50...150 °С, переключатель предела нагрева - на интервал 90...110 °С. Пока идет прогрев установки до 100 °С, заполнить тигель исследуемым топливом. Для анализа топлива взять тигель с более высоким внутренним стержнем. Налить топливо в тигель до уровня верхней кромки стержня с небольшим мениском.

Когда установка прогреется до 100 °С, переключатель предела нагрева поставить в нулевое положение. Снять с нагревателя защитный колпак и охладить установку до 50 °С.

Установить тигель с исследуемым топливом в нагреватель, воспламенитель - в гнездо и проверить правильность установки воспламенителя по отношению к тиглю, т.е. спираль воспламенителя должна быть ниже верхнего края тигля на толщину проволоочки.

Закрывать нагреватель защитным колпаком, при этом смотровое окошко должно быть обращено к наблюдателю. Поставить переключатель предела нагрева на два интервала температур выше предполагаемой температуры вспышки исследуемого топлива. Проверить положение переключателя интервала на 50...150 °С и следить по нижней шкале измерительного прибора за тем, чтобы скорость нарастания температуры не превышала 2 °С/мин. Скорость нагрева регулировать переключателем предела нагрева.

За 10 °С до предполагаемой температуры вспышки кратковременно в течение 5 с при нажатой кнопке наблюдать вспышку через смотровое окно защитного колпака. Включение кнопки повторять через каждые 2 °С до появления вспышки, а при ее появлении зафиксировать температу-

ру вспышки по измерительному прибору.

Признаками вспышки паров исследуемого нефтепродукта являются: выделение дыма из отверстий защитного колпака, иногда - запотевание смотрового окна. Показание измерительного прибора 10 в момент появления вспышки масла соответствует температуре вспышки масла в закрытом тигле, а появление вспышки топлива температуре вспышки топлива в закрытом тигле.

2.4. Оформление результатов работы

Показания приборов, снятых во время опыта, и результаты расчетов заносятся в протокол испытаний, на основании которого делается вывод о результатах работы. Оформление результатов работы выполняется согласно требованиям раздела 1.

2.5. Контрольные вопросы

1. Какие параметры топлива и масла, и в каких пределах позволяет определить лаборатория СКЛАМТ-1?
2. Какой критерий появления вспышки?
3. Что такое «температура вспышки в закрытом тигле» топлива или минерального масла?
4. Указать на схеме лабораторной установки элементы, используемые при выполнении лабораторной работы.
5. Объяснить по схеме лабораторной установки СКЛАМТ-1 порядок выполнения лабораторной работы.
6. Каким образом фиксируется температура вспышки масла при проведении лабораторной работы.
7. Указать браковочные показатели температуры вспышки масла в закрытом тигле.
8. Указать ориентировочные значения температуры вспышки масла и топлива в закрытом тигле.
9. Какая причина снижения температуры вспышки масла?
10. Для чего необходим контроль температуры вспышки масла?

3. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ НЕФТЕПРОДУКТОВ

3.1. Цель работы

Целью работы является практическое изучение экспериментального метода определения плотности масла и топлива заданной марки и приобретения навыков сравнения полученных результатов с браковочными показателями.

3.2. Описание экспериментальной установки и метода исследования

Для определения плотности нефтепродуктов используется СКЛАМТ-1, схема и описание которой приведены в лабораторной работе №1. Для проведения эксперимента используются элементы установки под номерами 1, 15, 16, 17 на рисунке 2.1.

3.3. Порядок выполнения работы

Пробоотборник 17, заполненный испытуемым нефтепродуктом, выдерживать при температуре окружающей среды с таким расчетом, чтобы разность температур пробы и окружающего воздуха не превышала ± 5 °С. Температуру пробы измерять термометром 15.

После выравнивания температуры исследуемый нефтепродукт налить в чистый сухой мерный цилиндр 1, затем взять один из денсиметров 16 и, держа его за верхний конец, опустить в нефтепродукт. После прекращения погружения денсиметра произвести отсчет по верхнему краю мениска, с учетом расположения глаза на уровне мениска. Отсчет, произведенный по шкале денсиметра, показывает плотность масла при температуре измерения.

3.4. Обработка результатов

Для приведения плотности нефтепродукта к любой температуре, в том числе и к стандартной, равной 20 °С, выполняется пересчет по формуле

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

где ρ_{20} - плотность масла, приведенная к 20 °С, кг/м³;

ρ_t - плотность масла при температуре измерения, кг/м³;

α - температурный поправочный коэффициент.

Значения поправочного температурного коэффициента α могут быть найдены из рисунка 3.1.

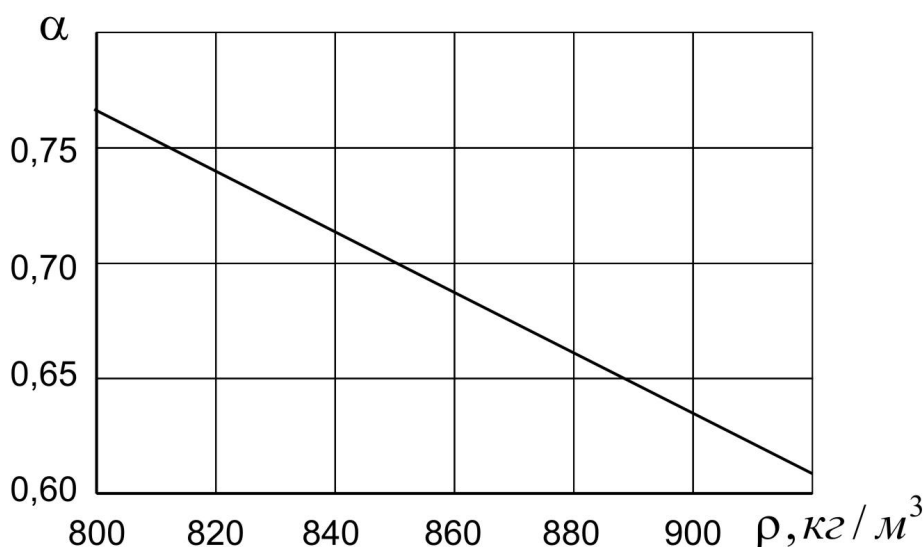


Рисунок 3.1 - График для определения поправочного коэффициента α

При измерении плотности высоковязких нефтепродуктов (вязкость при 50 °С выше 200 мм²/с) они разбавляются равным объемом керосина или дизельного топлива известной плотности. Плотность полученной смеси приводится к стандартной температуре, а затем вычисляется плотность измеряемого нефтепродукта по формуле

$$\rho_{20} = 2 \cdot \rho_{см}^{20} - \rho_p^{20},$$

где ρ_{20} - плотность измеряемого нефтепродукта, приведенная к 20 °С, кг/м³;

$\rho_{см}^{20}$ - плотность смеси при 20 °С, кг/м³.

ρ_p^{20} - плотность разбавителя при 20 °С, кг/м³.

3.5. Оформление результатов работы

Показания денсиметра и жидкостного термометра, полученные при проведении опыта, и результаты расчетов заносятся в протокол испытаний, на основании которого делается вывод о результатах работы. Оформление результатов работы выполняется согласно требованиям раздела 1.

3.6. Контрольные вопросы

1. Какой порядок выполнения работы?
2. Что такое плотность вещества? Размерность указанного параметра.
3. Какие элементы установки СКЛАМТ-1 используются при проведении лабораторной работы?
4. Почему необходимо приведение результатов эксперимента к 20 °С?

5. Каким образом выполняется приведение полученных данных эксперимента к 20 °С?
6. Привести ориентировочные значения плотности минеральных машинных масел.
7. Какую температуру должен иметь нефтепродукт перед измерением плотности?
8. Каковы основные причины изменения плотности минерального машинного масла и дизельного топлива?
9. Каковы браковочные показатели минеральных масел и дизельного топлива по плотности?
10. Для чего и когда при проведении опыта рекомендуется разбавление нефтепродуктов керосином или дизельным топливом?
11. Какие единицы измерения плотности нефтепродукта?
12. Какие границы кинематической вязкости приняты для высоковязких нефтепродуктов?
13. В каких пропорциях высоковязкий нефтепродукт разбавляют керосином или дизельным топливом?
14. В каком диапазоне можно измерить плотность нефтепродукта с помощью лаборатории СКЛАМТ?

4. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЯЗКОСТИ НЕФТЕПРОДУКТОВ

4.1. Цель работы

Целью работы является практическое изучение экспериментальных методов определения вязкости масла заданной марки и приобретение навыков оценки пригодности масла к эксплуатации.

4.2. Описание экспериментальной установки и метода исследования

Экспериментальная установка – СКЛАМТ-1. Описание установки приведено в лабораторной работе № 1. Для проведения эксперимента используются элементы установки под номерами 1, 4, 5, 7, 14, 15 на рисунке 2.1.

Метод измерения основан на зависимости времени истечения нефтепродукта через отверстие от его вязкости. Оценка пригодности масла к эксплуатации производится путем сравнения полученных результатов с браковочными показателями. В судовых условиях измерение подобным методом можно производить при крене не более 15°.

4.3. Порядок выполнения работы

Делительную воронку 14 заполнить 200...250 мл испытуемого масла, пробу тщательно перемешать. При испытании температура масла должна быть близкой к температуре окружающего воздуха ($\Delta t = \pm 20^\circ\text{C}$). Температуру пробы зафиксировать.

Закрывать отверстие индикатора вязкости 4 штырем 5 и заполнить его до фиксированного уровня тщательно перемешанным испытуемым маслом. Термометром 15 измерить температуру нефтепродукта. Под отверстие индикатора вязкости подставить мерный цилиндр 1, выдернуть штырь 5 и одновременно включить секундомер 7. Когда масло заполнит цилиндр до метки 100 мл, выключить секундомер, закрыть отверстие индикатора вязкости штырем 5, определить время истечения 100 мл масла по показанию секундомера.

4.4. Обработка результатов

Вязкость испытуемого масла в $\text{мм}^2/\text{с}$ (сСт) при 50 °C или 100 °C определяется по номограммам (рисунок 4.1), находящимся на верхней полке лаборатории СКЛАМТ-1.

Номограммы составлены для конкретных марок масел или других нефтепродуктов, поэтому при определении вязкости испытуемого нефте-

продукта необходимо пользоваться соответствующей номограммой.

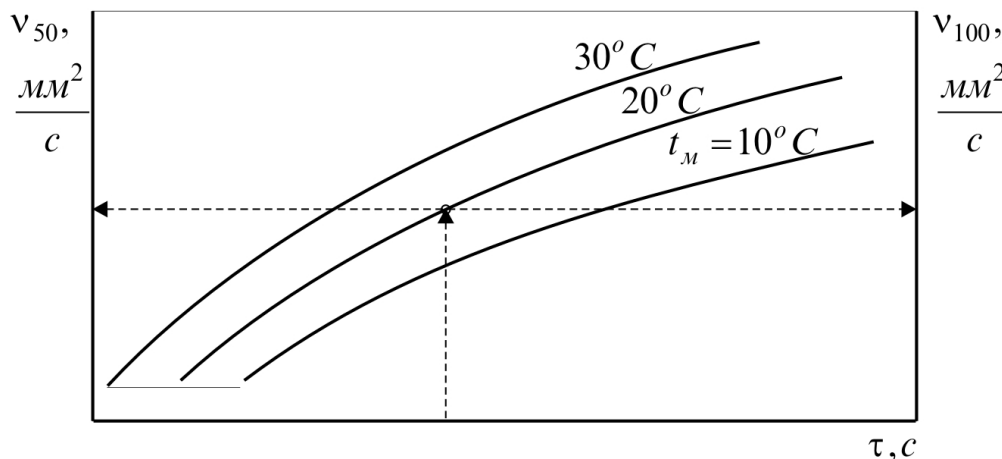


Рисунок 4.1 - Номограмма для определения вязкости

4.5. Оформление результатов работы

Найденные по номограмме значения кинематической вязкости нефтепродукта заносятся в протокол испытаний, на основании которого делается вывод о результатах работы. Оформление результатов работы выполняется согласно требованиям раздела 1.

4.6. Контрольные вопросы

1. Что значит «вязкость» жидкости или газа?
2. Какие единицы измерения вязкости Вам известны?
3. Что такое «динамическая» и «кинематическая» вязкость?
4. Каков порядок пересчета кинематической и динамической единиц вязкости?
5. Какие элементы установки СКЛАМТ-1 используются при выполнении лабораторной работы №3?
6. На схеме лабораторной установки объяснить порядок выполнения лабораторной работы.
7. Для чего необходимо приведение полученных результатов к 50 или 100 °C?
8. Привести ориентировочные значения кинематической вязкости минеральных масел.
9. Каковы браковочные показатели вязкости минеральных масел?
10. Каковы основные причины уменьшения вязкости минерального машинного масла?

5. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВОДЫ В НЕФТЕПРОДУКТАХ

5.1. Цель работы

Целью работы является практическое изучение экспериментальных методов определения количества воды в масле и топливе и приобретение навыков сравнения полученных данных с браковочными показателями.

5.2. Описание экспериментальной установки и метода исследования

Экспериментальная установка – СКЛАМТ-1. Описание установки приведено в лабораторной работе № 1. Для проведения эксперимента используются элементы установки под номерами 3, 6, 12, 14, 15, 17, 25 на рисунке 2.1.

Сущность метода состоит в определении величины прироста температуры пробы нефтепродукта при взаимодействии находящейся в нем влаги с гидридом или карбидом кальция.

5.3. Порядок выполнения работы

Отобрать пробу масла или топлива в пробоотборник 17, заполнив его на 3/4 объема, тщательно перемешать в течение 5 минут (вязкие нефтепродукты предварительно прогреть до температуры 40...50 °С).

Налить в сухую чистую пробирку 25 перемешанную пробу до метки 10 мл, пробирку поместить в гнездо пенопластового футляра 26.

Опустить в пробирку термометр 15 и выдержать пробу, пока ее температура не сравняется с температурой окружающей среды.

Термометром, находящимся в пробирке, замерить температуру испытуемого нефтепродукта, которая принимается за начальную температуру пробы (t_1).

Вскрыть стеклянную ампулу с реактивом, отмерить меркой 1 г карбида или гидрида кальция, высыпать его в пробирку, затем перемешать пробу нефтепродукта термометром, наблюдая за повышением температуры. Максимальное показание термометра принимается за конечную температуру пробы (t_2).

5.4. Обработка результатов

Содержание воды W , % в испытуемом нефтепродукте определяется по кривым, приведенным на рисунке 5.1, где $\Delta t = t_2 - t_1$.





1 — реакция воды с карбидом кальция; 2 — реакция воды с гидридом кальция

Рисунок 5.1 - Зависимость содержания воды в нефтепродуктах от изменения температуры пробы

5.5. Оформление результатов работы

Все значения параметров, полученные при проведении опыта, заносятся в протокол испытаний, на основании которого делается вывод о результатах работы. Оформление результатов работы выполняется согласно требованиям раздела 1.

5.6. Контрольные вопросы

1. Почему необходимо удалять воду из нефтепродуктов?
2. Каким образом определяется количество примеси воды в нефтепродукте?
3. Какие реактивы используются в эксперименте для установления примеси воды в нефтепродуктах?
4. Для чего необходимо приводить температуру пробы нефтепродукта к температуре окружающей среды?
5. Каковы причины обводнения нефтепродуктов?
6. Каковы браковочные показатели на наличие воды в нефтепродуктах?
7. Какие методы очистки нефтепродуктов от воды Вам известны?
8. В чем сущность очистки нефтепродуктов с помощью центробежных сепараторов?
9. Что такое «пурификация» и «кларификация»?
10. В чем сущность очистки нефтепродуктов методом отстаивания?

6. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАЛИЧИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ В МАСЛЕ И ДИСПЕРГИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ МОТОРНЫХ МАСЕЛ МЕТОДОМ БУМАЖНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

6.1. Цель работы

Целью работы является экспериментальное определение механических примесей в масле и оценки его пригодности к эксплуатации.

6.2. Описание экспериментальной установки и метода исследования

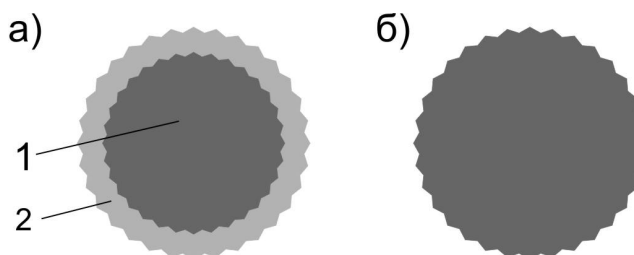
Экспериментальная установка – лаборатория СКЛАМТ-1. Описание установки приведено в лабораторной работе № 1. Для проведения эксперимента используются элементы установки под номерами 2, 24, 18 на рисунке 2.1.

Сущность метода оценки наличия механических примесей в масле заключается в визуальном анализе масляных пятен, полученных нанесением капли испытуемого масла на фильтровальную бумагу, и сравнением структуры их с эталонными образцами 18 (рисунок 2.1).

Для определения диспергирующей способности масел дополнительно производится количественная оценка соотношения размеров отдельных элементов структуры пятна. Оценка пригодности масла к эксплуатации производится путем сравнения, полученных результатов с браковочными показателями.

6.3. Порядок выполнения работы

Пробу испытуемого масла набрать в пробоотборник 17 (рисунок 2.1) в количестве не более $3/4$ объема пробоотборника и тщательно перемешать в течение 5 минут. С помощью проволоочки 2 диаметром 1 мм нанести каплю масла на фильтровальную бумагу, закрепленную в зажиме 24 до полного впитывания масла.



1 – ядро; 2 – зона диффузии

Рисунок 6.1 – Образцы масляных пятен [3]

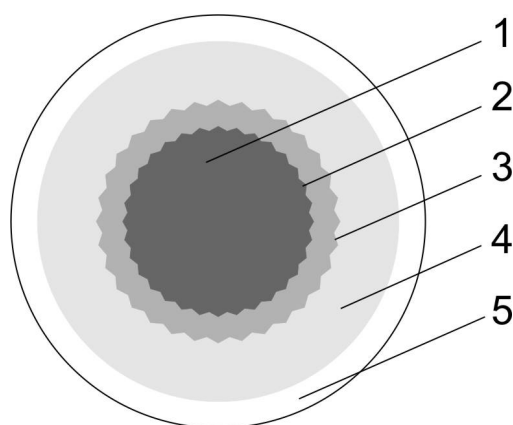
После высыхания пробы (через 5...6 ч) произвести по масляному пятну оценку наличия механических примесей в масле и диспергирующей способности масла при наличии и отсутствии зоны диффузии (рисунок 6.1 а, 6.1 б).

6.4. Обработка результатов

Количество механических примесей в масле без присадки определяется, сравнением полученного пятна с эталонной шкалой пятен 18. Если ядро масляного пятна легко размазывается и становится блестящим, а размеры ядра и наносимой капли примерно одинаковы, то это свидетельствует об укрупнении механических примесей и образовании хлопьевидных осадков. Масло потеряло диспергирующую способность и подлежит замене.

Количество механических примесей в масле с присадкой определяют также путем сравнения полученного пятна с эталонной шкалой пятен.

Наличие вокруг ядра зоны диффузии (рисунок 6.2) свидетельствует о содержании в масле моюще-диспергирующей присадки. Чем шире зона диффузии, тем лучше диспергирующие свойства масла. Значительное уменьшение или полное отсутствие зоны диффузии, нечеткие, расплывчатые края центрального ядра свидетельствует о недопустимой или полной срабатываемости диспергирующей присадки. Масло подлежит замене.



1 - ядро; 2 – граничная зона; 3 – зона диффузии;
4 – зона окисленного масла; 5 – зона чистого масла.

Рисунок 6.2 - Структура пятна масла с присадкой

Для количественной оценки диспергирующей способности масла определяются средние параметры центрального ядра и зоны диффузии.

Расчет диспергирующей способности (ДС) производится по формуле

$$ДС = 1 - \frac{d^2}{D^2},$$

где d – средний диаметр центрального ядра, мм;

D – средний диаметр зоны диффузии, мм.

Среднее значение трех определений $ДС$ принимается за показатель диспергирующей способности масла.

В эксплуатации полученные результаты сравниваются с результатами ранее проведенных анализов. Масло подлежит замене, если его диспергирующая способность снизилась до 0,3.

Наличие ярко-желтого или светло-коричневого ореола зоны окисленного масла вокруг ядра указывают на то, что масло подверглось высокотемпературному воздействию.

Появление ярко выраженной черной окантовки ядра свидетельствует о наличии воды в масле.

6.5. Оформление результатов работы

Сравнивается полученный результат с браковочными показателями, делается вывод о загрязненности механическими примесями и диспергирующих свойствах исследуемого масла. Оформление результатов работы выполняется согласно требованиям раздела 1.

6.6. Контрольные вопросы

1. Что такое хроматография?
2. Укажите источники появления механических примесей в минеральном машинном масле.
3. В чем сущность предлагаемого метода определения количества механических примесей в нефтепродуктах?
4. Каким образом в лабораторной работе определяются количественные характеристики механических примесей в нефтепродукте?
5. По каким признакам определяется наличие и количество диспергирующих добавок к минеральному маслу?
6. Укажите браковочные показатели для минеральных масел по наличию механических примесей?
7. Какие методы очистки нефтепродуктов от механических примесей известны Вам?
8. Какой метод контроля механических примесей в нефтепродуктах обеспечивает 100% достоверность?
9. В чем сущность метода очистки нефтепродуктов методом «кларификации»?

10. Как определить «диспергирующую способность» минерального масла, браковочный показатель?

7. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИСЛОТНОСТИ И ЩЕЛОЧНОГО ЧИСЛА НЕФТЕПРОДУКТОВ

7.1. Цель работы

Целью работы является практическое изучение экспериментальных методов определения содержания водорастворимых кислот в топливе и масле, щелочного числа моторных масел, приобретение навыков сравнения полученных результатов с браковочными показателями.

7.2. Описание экспериментальной установки и метода исследования

Наличие в топливе и масле водорастворимых кислот определяется качественной пробой с получением результата "да" или "нет". Метод качественной оценки наличия в топливе или масле водорастворимых кислот основан на изменении окраски индикатора метилоранжа кислотами, присутствующими в водных вытяжках из нефтепродуктов.

Количественное содержание водорастворимых кислот в топливах и маслах оценивается кислотностью, т.е. количеством мг едкого кали (KOH), необходимым для нейтрализации 100 мл испытуемого нефтепродукта. В технических нормах для масел и смазочных материалов чаще употребляется термин "кислотное число", которое в отличие от термина "кислотность" означает количество мг (KOH), необходимое для нейтрализации 1 г испытуемого нефтепродукта.

Метод определения кислотного числа основан на взаимодействии спирторастворимых продуктов окисления работавших масел с титрованным раствором едкого кали в присутствии индикатора нитрозинового желтого. При этом используются прилагаемые к лаборатории СКЛАМТ-1 спиртовые растворы щелочи различной концентрации с введенным в них индикатором.

Щелочное число определяется количеством мг (KOH), эквивалентным количеству соляной кислоты, израсходованной на нейтрализацию всех основных соединений, содержащихся в 1 г анализируемого масла. Снижение щелочного числа масла в процессе эксплуатации указывает на степень срабатываемости щелочных присадок в масле.

Метод определения щелочного числа моторного масла основан на зависимости окраски индикатора бромтимолового синего от степени щелочности (кислотности), т.е. от водородного показателя pH водной вытяжки масла, в которую он введен. Окраску водной вытяжки сравниваются с эталонной цветной шкалой, прилагаемой к лаборатории СКЛАМТ-1. Степень окраски служит косвенным показателем величины щелочного

числа.

7.3. Порядок выполнения работы

7.3.1. Качественное определение водорастворимых кислот

Испытуемый нефтепродукт в количестве 50 мл налить в делительную воронку. Если испытывается дизельное топливо, то к нему добавить 100 мл водного раствора ОП-7. При испытании других нефтепродуктов (масел, моторных топлив и мазутов) к 50 мл отобранной и помещенной в делительную воронку пробы прибавить 50 мл керосина или дизельного топлива, проверенного на нейтральность. Высоковязкие и парафинистые нефтепродукты предварительно нагреть до температуры 40...60 °С. Тщательно перемешать компоненты и добавить к смеси 100 мл водного раствора ОП-7. Дальше испытания проводят для дизельного топлива и прочих нефтепродуктов одинаково.

Содержимое делительной воронки взболтать в течение 3...5 мин и поставить воронку на отстой.

После отстоя водную вытяжку в количестве 5...10 мл слить в пробирку и добавить две капли раствора метилоранжа. Окрашивание раствора в розовый цвет указывает на наличие в испытуемом нефтепродукте водорастворимой кислоты.

7.3.2. Определение кислотного числа

Вынуть из склянок со щелочными растворами резиновые пробки и установить вместо них автоматические пипетки на 1 мл. Высоковязкие и парафиновые нефтепродукты предварительно подогреть до 40...50 °С.

Отобрать в градуированную пробирку 1 мл испытуемого масла. Снять со склянок со щелочным раствором нитрозинового желтого крышки и установить вместо них автоматические пипетки (дозаторы) 22 (рисунок 2.1) на 1 мл. Добавить по 1 мл щелочного раствора нитрозинового желтого с концентрацией щелочи 1 мл = 0,5 мг КОН/г, тщательно встряхивая пробирку в течение 3...5 мин и наблюдая за цветом отстаивающегося раствора после каждого добавления. Добавлять раствор необходимо до тех пор, пока желтая окраска отстоявшегося раствора не изменится на зеленую, после чего отметить количество добавленных порций.

Если после добавления очередной порции раствора нитрозинового желтого с концентрацией щелочи 1 мл = 0,5 мг КОН/г окраска отстоявшегося слоя меняется на зеленую, повторить опыт с новой пробой испытуемого нефтепродукта, но с добавлением к ней по 1 мл щелочного раствора нитрозинового желтого с концентрацией 1 мл = 0,1 мг КОН/г. По-

сле окончания испытания вынуть из склянок автоматические пипетки и закрыть склянки пробками.

7.3.3. Определение щелочного числа

В делительную воронку налить 20 мл испытуемого масла и 30 мл водного раствора ОП-7. Содержимое воронки умеренно встряхивать в течение 5 мин, после чего воронку вставить в зажимы на 10...15 мин для разделения смеси путем отстаивания. Водный экстракт (в количестве не менее 5 мл) профильтровать через бумажный фильтр в пробирку и добавить в нее 1 мл индикатора бромтимолового синего, пробирку встряхнуть 2...3 раза. Окраску водного экстракта сравнить с эталонной цветной шкалой и определить щелочность масла, при этом пробирку с исследуемым раствором следует поместить на белом фоне ниже эталонной шкалы.

7.4. Обработка результатов

Кислотное число $KЧ$ (мг КОН/г) испытуемого масла рассчитывается по формуле

$$KЧ = n \cdot R,$$

где n - количество добавленных порций щелочного раствора нитрозинового желтого;

R - концентрация щелочного раствора нитрозинового желтого, соответствующая 0,5 или 0,1 мг/мл, что эквивалентно кислотному числу соответственно 0,5 или 0,1 мг КОН/г.

7.5. Оформление результатов работы

Все результаты опытов заносятся в протокол испытаний. Оформление результатов работы выполняется согласно требованиям раздела 1.

7.6. Контрольные вопросы

1. Почему необходим контроль за кислотностью и щелочным числом?
2. Что такое «кислотность» и «кислотное число»?
3. Что такое «щелочное число»?
4. Что служит «реагентом» и что служит «индикатором» при определении кислотного числа нефтепродукта?
5. С помощью какого вещества определяется «щелочное число»?
6. Каким образом качественно определяется наличие в нефтепродукте водорастворимых кислот?
7. В чем сущность процедуры определения «кислотного числа»?
8. В чем сущность процедуры определения «щелочного числа»?

9. Приведите браковочные показатели для нефтепродуктов по «кислотному числу».
10. Приведите браковочные показатели для нефтепродуктов по «щелочному числу».

8. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ВОДЫ ДВС

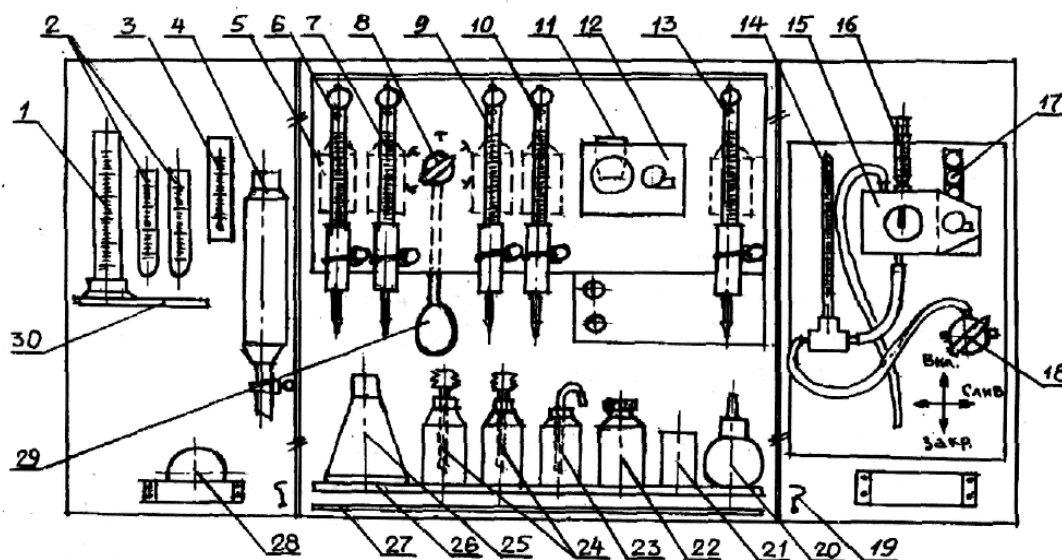
8.1. Цель работы

Целью работы является практическое изучение экспериментальных методов определения характеристик охлаждающей воды судовых ДВС и приобретение навыков сравнения полученных результатов с табличными.

8.2. Описание экспериментальной установки и метода исследования

8.2.1. Экспериментальная установка

Схема лаборатории анализа воды СКЛАВ-1 [4] приведена на рисунке 8.1.



1 - мерный цилиндр; 2 - градуированные пробирки; 3 - термометр; 4 - делительная воронка; 5 - емкость с титровальным раствором; 6 - бюретка с раствором трилона Б; 7 - бюретка с раствором H_2SO_4 0,1 N; 8 - переключатель подачи растворов; 9 - бюретка с раствором $Hg(NO_3)_2$ 0,1 N; 10 - бюретка с раствором $Hg(NO_3)_2$ 0,0025 N; 11 - кювета; 12 - компаратор для определения фосфатов и нитратов; 13 - бюретка с раствором HNO_3 0,05 N; 14 - термометр; 15 - компаратор для определения содержания кислорода; 16 - шприц; 17 - шкала стандартных пленок; 18 - переключатель подачи растворов; 19 - защелка; 20 - пробоотборник; 21 - стаканчик для определения нефтепродуктов; 22 - емкость для хранения сыпучих реактивов; 23 - емкость с пипеткой-дозатором; 24 - емкости с пипетками; 25 - колба стеклянная для титрования; 26 - полка с реактивами; 27 - полка-столик с диаграммами и таблицами; 28 - фильтровальная бумага; 29 - пневмогруша для подачи растворов на титрование; 30 - полка

Рисунок 8.1 - Схема судовой комплектной лаборатории анализа воды

Контролируемыми показателями качества охлаждающей воды ДВС являются: жесткость общая; содержание ионов хлора; содержание антикоррозионной присадки; содержание растворенного в воде кислорода. Контроль этих параметров на судах осуществляется с помощью судовой комплектной лаборатории анализа воды (СКЛАВ-1) с периодичностью не реже одного раза в месяц [5].

Лаборатория позволяет определить, кроме указанных выше параметров, также и щелочность воды, содержание в ней нефтепродуктов, фосфатов и нитратов, а поэтому применяется на судах для контроля качества питательной, добавочной, котловой воды, конденсата, дистиллята, для анализа балластных и льяльных вод.

Меры безопасности при работе с лабораторией СКЛАВ-1 и порядок подготовки ее к работе приведены в Приложении В.

8.2.2. Методы исследования

Метод определения жесткости основан на реакции трилона Б с солями кальция и магния, содержащимися в воде. Момент окончания реакции определяется по изменению окраски индикатора.

Метод определения содержания ионов хлора основан на способности солей ртути давать с хлор-ионом малодиссоциированное соединение HgCl_2 и связывании избытка ионов ртути Hg^{+2} дифенилкарбозоном в комплексные соединения, окрашенные в розово-фиолетовый цвет. Концентрации хлор-иона от 0,1 до 10 мг/л определяют с помощью 0,0025N раствора азотнокислой ртути, а концентрации хлор-иона от 10 мг/л и выше определяют с помощью 0,1N раствора азотнокислой ртути.

Метод определения содержания антикоррозионной присадки основан на нейтрализации кислотой входящих в состав присадки щелочных компонентов. Титрование проводят серной кислотой в присутствии индикаторной смеси №2 до перехода зеленой окраски раствора в фиолетовую.

Метод определения содержания растворенного в воде кислорода основан на окислении бесцветной формы лейкосоединения метиленового голубого растворенным в воде кислородом. Окисленная форма лейкосоединения имеет синюю окраску, интенсивность которой пропорциональна содержанию растворенного в воде кислорода. Содержание кислорода (мг/л) определяется визуально путем сравнения окраски испытуемой пробы с окраской пленок. Шкала пленок позволяет измерять содержание растворенного в воде кислорода в диапазоне 0...0,1 мг/л.

8.3. Порядок выполнения работы

8.3.1. Определение жесткости

В мерный цилиндр 1 (рисунок 8.1) отобрать 100 мл охлаждающей воды. Полученную пробу поместить в колбу для титрования 25, ввести в пробу 5 мл аммиачного буферного раствора, щепотку индикатора хром-темно-синего и, интенсивно перемешивая, титровать пробу трилоном Б, пока розовая окраска раствора не перейдет в синевато-сиреневую. Общая жесткость (мг-экв/л) определится по формуле

$$Ж = a \cdot 0,1,$$

где a - количество миллилитров трилона Б, израсходованного на титрование 100 мл испытуемого раствора.

8.3.2. Определение содержания ионов хлора

В колбу для титрования налить 100 мл испытуемой воды и добавить щепотку индикаторной смеси №1. При наличии в пробе хлор-иона вода синее. Доливать по каплям при взбалтывании раствор азотной кислоты до перехода синей окраски в желтую и еще 10 капель избытка этой кислоты. Затем медленно, сильно взбалтывая, титровать 0,0025N раствором азотнокислой ртути до перехода желтой окраски в слабо-розово-фиолетовую.

Содержание ионов хлора (мг/л) определяется по формуле

$$A = a \cdot 0,89,$$

где a - количество миллилитров раствора азотнокислой ртути, затраченное на титрование 100 мл испытуемого раствора.

8.3.3. Определение содержания антикоррозионной присадки

В колбу для титрования 25 набрать 100 мл испытуемой воды и добавить 8...10 капель индикаторной смеси №2. При наличии присадки проба окрасится в зеленый цвет. Пробу титровать 0,1N раствором серной кислоты до перехода зеленой окраски в фиолетовую.

Содержание присадки в воде, выраженное в процентах, определить по формуле

$$B = \frac{a}{b},$$

где a - количество миллилитров серной кислоты, затраченное на титрование 100 мл испытуемой воды;

- б* - количество миллилитров серной кислоты, затраченное на титрование 100 мл эталонной воды, содержащей 1% присадки.

При получении новой партии присадки на судне готовится новая эталонная вода с содержанием присадки 1% и определяется расход кислоты на титрование 100 мл воды с присадкой.

8.3.4. Определение содержания растворенного кислорода

Для приготовления бесцветной формы лейкосоединения метиленового голубого налить в мерный цилиндр 9,5 мл раствора метиленового голубого и 0,5 мл едкого кали, который следует отмерять пипеткой с полиэтиленовой грушей. Содержимое цилиндра тщательно перемешать стеклянной палочкой. Спустя 20...30 мин должно произойти полное обесцвечивание раствора, что свидетельствует об окончании процесса восстановления метиленового голубого. Приготовленный раствор пригоден в течении суток.

Для проведения анализа заполнить шприц 16 бесцветной формой метиленового голубого следующим образом:

- вынуть шприц из компаратора 15, снять верхний колпачок, вынуть поршень и залить в шприц раствор немного выше верхней метки (нижнее отверстие при этом зажато пальцем);
- вставить поршень, перевернуть шприц, и, нажимая на поршень, удалить воздух, после чего в шприце должно остаться 10 мл раствора;
- шприц вставить в компаратор и закрепить колпачок.

Подсоединить прибор к месту отбора пробы воды на анализ при помощи резинового шланга, надетого на штуцер крана 18. Установить кран в положение «Вкл.» и пропустить воду через компаратор с небольшой скоростью в течении 3...4 мин. Избыточная вода выйдет из компаратора по сливной трубке. Зажать сливную трубку и приподнять пробку с термометром 14. Когда из отверстия начнет вытекать вода, пробку с термометром установить на место. Установить кран 18 в положение «Выкл.» и приступить к анализу.

Нажатием на поршень ввести 1 мл реактива в пробу воды в компараторе. Снять компаратор со штырей, перемещая его в направлении "на себя" и, осторожно покачивая, перемешать содержимое. Затем установить компаратор на место. Подобрать эталонный светофильтр, окраска которого одинакова с окраской испытуемой пробы. Содержание кислорода, растворенного в воде, указано на соответствующем стандартном светофильтре.

После окончания анализа промыть компаратор проточной водой до полного исчезновения окрашенной воды.

8.4. Оформление результатов работы

Все результаты опытов заносятся в протокол испытаний. Оформление результатов работы выполняется согласно требованиям раздела 1.

8.5. Контрольные вопросы

1. Как расшифровывается аббревиатура СКЛАВ-1?
2. Какие параметры охлаждающей воды определяются с помощью лабораторной установки СКЛАВ-1?
3. Какие параметры питательной, добавочной, котельной вод, конденсата, дистиллята, балластных и льяльных вод также определяются с помощью лабораторной установки СКЛАВ-1?
4. Перечислите с помощью рисунка-схемы все 30 элементов лабораторной установки СКЛАВ-1. Укажите их назначение.
5. Что обозначает 0,1N, 0,5N, 0,025N?
6. Назовите основные химические реагенты, используемые при проведении анализов с помощью установки лаборатории СКЛАВ-1.
7. Что такое «компаратор»? Его назначение?
8. Что такое «титрование»? В чем смысл этого процесса?
9. В чем сущность метода определения жесткости воды?
10. В чем сущность метода определения ионов хлора в исследуемой воде?
11. В чем сущность метода определения содержания антикоррозионной присадки в испытуемой воде?
12. В чем сущность определения содержания кислорода в пробе испытуемой воды?
13. Какова причина необходимости постоянного контроля содержания кислорода в используемой пресной воде?
14. Объясните с помощью рисунка-схемы порядок определения жесткости воды.
15. Объясните с помощью рисунка-схемы порядок определения содержания антикоррозионной присадки в воде.
16. Объясните с помощью рисунка-схемы установки СКЛАВ-1 порядок определения ионов хлора в пресной воде.
17. Объясните с помощью рисунка-схемы установки СКЛАВ-1 порядок определения содержания растворенного кислорода в пробе воды.
18. Каков порядок приведения лаборатории СКЛАВ-1 к работе?

19. Каков порядок приведения лаборатории СКЛАВ-1 в исходное состояние после проведения лабораторных исследований?
20. Почему необходимо приобретение знаний, умений и навыков проведения исследований с помощью лаборатории СКЛАВ-1?

9. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПИТАТЕЛЬНОЙ И КОТЛОВОЙ, ЛЬЯЛЬНОЙ И БАЛЛАСТНОЙ ВОД

9.1. Цель работы

Целью работы является практическое изучение экспериментальных методов определения характеристик котловой воды, льяльной и балластной вод и приобретение навыков сравнения полученных результатов с браковочными показателями.

9.2. Описание экспериментальной установки и метода исследования

Экспериментальная установка – лаборатория СКЛАВ-1. Описание лаборатории приведено в лабораторной работе № 7 (рисунок 8.1).

В общем случае контролируемыми показателями качества воды для судовых паровых котлов являются: жесткость общая; содержание ионов хлора; содержание кислорода; щелочность; содержание фосфатов; содержание нитратов.

Рекомендуемый перечень контролируемых параметров установлен в зависимости от назначения воды (питательная или котловая), типа котла (газотрубный или водотрубный) – для питательной воды, режима внутрикотловой обработки (фосфатно-щелочной, фосфатно-нитратный или фосфатный) - для котловой воды [6].

Анализ льяльной и балластной воды выполняется для определения количества содержащихся в них нефтепродуктов.

Перед проведением анализов котловой воды ее необходимо осветлить. Осветление воды основано на адсорбции размельченным активированным углем частиц, вызывающих окраску и мутность воды.

Осветление котловой воды с помощью активированного угля не оказывает влияния на ее химический состав.

Определение общей жесткости, содержания кислорода и содержания ионов хлора проводят так, как это описано в методических указаниях к лабораторной работе №7.

Если проба из котла берется не через холодильник (до конденсатора), то за счет частичного испарения воды концентрация солей в пробе оказывается более высокой, чем действительная их концентрация в котловой воде. Для устранения этой погрешности вносится определяемая по таблице 9.1 поправка на хлориды, щелочное число, фосфаты, нитраты и жесткость. Эта поправка учитывается умножением полученных результатов на поправочный коэффициент "К".

Таблица 9.1 – Поправочный множитель

Давление в котле, МПа	Поправочный множитель "К"	Давление в котле, МПа	Поправочный мно- житель "К"
0,4	0,92	2,8	0,69
0,6	0,88	3,0	0,67
0,8	0,85	3,2	0,66
1,0	0,83	3,4	0,65
1,2	0,81	3,6	0,64
1,4	0,79	3,8	0,63
1,6	0,77	4,0	0,62
1,8	0,75	4,2	0,61
2,0	0,74	4,4	0,60
2,2	0,72	4,6	0,59
2,4	0,71	4,8	0,58
2,6	0,70	5,0	0,57

Метод определения щелочности основан на нейтрализации кислотной котловой воды, содержащей щелочи, окрашивающие фенолфталеин в малиново-красный цвет. Конец реакции устанавливают в момент добавления последней капли кислоты, когда малиновая окраска исчезает и вода принимает свою первоначальную окраску (до введения в нее фенолфталеина).

Метод определения содержания фосфатов основан на образовании растворимого соединения состава $P_2O_3 \cdot V_2O_5 \cdot 22MoO_3 \cdot 4H_2O$, окрашенного в интенсивно желтый цвет при взаимодействии фосфатов котловой воды с ванадиево-молибденовым реактивом.

Содержание фосфатов, выраженное в миллиграммах иона PO_4^{3-} в литре, измеряется в компараторе путем сравнения окраски испытуемой пробы с окраской эталонных светофильтров.

Набор эталонных светофильтров имеет окраску, соответствующую 10, 20, 30, 40, 50 мг/л PO_4^{3-} .

Метод определения содержания нитратов основан на реакции образования азокрасителя при действии нитратов на смесь равных объемов уксуснокислых растворов сульфениловой кислоты и альфанафтиламина. Перевод нитратов в нитриты происходит под действием цинкового порошка.

Содержание нитратов, выраженное в миллиграммах NO_4^{3-} в литре, измеряется в компараторе путем сравнения окраски испытуемой пробы с окраской эталонных светофильтров. Набор эталонных светофильтров

имеет окраску, соответствующую 10, 20, 30, 40, 50 мг/л NO_4^{3-} .

Метод определения нефтепродуктов в льяльных и балластных водах основан на экстрагировании нефтепродуктов из воды органическим растворителем "белая лента" (четыреххлористым углеродом CCl_4).

При наличии нефтепродуктов в воде (балластных и льяльных водах) на бумажном фильтре образуется темная полоска, ширина которой зависит от количества нефтепродуктов в воде.

9.3. Порядок выполнения работы

9.3.1. Осветление котловой воды

Поместить навеску размельченного угля (1 г) в коническую колбу 25 (рисунок 8.1), туда же долить 100 мл котловой воды, колбу закрыть пробкой и содержимое энергично взболтать в течение трех минут. После взбалтывания воду с углем отфильтровать до получения осветленной воды.

9.3.2. Определение щелочности котловой воды

Налить в колбу 100 мл испытуемой воды, туда же ввести 2...3 капли индикатора (фенолфталеина). При наличии в воде щелочи вода окрашивается в малиново-красный или розовый цвет. Затем осторожно, по каплям, пробу воды при постоянном перемешивании титровать 1N раствором серной кислоты до исчезновения окраски.

Щелочность котловой воды, выраженная в миллиграмм-эквивалентах, численно равняется количеству миллилитров 0,1N серной кислоты, затраченному на титрование 100 мл воды.

Пример 1. На титрование 100 мл котловой воды израсходовано 5,0 мл 0,1N серной кислоты. Щелочность воды равна 5,0 мг-экв/л.

Щелочность котловой воды выражают также и щелочным числом. Щелочное число котловой воды равняется количеству миллилитров кислоты, затраченному на титрование 100 мл котловой воды и умноженному на 40.

Пример 2. На титрование 100 мл котловой воды израсходовано 5,0 мл 0,1N серной кислоты. Щелочное число котловой воды равно 200 мг/л NaOH.

9.3.3. Определение содержания фосфатов в котловой воде

В градуированную пробирку 2 отобрать 10 мл пробы котловой воды и добавить туда 2 мл реактива на фосфаты. Раствор тщательно перемешать. Через 5 мин содержимое пробирки перелить в кювету 11, вставить ее в паз компаратора 12, а затем, вращая диск со светофильтрами желтого цвета, подобрать визуально светофильтр с оттенком, соответствующим

оттенку испытуемой пробы.

При определении содержания фосфатов диск с розовыми светофильтрами следует установить в нулевое положение.

В случае если оттенок испытуемой пробы будет иметь промежуточный характер по отношению к оттенкам двух существующих фильтров, то содержание фосфатов определяется как среднее между значениями, соответствующим этим светофильтрам.

Пример. Установлено, что окраска пробы имеет окраску пленки, соответствующей содержанию $50 \text{ мг/л PO}_4^{3-}$. Содержание фосфатов в пробе котловой воды равно 50 мг/л .

В случае большого количества фосфатов пробу котловой воды разбавить в два или четыре раза. Анализ разбавленной пробы производить так же, как описано выше, а результат умножить на число, соответствующее степени разбавления.

9.3.4. Определение содержания нитратов в котловой воде

Отобрать в градуированную пробирку 2, пробу котловой воды в объеме 6 мл, прибавить дистиллят до метки «11 мл» и перемешать. Прибавить 2 мл реактива на нитраты и еще раз перемешать. Прибавить ложечку цинковой стружки или порошка, пробирку закрыть пробкой и тщательно перемешать раствор. Пробирку оставить на 5...10 мин, время от времени встряхивая.

По истечении указанного времени содержимое пробирки (отстоявшуюся часть) перелить в кювету 11 и вставить ее в паз компаратора 12, а затем, вращая диск со светофильтрами розового цвета, подобрать визуально светофильтр с оттенком, соответствующим оттенку испытуемой пробы.

Диск с желтыми светофильтрами при определении нитратов следует установить в нулевое положение.

В случае если оттенок испытуемой пробы будет иметь промежуточный характер по отношению к оттенкам двух соседствующих светофильтров, содержание нитратов определяется, как среднее между значениями, соответствующими этим светофильтрам.

Пример. Установлено, что окраска пробы котловой воды интенсивней, чем окраска стандартной пленки 30 мг/л , но слабее окраски пленки 40 мг/л . Следовательно, содержание нитратов в пробе котловой воды составляет 35 мг/л .

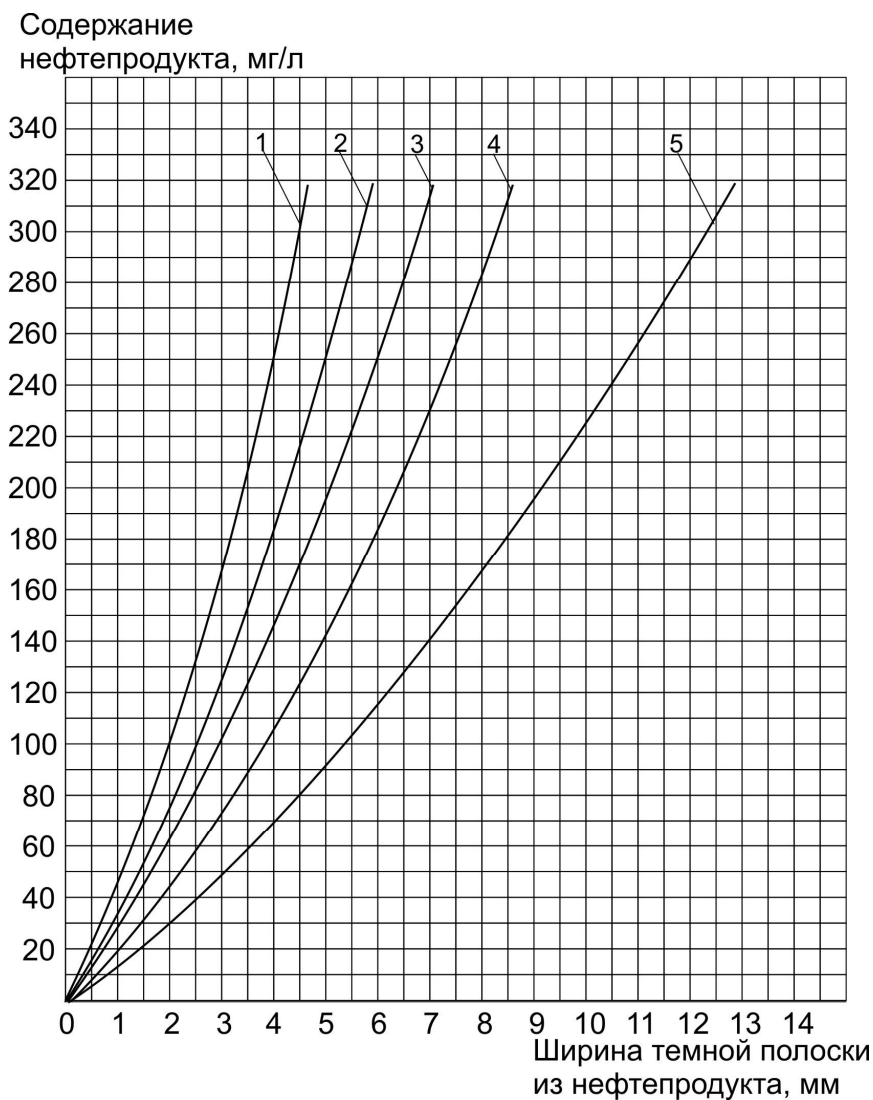
В случае большого количества нитратов пробу котловой воды разбавить в два или четыре раза. Анализ разбавленной пробы производить так же, как описано выше, а результат умножить на число, соответ-

вующее степени разбавления. После каждого определения кювету 11 сполоснуть дистиллятом, а по окончании определений вставить ее в паз компаратора 12.

9.3.5. Определение содержания нефтепродуктов в льяльной и балластной водах

Отобрать в делительную воронку 4 (рисунок 8.1) 100 мл исследуемой воды (вода не должна содержать нефтепродукт в виде пленок). Добавить 10 мл четыреххлористого углерода и перемешать содержимое в течение 2...3 мин, затем дать отстояться до полного разделения слоев. Нижний слой (экстракт) слить в пробирку. Из пробирки 1 мл экстракта (с помощью пипетки с грушей 29) перенести в стаканчик 21 и вставить в него полоску фильтровальной бумаги размером 15 мм на 55 мм под углом так, чтобы нижний конец ее упирался в противоположную стенку стакана.

После испарения растворителя на фильтровальной бумаге образуется темная полоска из нефтепродукта. Измерить ее ширину, по графику (рисунок 9.1) найти содержание нефтепродукта.



1 – масло; 2 – мазут - 40; 3 – сырая нефть; 4 – моторное топливо ДТ;
5 – дизельное топливо

Рисунок 9.1 – Содержание нефтепродуктов в льяльной воде

9.4. Оформление результатов работы

Все результаты опытов заносятся в протокол испытаний. Оформление результатов работы выполняется согласно требованиям раздела 1.

9.5. Контрольные вопросы

1. Какие параметры питательной, добавочной, котельной вод, конденсата, дистиллята, балластных и льяльных вод также определяются с помощью лабораторной установки СКЛАВ-1?
2. Как определить содержание нефтепродуктов в льяльной и балластной воде?

3. Назовите основные химические реагенты, используемые при проведении анализов с помощью установки лаборатории СКЛАВ-1.
4. Порядок определения содержания нитратов в котловой воде.
5. Что такое «титрование»? В чем смысл этого процесса?
6. В чем сущность метода определения жесткости воды?
7. В чем сущность метода определения ионов хлора в исследуемой воде?
8. В чем сущность метода определения содержания антикоррозионной присадки в испытываемой воде?
9. В чем сущность определения содержания кислорода в пробе испытываемой воды?
10. Какова причина необходимости постоянного контроля содержания кислорода в используемой пресной воде?
11. Порядок определения фосфатов в котловой воде.
12. Порядок определения щелочности котловой воды.
13. Как осветлить котловую воду?
14. Объясните с помощью рисунка-схемы установки СКЛАВ-1 порядок определения содержания растворенного кислорода в пробе воды.
15. Почему необходимо приобретение знаний, умений и навыков проведения исследований с помощью лаборатории СКЛАВ-1?
16. Каков порядок приведения установки лаборатории СКЛАВ-1 к работе?
17. Каков порядок приведения лаборатории СКЛАВ-1 в исходное состояние после проведения лабораторных исследований?

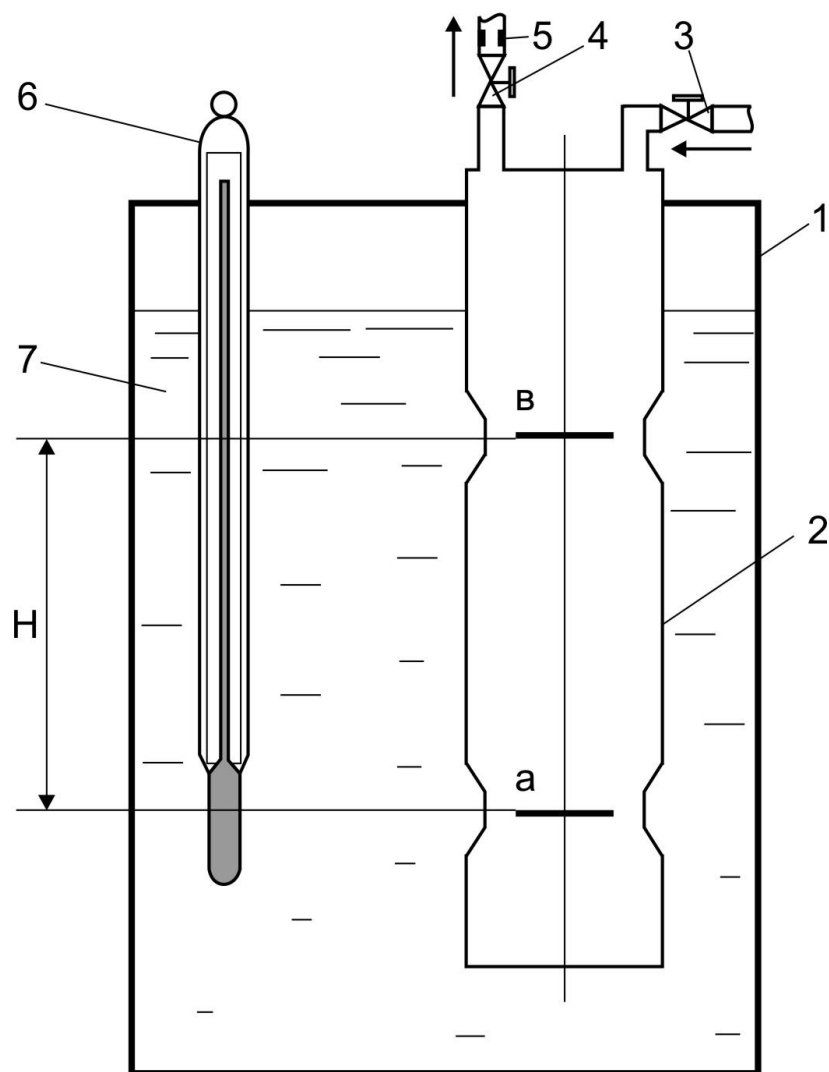
10. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ГАЗА С ПОМОЩЬЮ ЭФФУЗИОМЕТРА

10.1. Цель работы

Целью работы является практическое изучение экспериментального метода определения плотности испытуемого газа.

10.2. Описание экспериментальной установки и метода исследования

2.1 Для экспериментального определения плотности газа может быть использован эффузиометр Бунзена-Шиллинга (рисунок 10.1) [6].



1 – стеклянный стакан; 2 – мерный фигурный цилиндр; 3 – кран подвода газа;
4 – кран отвода газа; 5 – капилляр (платиновый); 6 – термометр; 7 – затворная жид-
кость

Рисунок 10.1 – Схема эффузиометра Бунзена – Шиллинга.

Плотность испытуемого газа определяется сравнением времени истечения контрольного объема, заполняемого известным газом, например воздухом, и испытуемым газом

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \left(\frac{\tau_1}{\tau_2} \right)^2, \quad (1)$$

где ρ_1 и ρ_2 - плотности известного и испытуемого газов, кг/м³;
 τ_1 и τ_2 - время истечения известного и испытуемого газов, с.

Обоснование метода. При вытеснении затворной жидкостью (маслом минеральным, водой) контрольного объема в фигурном стакане, заполненном известным или испытуемым газом, расходуется одно и то же количество потенциальной энергии

$$E_{n1} = E_{n2} = E_n = \rho_{ж} \cdot g \cdot H,$$

где $\rho_{ж}$ - плотность затворной жидкости, кг/м³;
 g - ускорение свободного падения, м²/с;
 H - высота между отметками, м.

При истечении газа через капилляр потенциальная энергия преобразуется в кинетическую, при этом

$$E_{к1} = E_{к2}, \text{ или } \frac{\rho_1 u_1^2}{2} = \frac{\rho_2 u_2^2}{2}, \quad (2)$$

где ρ_1 и ρ_2 - плотности известного и испытуемого газов, кг/м³;
 u_1 и u_2 - скорости движения через капилляр известного и испытуемого газов, м/с.

Скорости движения газов через капилляр определяются по формуле

$$u = \frac{V}{f \cdot \tau}, \quad (3)$$

где V - контрольный объем газа в фигурном стакане, м³;
 f - площадь поперечного сечения капилляра, м²;
 τ - время истечения контрольного объема через капилляр, с.

Подставляя u_1 и u_2 из уравнения (3) в уравнение (2), получим расчетную зависимость (1), откуда

$$\rho_2 = \rho_1 \left(\frac{\tau_2}{\tau_1} \right)^2. \quad (4)$$

10.3. Порядок выполнения работы

В течение 15...20 секунд продуть полости фигурного стакана 2 (рис. 10.1), для чего открыть краны 4 и 3 и подать в полость известный газ. Закрывать кран 4. При закрытом кране 4 заполнить полость фигурного стакана известным газом, вытесняя затворную жидкость до риски «а». Закрывать кран 3. Измерить температуру затворной жидкости термометром 6. Открыть кран 4 и измерить время истечения через капилляр контрольного объема известного газа τ_1 (уровень затворной жидкости перемещается от риски «а» к риску «в»). Выполнить аналогично продувку и заполнение полости фигурного стакана испытуемым газом. Определить время истечения контрольного объема испытуемого газа τ_2 .

10.4. Обработка результатов

Используя справочные данные определить плотность известного газа ρ_1 при замеренной температуре затворной жидкости. Пользуясь уравнением (4), определить плотность исследуемого газа.

10.5. Оформление результатов работы

Все результаты опытов заносятся в протокол испытаний. Оформление результатов работы выполняется согласно требованиям раздела 1.

10.6. Контрольные вопросы

1. Какую роль при проведении эксперимента играет «затворная жидкость»?
2. Для чего необходимо измерять температуру затворной жидкости при проведении эксперимента?
3. Можно ли использовать в качестве «известного газа» атмосферный воздух?
4. Можно ли с помощью эффузиометра Бунзена-Шиллинга определять состав газовой смеси?
5. Какова цель лабораторной работы?
6. В чем сущность работы эффузиометра Бунзена-Шиллинга?
7. Как определить плотность известного газа?
8. Каков порядок выполнения лабораторной работы?
9. Имеет ли значение величина плотности затворной жидкости?
10. Как определяется скорость движения газов через капилляр?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 2.105-95. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам; Введ. 01.07.1997.-К.: Госстандарт Украины, 1996.-36с.
2. Судовая комплектная лаборатория СКЛАМТ-1: Паспорт и инструкция по эксплуатации.- Ужгород, 1984.-26с.
3. Эксплуатационнику магистральных газопроводов./ А.В. Громов и др.-М.: Недра, 1987.-176с.
4. Судовая комплектная лаборатория СКЛАВ-1: Паспорт и инструкция по эксплуатации.- Ужгород, 1984.-22с.
5. Гулин Е.И. Справочник по горючесмазочным материалам в судовой технике/ Е.И. Гулин, В.А. Сомов, И.М. Чечет.- Л.: Судостроение, 1981.- 320с.
6. Ваня Я. Анализаторы газов и жидкостей: Пер. с чеш./ Я. Ваня; Под ред. А.С. Арутюнова. - М.: Энергия, 1970 .- 552с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

Образец заполнения титульного листа

Министерство образования и науки Украины
Севастопольский национальный технический университет

ОТЧЕТ
ПО ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ
по дисциплине «Технология подготовки и
использования рабочих сред»

Выполнил: ст.гр. ЭД-31д
Иванов И.А.
Проверил: доцент
Петров Б.М.

Севастополь
2006

ПРИЛОЖЕНИЕ Б (обязательное)

Подготовка лаборатории СКЛАМТ к работе

Проверить положение предохранителя на соответствие напряжению сети. Включить лабораторию в сеть переменного тока напряжением 220 или 127 В. Включение и выключение электросети лаборатории производится автоматически при открывании и закрывании правой дверцы лаборатории.

Открыть дверцы лаборатории, выдвинуть лабораторный столик вперед и зафиксировать дверцы фиксаторами (фиксаторы вставляются в специальные отверстия на рабочем столике).

Установить посуду и приборы на полках и дверцах лаборатории в соответствии со схемой (рисунок 2.1).

Проверить правильность соединения полиэтиленовых емкостей с трехходовым краном.

Заполнить емкости лаборатории соответствующими реактивами, для чего открыть верхнюю панель, отвернуть пробки и, наклоня емкости, заполнить их через воронку. Следует обратить внимание на то, чтобы в емкость для керосина не попала вода.

Проверить поступление жидкостей через трехходовой кран.

В помещении, где проводится работа с нефтепродуктами, запрещается пользоваться открытым огнем.

На рабочем месте и около него запрещается хранить горючие вещества, кроме пробы, с которой проводятся работы.

Использованные жидкости должны выливаться в сточную цистерну.

У рабочего места должен находиться огнетушитель.

Следует соблюдать особую осторожность при работе с гидридом кальция, не допуская попадания на кожу рук. При попадании гидрида кальция на кожу необходимо протереть это место чистой ветошью и только после полного удаления гидрида кальция вымыть водой с мылом.

Установить лабораторию на рабочий стол. При установке лаборатории обеспечить корпусу жесткий упор снизу.

ПРИЛОЖЕНИЕ В (обязательное)

Подготовка лаборатории СКЛАВ к работе

Установить лабораторию на рабочий стол. При установке лаборатории обеспечить корпусу жесткий упор снизу.

Проверить положение предохранителя на соответствие напряжению сети. Включить лабораторию в сеть переменного тока напряжением 220 или 127 В. Включение и выключение электросети лаборатории производится автоматически при открывании и закрывании правой дверцы лаборатории.

Открыть дверцы лаборатории, выдвинуть лабораторный столик вперед и зафиксировать дверцы фиксаторами (фиксаторы вставляются в специальные отверстия на рабочем столике).

Установить посуду и приборы на полках и дверцах лаборатории в соответствии со схемой (рисунок 8.1).

Открыть верхнюю панель лаборатории и заполнить емкости растворами в соответствии с надписями.

Расположить емкости в той последовательности, в какой расположены бюретки на верхней панели: первое гнездо - трилон Б; второе - серная кислота; третье - раствор азотнокислой ртути и т.д.

Закрыть емкости соответствующими крышками.

Попавшую на руки кислоту или щелочь необходимо смыть сильной струей воды. При попадании кислоты в глаза необходимо промыть их 2%-ным раствором соды. При попадании щелочи в глаза необходимо промыть их 2%-ным раствором борной кислоты.

Пролитый раствор азотнокислой ртути необходимо собрать ветошью, руки промыть сильной струей воды, а ветошь выбросить.

Работать с четыреххлористым углеродом необходимо в месте, где происходит интенсивная вентиляция воздуха; остатки экстракта и воду, из которой производилось экстрагирование, вылить в раковину и смыть сильной струей воды.

Пролитый четыреххлористый углерод собрать ветошью и вымыть руки. Ветошь выбросить.

Хранить четыреххлористый углерод необходимо под слоем воды.

Заказ № _____ от « _____ » _____ 200 ____ . Тираж _____ экз.

Изд-во СевНТУ

