

Главное управление по образованию Могилевского облисполкома  
Учреждение образования  
«Могилевский государственный профессиональный лицей № 7»

**МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА  
ОТКРЫТОГО УЧЕБНОГО ЗАНЯТИЯ  
ПО УЧЕБНОМУ ПРЕДМЕТУ «ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ»  
(квалификация 3-54 01 51-53 «Лаборант химического анализа» 3-го разряда)**

**«ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕННОЙ ЖЕСТКОСТИ ВОДЫ»**

Петрожицкая Снежана Николаевна,  
мастер производственного обучения,  
без квалификационной категории

Возраст учащихся:  
15 лет и старше

*Апробировано 26.03.2020 в учебной группе ТВ-22 по специальности 3-54 01 51  
«Лабораторные исследования и измерения в производстве (по направлениям),  
квалификации 3-54 01 51-53 «Лаборант химического анализа» 3-го разряда*

**Специальность:** 3-54 01 51 «Лабораторные исследования и измерения в производстве (по направлениям)»

**Квалификация:** 3-54 01 51-53 «Лаборант химического анализа» 3-го разряда

**Дата:** 26.03.2020

**Учебная группа:** ТВ-22

**Тема программы №7:** Освоение титриметрического (объемного) анализа

**Тема урока №23:** Определение временной жесткости воды

**Цели урока:**

**-обучения:** формирование первоначальных умений и навыков определения временной жесткости анализируемой воды; совершенствование рабочих приемов и навыков титрования;

**-воспитания:** содействие воспитанию профессионально-значимых качеств личности лаборанта: внимания, аккуратности, ответственности за качественное выполнение работы;

**-развития:** создание условий для развития навыков общения, речевой и мыслительной деятельности, для развития творческого потенциала и интереса к получаемой профессии;

**-методическая цель:** апробировать использование элементов игровых и информационно-коммуникационных технологий.

**Тип урока:** учебное занятие по освоению и отработке трудовых приемов и операций.

**Место проведения:** учебная лаборатория.

**Методы обучения:** словесный, наглядный, практический.

**Формы организации деятельности учащихся на уроке:** фронтальная, индивидуальная, коллективная.

**Межпредметные связи:** «Химический анализ»; «Материаловедение», «Оборудование лабораторий», «Охрана труда».

**Материально-техническое оснащение урока**

Я.А. Гурвич «Химический анализ: Учебник для средних ПТУ». - М.: Высш.шк., 1985, мультимедийная презентация, мультимедийная установка, плакат «Титрование», инструкционно-технологическая карта, тест «Определение временной жесткости воды», лабораторный штатив, химическая посуда (мерные колбы, конические колбы, пипетки, бюретки и др.), проба анализируемой воды, 0.1 Н раствор соляной кислоты (рабочий раствор), метилоранж (индикатор).

### **Ход урока**

#### **1. Организационная часть (2 мин)**

1.1 Приветствие и построение группы, проверка присутствия учащихся на уроке

1.2 Проверка готовности учащихся к уроку (наличие спецодежды, рабочих тетрадей, письменных принадлежностей)

#### **2. Вводный инструктаж (50 мин)**

2.1 Мотивация предстоящей учебной деятельности

2.1.1 Сообщение темы и обсуждение целей урока

2.2 Деление подгруппы на команды «Пипетки» и «Бюретки»

2.3 Актуализация опорных знаний учащихся по теме программы: «Титриметрический (объемный) анализ»

2.3.1 Задание 1

Вариант 1. Из предложенной лабораторной посуды выбрать посуду для титриметрического анализа и рассказать о ее предназначении (Приложение 1)

Вариант 2. Собрать лабораторный штатив и рассказать из каких элементов он состоит (Приложение 2)

Максимальное количество баллов - 5.

2.3.2 Задание 2

Составить последовательность выполнения титрования из предложенных карточек (Приложение 3)

Максимальное количество баллов - 10.

2.3.3 Задание 3. Фронтальный опрос с опорой на мультимедийную презентацию (Приложение 4):

- Что такое жесткость воды? (свойство воды, обусловленное наличием в ней солей кальция и магния);

- Какая вода называется мягкой, жесткой? (мягкая – 2 мг-экв/л и менее, жесткая – более 10 мг-экв/л);

-Какие виды жесткости воды существуют? (временная (карбонатная), постоянная (некарбонатная), общая (сумма временной и постоянной));

- Какие способы устранения жесткости воды вы знаете? (кипячение, добавление соды);

2.3.4 Задание 4. Выполнение тематического теста «Определение временной жесткости воды». Максимальная оценка 10 баллов (Приложение 5)

2.4 Формирование ориентировочной основы предстоящей учебной деятельности.

2.4.1 Раскрытие цели, задач, содержания, условий предстоящих трудовых действий.

2.5 Определение перечня необходимого оборудования, инструмента, приспособлений для определения временной жесткости в соответствии с инструкционно-технологической картой (Приложение 6).

2.6 Показ и объяснение способов выполнения отдельных приемов определения временной жесткости.

Важной стадией является отбор проб. Приемы и порядок отбора проб, подготовка к анализу регламентируется ГОСТом.

Бюретку заполняют рабочим раствором 0.1 Н раствора соляной кислоты до нулевого деления так, чтобы не было пузырьков воздуха. Исследуемую пробу воды (100 мл) переносят количественно в коническую колбу, добавляют 1-2 капли метилоранжа (индикатор) и оттитровывают стандартным раствором HCl (до появления исчезающей бледно-розовой окраски).

Карбонатную (временную) жесткость воды вычисляют по формуле:

$$J_{\text{карб.}} = \frac{C(\text{HCl})V(\text{HCl}) \cdot 1000}{V(\text{H}_2\text{O})}$$

2.7 Объяснение и демонстрация последовательности выполнения действий в замедленном темпе.

2.8 Раскрытие безопасных приемов работы при титровании (работа со стеклом; соблюдение правил безопасности при работе с соляной кислотой).

2.9 Требования к организации рабочего места при определении временной жесткости воды.

2.10 Требования безопасности труда при работе с инструментами, оборудованием и материалами (Приложение 7).

2.11 Характеристика видов ошибок, причин и мер их предупреждения

2.12 Подведение итогов вводного инструктажа.

2.13 Промежуточная рефлексия.

2.14 Сообщение учебно-производственных заданий (определить временную жесткость воды), норм времени, распределение учащихся по рабочим местам.

### **3. Самостоятельная практическая деятельность учащихся (текущий инструктаж) (143 мин)**

3.1 Самостоятельная работа учащихся по выполнению индивидуальных заданий.

3.2 Обходы мастером п.о. рабочих мест учащихся с целью наблюдения и контроля:

- за своевременным началом выполнения учебной работы;
- соблюдением последовательности технологических операций;
- выполнением требований безопасности труда;
- правильным и рациональным применением инструментов и приспособлений;
- осуществлением самоконтроля.

3.3 Осуществление индивидуального инструктирования учащихся, а при необходимости оказание помощи учащимся в выполнении работ.

### **4. Заключительный инструктаж (45 мин)**

4.1 Сравнительный анализ результатов выполненных работ учащимися (Согласно критериям оценки) (Приложение 8);

4.2 Разбор типичных ошибок в работе, выяснение причин их возникновения, обсуждение способов их устранения;

4.3 Повторение показа приемов (мастером п.о. или лучшими учащимися), при выполнении которых учащиеся допустили наибольшее количество ошибок.

4.4 Ответы на вопросы учащихся, возникшие в процессе занятия.

4.5 Подведение итогов работы и оценки степени достижения учебных целей.

4.6 Рефлексия отношения к учебной деятельности и ее организации с использованием метода «SMS-сообщение» (Приложение 9).

4.7 Выдача домашнего задания (повторить приготовление рабочих растворов, установление титра).

Мастер производственного обучения-----С.Н. Петрожицкая

*План урока по учебному предмету разработан на основании следующих учебно-методических пособий:*

- 1. Лукьянович А.В. Методика производственного обучения: учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-08 01 01 «Профессиональное обучение (по направлению)»: в 3ч./А.В.Лукьянович.- Минск: БНТУ, 2014.- 41.- 58С.*
- 2. Методика производственного обучения : учеб.-метод. пособие/Л.Л. Молчан (и др.); сост. Л.Л. Молчан, А.Д. Лашук. – 2-е изд., стер.- Минск : РИПО, 2011. 192 с.*

## Посуда для титриметрического анализа и ее предназначение

### МЕРНАЯ ПОСУДА

#### 2. МЕРНЫЕ КОЛБЫ

Используют для приготовления точных растворов при проведении аналитических работ

Бывают:

- со шлифом
- без шлифа
- разных объемов (25-2000 мл)



20

### МЕРНАЯ ПОСУДА

#### 3. ПИПЕТКИ

Пипетки служат для точного отмеривания определенного объема жидкости

Пипетки бывают:

- простые (пипетки Мора)
- градуированные



Для наполнения пипеток используют резиновые груши и насосы

21

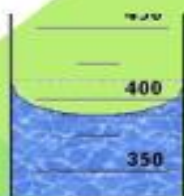
# МЕРНАЯ ПОСУДА

## 4. БЮРЕТКИ

Бюретки применяют для титрования, измерения точных объемов жидкости

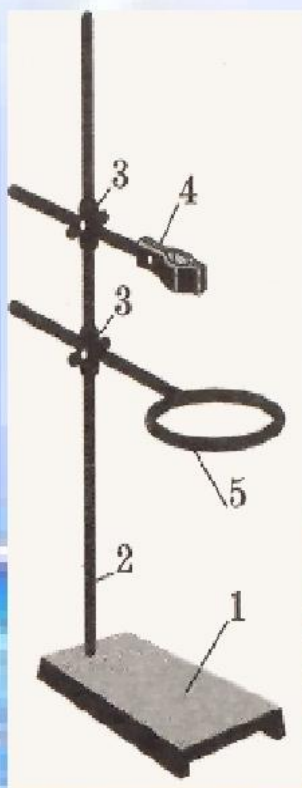
Бывают

- с краном
- с зажимом Мора
- с бусиной



- неправильно  
- правильно





### **Лабораторный штатив** для закрепления посуды во время работы

**Подставка** – массивная часть штатива, придаёт устойчивость штативу.

**Стержень** – ввинчен в подставку, к нему прикрепляются лапка и кольцо.

**Муфты** – укрепляют лапку и кольца на стержне.

**Лапка** – служит для закрепления пробирки или небольшой колбы.

**Кольцо** – на нём можно установить чашку для выпаривания, на асбестовой сетке стакан или колбу.



## **ПРАВИЛА ТИТРОВАНИЯ**

- 1** Бюретку ополоснуть дистиллированной водой
- 2** Бюретку ополоснуть рабочим раствором
- 3** Удалить пузырьки воздуха из кончика бюретки
- 4** Титрант (раствор с известной концентрацией вещества) помещают в бюретку до нулевой отметки
- 5** Анализируемый раствор помещают в коническую колбу для титрования
- 6** Добавляют индикатор
- 7** Постепенно приливают по каплям раствор титранта к раствору анализируемого вещества (проводят титрование)
- 8** По изменению окраски индикатора фиксируют точку эквивалентности
- 9** Проводят измерение объема титранта, пошедшего на титрование
- 10** Проводят расчеты

### Мультимедийная презентация по теме «Определение временной жесткости воды»

**Слайд 3 Вода** – это суть всего живого на Земле. Она активно участвует в обмене веществ и насыщает организм кальцием, магнием, железом и другими минералами.

Количество и качество воды определяют, какой будет жизнь человека. Поэтому контроль качества воды приобретает особую актуальность. Одним из показателей качества воды является ее жесткость.

**Слайд 4 ЖЕСТКОСТЬ ВОДЫ**-совокупность химических и физических свойств воды, связанных с содержанием в ней растворенных солей щелочноземельных металлов, главным образом, кальция и магния.



**Слайд 5** Причина лежит под землей. А если точнее, в залежах пород: гипса, известняка, доломитов. **Подземные воды** растворяют в себе эти породы. В воде появляются **катионы кальция и магния и других металлов**, которые вступают **в реакцию с анионами** и непосредственно влияют на **жесткость**. Поэтому в подземных источниках и в скважине жесткая вода. Пресная вода в поверхностных источниках мягче подземных. Однако большую жесткость поверхностные воды имеют в зимний период. Но с наступлением весны в них поступают талые воды и снижают жесткость.

**Слайд 6 Виды жесткости воды:**

- **Временная (карбонатная) жесткость**

Обусловлена присутствием в воде гидрокарбонатов кальция и магния  
 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$

- **Постоянная (некарбонатная) жесткость**

Обусловлена присутствием в воде сульфатов, хлоридов Ca и Mg  
 $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{MgCl}_2$

- **Общая жесткость** включает в себя временную и постоянную

**Слайд 7 В НАШЕЙ СТРАНЕ ЖЕСТКОСТЬ ВОДЫ ВЫРАЖАЕТСЯ В МИЛЛИГРАММАХ-ЭКВИВАЛЕНТАХ НА ЛИТР (МГ-ЭКВ/Л)**

- Мягкая вода (2 мг-экв/л и менее)
- Средняя (от 2 до 10 мг-экв/л)
- Жесткая (более 10 мг-экв/л)

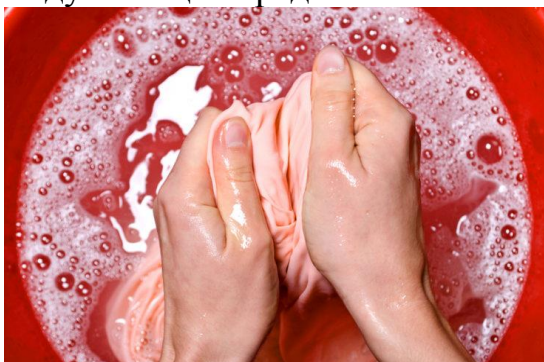
Допустимый предел жесткости для централизованного водоснабжения - 7 мг-экв/л

**Слайд 8 Влияние жесткости на качество воды:**

- Высокая жесткость ухудшает органолептические свойства питьевой воды, придавая ей горьковатый вкус
- Оказывает отрицательное действие на органы пищеварения
- Способствует образованию камней в почках и желчных путях



**Слайд 9** При взаимодействии солей жесткости с моющими веществами происходит образование «мыльных шлаков» в виде пены. Это приводит к значительному перерасходу моющих средств.



**Слайд 10** Соли Ca и Mg, осаждаясь на нагревательных элементах, образуют твердые известковые отложения (накипь) и наносят огромный вред оборудованию

- Бойлерам
- Посудомоечным и стиральным машинам
- Электрочайникам и кофеваркам
- Котельному оборудованию



**Слайд 11 Все связано со всем(Один из четырех законов Коммонера)**  
И раз уж природа придумала жесткую воду, значит это для чего-то нужно?!  
Известкование в природе - это:



**Слайд 12** Морские раковины, ракушки, кораллы, панцири морских обитателей



**Слайд 13** Образование известковых горных пород (мрамор, известняк, мел, ракушечник)



**Слайд 14** Сталактитовые, сталагмитовые пещеры и другие уникальные природные шедевры



**Слайд 15** Способы устранения временной жесткости  
Термический метод:

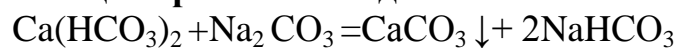
► **Кипячение**

Растворимые гидрокарбонаты переходят в нерастворимые карбонаты (осадок)

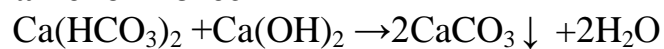


**Химический метод:**

- **Добавление кальцинированной соды**



- **Добавление гашеной извести**



**Слайд 16** Жесткость воды можно измерить при помощи карманных приборов. Сфера применения данных приборов: измерение жесткости в водопроводной воде, дачных скважинах, колодцах, аквариумах, бассейнах.



**Тематический тест**  
**Тема: «Определение временной жёсткости воды»**

№	Вопросы	Ответы	Вариант ответа
1	Что такое жесткость воды?	А) Свойство воды, обусловленное наличием в ней растворимых солей кальция и магния Б) Вода с содержанием в ней сульфитов кальция и магния <b>В) Совокупность химических и физических свойств воды, связанных с содержанием и наличием в ней растворенных солей щелочноземельных металлов, главным образом, кальция и магния</b>	
2	Какими солями обусловлена временная жесткость воды?	А) $\text{CaSO}_4$ , $\text{MgSO}_4$ <b>Б) <math>\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2</math>, <math>\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2</math></b> В) $\text{MgCl}_2$ , $\text{BaCl}_2$	
3	В каких единицах измеряется жесткость воды?	А) В градусах Б) В процентах <b>В) В мг-экв/л</b>	
4	Укажите пределы показаний мягкой воды?	<b>А) Менее 2</b> Б) Выше 10 В) От 2 до 10	
5	Какая жесткость уменьшается при кипячении?	А) постоянная <b>Б) карбонатная</b> В) некарбонатная	
6	Какой способ титрования применяется при определении временной жесткости воды?	А) прямой <b>Б) кислотно-основной</b> В) косвенный	
7	Временная жесткость воды обусловлена наличием	<b>А) гидрокарбонатами кальция и магния</b> Б) сульфатами кальция и магния В) хлоридами кальция и меди Г) хлоридами и гидрокарбонатами кальция и магния Д) сульфатами и хлоридами кальция и магния	
8	Выберите уравнение реакций, в результате которых устраняется временная жесткость	А) $\text{CaSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ <b>Б) <math>\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 = \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}</math></b> <b>В) <math>\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 = \text{MgCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}</math></b> Г) $\text{MgCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{MgCO}_3 + 2\text{NaCl}$ Д) $\text{FeSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{FeCO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$	
9	Как смягчить воду с временной жесткостью?	А) добавить известковую воду <b>Б) кипячением</b> В) использовать иониты <b>Г) добавить кальцинированную соду</b> Д) добавить уксус	
10	Отметьте ионы, обуславливающие жесткость воды	А) $\text{CO}_3^{2-}$ Б) $\text{K}^+$ <b>В) <math>\text{Ca}^{2+}</math></b> <b>Г) <math>\text{Mg}^{2+}</math></b> Д) $\text{Na}^+$	

Критерии оценки

«1» балл за каждый правильный вариант ответа на поставленный вопрос

«0.5» балла за 1 правильный ответ на вопросы №8,9,10

Максимальное количество баллов-10.

**Инструкционно-технологическая карта**  
**Тема: «Определение временной жесткости воды»**

Наименование операции	Выполнение анализа	Оборудование и реактивы	Рисунок
1. Ополаскивание мерной колбы анализируемой водой	Ополаскиваем мерную колбу емкостью 100мл 2-3 раза анализируемой водой	Мерная колба 100мл (2-3шт)	
2. Заполнение мерной колбы анализируемой водой до метки	Мерную колбу наполняем водой до метки	Мерная колба 100мл (2-3шт)	
3. Перенос воды из мерной колбы в коническую колбу	Всю воду переносим из мерной колбы в коническую колбу	Мерная колба 100 мл (2-3шт), колба коническая (2-3шт)	
4. Прибавление индикатора метилоранж в воду	1-2 капли метилоранжа прибавляем в коническую колбу с водой	Колба коническая, метилоранж (индикатор)	
5. Оттитровывание воды стандартным раствором HCl	Титруем стандартным раствором HCl (до появления исчезающей бледно-розовой окраски раствора)	Коническая колба, раствор HCl (0.1Н)	
6. Вычисление по формуле	Жесткость воды численно равна количеству мл раствора кислоты, израсходованного на титрование	Расчеты: C(HCl), V(HCl), V(H <sub>2</sub> O)	$Ж_{карб.} = \frac{C(HCl)V(HCl) \cdot 1000}{V(H_2O)}$



## **БТ ПРИ ТИТРОВАНИИ И ПРИ РАБОТЕ СО СТЕКЛЯННОЙ ПОСУДОЙ**

1. **Освободить рабочее место** от ненужных предметов и материалов.
2. Четко **определить последовательность** и правила безопасности проведения работы.
3. **Проверить наличие и надежность** стеклянной посуды, целостность.
4. **Запрещается** использовать посуду, имеющую **трещины** или **отбитые края**.
5. Со стеклянной посудой нужно **обращаться бережно**, не класть на край стола, не задевать локтями, рукавами халата.
6. Во время мытья стеклянной посуды помнить, что **стекло хрупкое** и **мыть** нужно **осторожно**.
7. **При сборке** приборов, при укреплении колб и бюреток в штативе, **применять повышенные усилия запрещается**.
8. **Недопустимо** убирать **осколки** разбитой посуды **незащищенными руками!** Осколки стекла необходимо убирать с помощью щетки и совка.
9. В случае небольшого **пореза** надо осмотреть рану (удалить осколки), **промыть** ее и **обработать** 3%-ным раствором перекиси водорода или смазать края 3%-м спиртовым раствором йода и забинтовать.
10. **После окончания работы** посуду необходимо тщательно вымыть и **сполоснуть дистиллированной водой**. *Следует мыть посуду после окончания работы, а не перед началом!*
11. При работе с **кислотами и щелочами** необходимо соблюдать **меры предосторожности**. При попадании на кожу необходимо мыть струей воды. Затем обработать 2% раствором соды (если ожог кислотой), или 1% раствором уксусной кислоты (если ожог щелочью).
12. При использовании **пипетки** пользоваться **грушей** (ртом засасывать жидкость категорически запрещается).



**КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ**  
**при проведении открытого урока производственного**  
**обучения по теме учебной программы**  
**«Определение временной жесткости воды»**

Отметка за выполнение заданий выставляется с применением следующих шкал: шкала, определяющая максимальное количество баллов за каждое задание (шкала 1) и шкала перевода суммарного количества баллов, полученных учащимися за выполнение заданий (шкала 2), в отметки по десятибалльной системе.

*Шкала 1*

Шкала, определяющая максимальное количество баллов за каждое задание

Задание	Максимальное количество баллов за выполнение задания
1	5
2	10
3	10
4	10
максимальный балл - 35	

*Шкала 2*

Шкала перевода суммарного количества баллов, полученных учащимися за выполнение заданий, в отметки по десятибалльной системе

Количество баллов, полученных учащимися	Отметка по десятибалльной шкале за результаты учебной деятельности учащихся
6	3
7-9	4
10-14	5
15-17	6
18-24	7
25-29	8
30-34	9
35	10

### Рефлексия «SMS-сообщение»

Учащимся предлагается составить смс-сообщение, с помощью смайликов.

**Задание:** *Расскажите вашему другу, как прошел наш урок?*

*Поделитесь впечатлениями.*

(на бумажных сотовых телефонах написать смс в виде смайликов) своему другу.



набор смайликов:

☺	отлично, познавательно
☹	так себе, ничего нового
☹	плохо, неинтересно