

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 08.08.2016 09:16:31
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра химии



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О. Г. Локтионова

2013 г.

ЖЁСТКОСТЬ ВОДЫ И МЕТОДЫ ЕЁ УМЯГЧЕНИЯ

Методические указания к самостоятельной работе
по дисциплине "Химия" для студентов нехимических
специальностей

Курск 2013

УДК 546

Составители: И. В. Савенкова, Ф.Ф. Ниязи

Рецензент

Кандидат химических наук, доцент *В. С. Мальцева*

Жёсткость воды и методы её умягчения: методические указания к самостоятельной работе по дисциплине "Химия" для студентов нехимических специальностей / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: И. В. Савенкова, Ф.Ф. Ниязи Курск, 2013. 18с. Библиогр.: с. 3.

Излагаются методические материалы по оценке жёсткости воды и методам её умягчения, представлены лабораторная работа по данной теме и индивидуальные задания для студентов.

Предназначены для студентов нехимических специальностей.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать /4.05.13. Формат 60x84 1/16.
Усл.печ. л. 0,8 Уч.-изд. л. 0,8 Тираж 100 экз. Заказ. Бесплатно. 350
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ

1. Жёсткость воды и причины её образования. Единицы измерения жёсткости.
2. Виды жёсткости: временная, постоянная, общая, карбонатная и некарбонатная. Какими ионами они обусловлены?
3. Влияние жёсткости на рН воды.
4. Негативные последствия использования жёсткой воды в промышленности.
5. Основные методы умягчения промышленных вод. Чем руководствуются при их выборе?
6. Термический метод умягчения воды. Его достоинства и недостатки.
7. Реагентные методы, используемые для умягчения воды. Какие химические процессы происходят при умягчении воды методом: а) известкования; б) фосфатирования; в) содовым; г) добавлением гидроксида натрия?
8. Умягчение воды ионнообменным методом.
9. Ионнообменная емкость катионита и анионита. В каких единицах она выражается? От каких факторов зависит?
10. Почему для регенерации катионита его промывают раствором хлористого натрия, а затем водой? Можно ли регенерировать катионит, промывая его раствором хлористого магния?

Библиографический список

1. Коровин Н.В. Общая химия. М.: Высш. шк., 2007 г.
2. Задачи и упражнения по общей химии / Под ред. Н.В. Коровина. М.: Высш. шк., 2004 г.
3. Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. М.: Интеграл-прес, 2002 г.
4. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. М.: Высш. шк., 2006 г.

Жесткость воды – это совокупность свойств, обусловленных содержанием в воде ионов кальция и магния.

Питьевая вода с повышенной жесткостью обладает горьковатым привкусом. Употреблять такой вид воды опасно для организма, поскольку она нарушает работоспособность органов пищеварения и влияет на организм в целом. В домашнем хозяйстве данная вода способна вывести из строя такие приборы как чайник, стиральная машина и бойлер. Она способствует засорению, а также разрушает сантехнические трубы. В жесткой воде хуже растворяются вещества, не мылится мыло.

Единицы измерения жесткость - ммэкв/л.

По величине жесткости вода классифицируется:

менее 4 ммэкв/л - вода мягкая,

4-8 ммэкв/л – вода средней жесткости,

8-12 ммэкв/л – вода жесткая,

более 12 ммэкв/л – вода очень жесткая.

Жесткость бывает общая, карбонатная, некарбонатная, кальциевая, магниевая.

Суммарная концентрация ионов кальция и магния называется **общей жесткостью**.

Карбонатная жесткость обусловлена наличием гидрокарбонатов кальция и магния, не карбонатная – наличием в воде солей кальция и магния, кроме гидрокарбонатов.

$$Ж_{\text{общ}} = Ж_{\text{карб}} + Ж_{\text{некарб}}$$

Жесткость, обусловленная наличием в воде только солей кальция, называется кальциевой, а обусловленная наличием в воде только солей магния – магниевой.

2. Методы умягчения воды:

1) **термический**:

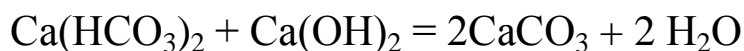
нагреванием удаляют гидрокарбонаты:



2) реагентный:

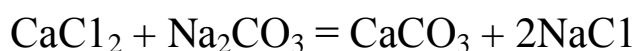
- **известковый**

устраняют карбонатную жесткость введением $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в количестве необходимом для полной нейтрализации гидрокарбонатов:



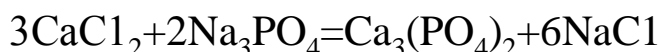
- **содовый**

устраняют некарбонатную жесткость добавлением соды, при этом растворимые соли жесткости переводятся в нерастворенное состояние:



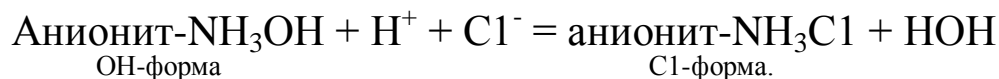
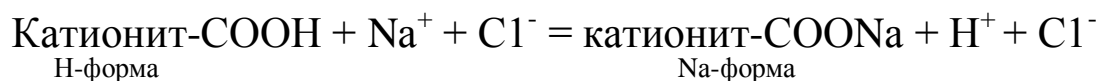
- **фосфатный**

устраняют некарбонатную жесткость добавлением фосфатов, при этом растворимые соли жесткости переводятся в нерастворенное состояние:



3) **ионообменный**

используют не растворимые полимеры (сорбенты) искусственного или натурального происхождения, содержащие функциональные группы, способные связывать либо катионы с высвобождением ионов H^+ , либо анионов с высвобождением ионов OH^- . Первые называются катиониты, вторые – аниониты. Общее их название иониты.



Лабораторная работа

«Жесткость воды и методы её устранения»

Для определения жесткости воды применяют титриметрический анализ, в частности общую жесткость определяют комплексонометрически, а карбонатную кислотно-основным титрованием.

ОПЫТ 1. Определение общей жесткости воды комплексонометрическим методом.

Отберите мерной пипеткой 100 мл воды и перенесите ее в колбу для титрования; добавьте к исследуемой воде 5 мл аммиачного буферного раствора и несколько кристалликов (на кончике шпателя) индикатора эриохрома черного Т.

Приготовленную пробу оттитруйте при постоянном перемешивании 0,05н. раствором комплексона (III) до перехода винокрасной окраски в синюю.

Повторите титрование еще раз. Если результаты двух титрований совпадут (разница объемов комплексона (III) пошедшая на титрование воды должна составлять 0,1-0,2 мл), то титрование можно прекратить. В противном случае оттитруйте пробу еще раз до получения сходимых результатов.

Найдите средний объем раствора комплексона (III), израсходованный на титрование и рассчитайте общую жесткость воды по формуле:

$$Ж_0 = \frac{C_{\text{н. комплексона}} * V_{\text{ср. комплексона}} * 1000}{V_{\text{H}_2\text{O}}}$$

Результат опыта запишите в таблицу 1.

Таблица 1

№ опыта	Объем исследуемой воды, мл.	Молярная концентрация эквивалентов комплексона (III), моль-экв/л	Объем раствора комплексона (III), мл.	Средний объем раствора комплексона (III), мл	Общая жесткость воды, ммоль-экв/л
1				V _{ср}	
2					

По полученным данным определите к какому типу воды по жесткости относится исследуемый Вами образец.

ОПЫТ 2. Определение карбонатной и некарбонатной жесткости воды.

Отберите мерной пипеткой 100 мл воды и перенесите ее в колбу для титрования. Добавьте к исследуемой воде 2 капли индикатора метилового оранжевого.

Приготовленную пробу оттитруйте, при постоянном перемешивании, 0,1н. раствором соляной кислоты до перехода желтой окраски индикатора в оранжевую.

Повторите титрование еще раз. Если результаты двух титрований совпадут (разница объемов HCl пошедшая на титрование воды должна составлять 0,1-0,2 мл), то титрование можно прекратить. В противном случае оттитруйте пробу еще раз. Найдите средний объем раствора соляной кислоты, израсходованный на титрование, и рассчитайте карбонатную жесткость воды по формуле:

$$J_k = \frac{C_{HCl} * V_{cp_HCl} * 1000}{V_{H_2O}}$$

Некарбонатную жесткость воды, находят по разности:

$$J_{нк} = J_0 - J_k$$

Результаты опыта запишите в таблицу 2.

Таблица 2

№ опыта	Объем исследуемой воды, мл	Объем раствора соляной кислоты, мл.	Средний объем раствора соляной кислоты, мл.	Молярная концентрация эквивалентов раствора, моль-экв/л	Жесткость воды.	
					Карбонатная, ммоль-экв/л	Некарбонатная, ммоль-экв/л
1						
2						

ОПЫТ 3. Умягчение воды различными методами.

Группа делится на 4 бригады. Каждая бригада выполняет свой метод умягчения воды:

1. Термический метод умягчения воды.

300-400 мл воды кипятить в течение 10 мину. Полученную воду отфильтровать. Из фильтрата отобрать мерной пипеткой 100мл воды и провести определение общей жесткости воды (методика опыта 1). Результаты опыта записать в таблицу 3.

2. Содовый метод умягчения воды

Объем добавляемого умягчителя рассчитывают по формуле:

$$V = \frac{J_0 + 1}{10 * 0,03},$$

где

J_0 (моль-экв/л) - общая жесткость, определенная в опыте 1

0,03- концентрация, добавляемого умягчителя

10 – коэффициент пересчета мл в л;

1 – избыток умягчителя

К 100 мл исследуемой воды добавить рассчитанное количество соды. Нагреть до температуры 40-50 °С. Раствор охладить и отфильтровать. В фильтрате определить общую жесткость воды (методика опыта 1).

Результаты опыта записать в таблицу 3.

3. Фосфатный метод умягчения воды

Объем добавляемого умягчителя рассчитывают по формуле:

$$V = \frac{Ж_0 + 1}{10 * 0,03},$$

где

Ж₀ (моль-экв/л) - общая жесткость, определенная в опыте 1

0,03- концентрация, добавляемого умягчителя

10 – коэффициент пересчета мл в л;

1 – избыток умягчителя

К 100 мл исследуемой воды добавить рассчитанное количество фосфата натрия. Полученный раствор отфильтровать. В фильтрате определить общую жесткость воды (методика опыта 1).

Результаты опыта записать в таблицу 3.

4. Ионообменный метод умягчения воды

Через колонку, заполненную катионитом, пропустите 300-400 мл жесткой воды. Умягченную воду соберите в стакан. Отберите 100 мл умягченной воды и определите общую жесткость умягченной воды (методика опыта 1). Результаты опыта запишите в таблицу 3.

Таблица 3.

№ опыта	Объем исследуемой воды, мл.	Молярная концентрация эквивалентов комплексона (III), моль-экв/л	Объем раствора комплексона (III), мл.	Средний объем раствора комплексона (III), мл	Общая жесткость воды после умягчения, ммоль-экв/л
1	100	0,01	V ₁	V _{ср}	
2	100	0,01	V ₂		

Процент умягчения для каждого метода определяем по формуле:

$$\% \text{ умягчения} = \frac{Ж_{исх} - Ж_{\text{после умягчения}}}{Ж_{исх}} * 100\%$$

Результаты записать в таблицу 4.

Таблица 4

№п/п	Метод умягчения воды	% снижения жесткости
1	Термический	
2	Содовый	
3	Фосфатный	
4	Ионообменный	

По данным таблицы 4 определяется наиболее эффективный метод умягчения воды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Н.С. Ахметов Общая и неорганическая химия, 4-е изд. испр. -М.: Высш. шк., 2001-730с.
2. Васильева З.Г., Грановская А.А., Таперова А.А. Лабораторные работы по общей и неорганической химии. Л.: Химия, 1986.

