

Министерство образования и науки Российской Федерации
Министерство образования и науки Кыргызской Республики

КЫРГЫЗСКО-РОССИЙСКИЙ СЛАВЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Устойчивое развитие окружающей среды и безопасность
жизнедеятельности»



ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ ВОДЫ

Методическое пособие по экологии

Бишкек 2018

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ ВОДЫ: Методическое пособие по экологии / Сост.: С.В.Абдиева., Р.М.Макиевская / Кыргызско-Российский Славянский университет. – Бишкек, 2018. – 9 с.

Изложена методика определения жесткости воды.

Составители: к.с-х.н.,доц. С.В.Абдиева.,к.с-х.н.,доц. Р.М.Макиевская

Рецензент- д.т.н.и.о.проф. *Е. М. Родина*

Рассмотрено кафедрой УСЖ
и рекомендовано к печати РИСО КРСУ

© КРСУ, 2018

Введение

Жесткостью называют свойство воды, обусловленное наличием в ней растворимых солей кальция и магния.

Химия жесткости

Понятие жесткости воды принято связывать с катионами кальция и в меньшей степени магния. В действительности, все двухвалентные катионы в той или иной степени влияют на жесткость. Они взаимодействуют с анионами, образуя соединения (соли жесткости), способные выпадать в осадок. Одновалентные катионы (например, натрий Na^+) таким свойством не обладают.

В таблице приведены основные катионы металлов, вызывающие жесткость, и главные анионы, с которыми они ассоциируются.

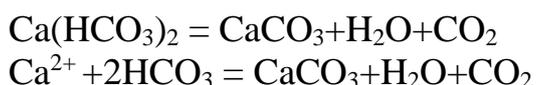
| Катионы | Анионы |
|----------------------------------|------------------------------------|
| Кальций (Ca^{2+}) | Гидрокарбонат (HCO_3^-) |
| Магний (Mg^{2+}) | Сульфат (SO_4^{2-}) |
| Стронций (Sr^{2+}) | Хлорид (Cl^-) |
| Железо (Fe^{2+}) | Нитрат (NO_3^-) |
| Марганец (Mn^{2+}) | Силикат (SiO_3^{2-}) |

На практике стронций, железо и марганец оказывают на жесткость столь небольшое влияние, что ими, как правило, пренебрегают. Алюминий и трехвалентное железо также влияют на жесткость, но при уровнях pH, встречающихся в природных водах, их растворимость и соответственно «вклад» в жесткость ничтожно малы. Аналогично, не учитывается и незначительное влияние бария.

Виды жесткости

Общая жесткость представляет собой сумму карбонатной и некарбонатной жесткости.

Карбонатная (временная) жесткость вызвана присутствием в воде гидрокарбонатов кальция и магния. При кипячении эти соли разрушаются, образующиеся при этом малорастворимые карбонаты выпадают в осадок, и жесткость уменьшается.



Некарбонатная (постоянная) жесткость обусловлена присутствием кальциевых и магниевых солей сильных кислот (серной, азотной, соляной) и при кипячении не устраняется.

Единицы измерения

В мировой практике используется несколько единиц измерения жесткости, все они определенным образом соотносятся друг с другом. В России Госстандартом в качестве единицы жесткости воды установлен моль на кубический метр (моль/м³). В Кыргызстане миллимоль на литр (моль/л). В зарубежных странах используют следующие единицы жесткости.

| Единицы жесткости воды | | | | |
|---------------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------|---|
| Моль/м ³ (моль/л) | Немецкий градус, d° | Французский градус, f° | Американский градус | ppm (мг/дм ³) CaCO ₃ |
| 1,000 | 2,804 | 5,005 | 50,050 | 50,050 |

Происхождение жесткости

Ионы кальция и магния, а также других щелочноземельных металлов, обуславливающих жесткость, присутствуют во всех минерализованных водах. Их источником являются природные залежи известняков, гипса и доломитов. Ионы кальция и магния поступают в воду в результате взаимодействия растворенного диоксида углерода с минеральными и при других процессах растворения и химического выветривания горных пород. Источником этих ионов могут служить также микробиологические процессы, протекающие в почвах на площади водосбора, в донных отложениях, а также сточные воды различных предприятий.

Обычно в маломинерализованных водах преобладает (до 70-80%) жесткость, обусловленная ионами кальция (хотя в отдельных редких случаях магниевая жесткость может достигать 50-60%). С увеличением степени минерализации воды содержание ионов кальция быстро падает и редко превышает 1 г/л. Содержание же ионов магния в высокоминерализованных водах может достигать нескольких граммов, а в соленых озерах – десятков граммов на 1 литр воды.

В целом, жесткость поверхностных вод, как правило, меньше жесткости вод подземных. Жесткость поверхностных вод подвержена заметным сезонным колебаниям, достигая обычно наибольшего значения в конце зимы и наименьшего в период половодья, когда обильно разбавляется мягкой дождевой и талой водой. Морская и океанская вода имеет очень высокую жесткость (десятки и сотни мг экв/дм³).

Определение жесткости воды

Общая жесткость воды определяется содержанием ионов кальция (Ca) и (Mg) и измеряется в моль/л. Воду с общей жесткостью до 3,5 ммоль/л называют мягкой, от 3,5 до 7 ммоль/л – средней жесткости, от 7 до 10 ммоль/л – жесткой, свыше 10 ммоль/л – очень жесткой. По ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая» общая жесткость питьевой воды не должна превышать 7 ммоль/л. Превышение указанного уровня жесткости в питьевой воде приводит к ощутимому изменению вкуса воды. Она становится горько-соленой. Следует обратить внимание на то, что в исключительных случаях по согласованию с санитарно-эпидемиологической службой допускается повышение общей жесткости питьевой воды, но не более чем до 10 ммоль/л. Ограничение верхнего предела жесткости указанной величиной связано с тем, что, во-первых, при употреблении воды с более высокой степенью жесткости увеличивается предрасположение население к мочекаменной болезни. Во-вторых, вода с уровнем жесткости, превышающим 10 ммоль/л при первом ее использовании для питья может вызвать расстройство нормальной функции желудочно-кишечного тракта, проявляющиеся в признаках, напоминающих легкую форму дизентерии. Наконец, вода с высоким уровнем общей жесткостью теряет свои благоприятные вкусовые качества.

Методы отбора проб

Объем пробы вод для определения общей жесткости должен быть не менее 250 мл. Если определение жесткости не может быть проведено в день отбора пробы, то отмеренный объем воды, разбавленный дистиллированной водой 1:1, допускается оставить для определения до следующего дня.

Пробы воды, предназначенные для определения общей жесткости, не консервируют.

Проведение анализа

В коническую колбу вносят 100 мл отфильтрованной испытуемой воды или меньший объем, разбавленный до 100 мл дистиллированной водой. Затем прибавляют 5 мл буферного раствора, 5-7 капель индикатора или приблизительно 0,1 г сухой смеси индикатора хромогенчерного с сухим хлористым натрием и сразу же титруют при сильном взбалтывании 0,05 Н раствором трилона Б до изменения окраски в эквивалентной точки (окраска должна быть синей с зеленым оттенком). Если на титрование было израсходовано больше 10 мл 0,05 Н раствора трилона Б, то это указывает, что в отмеренном объеме воды суммарное содержание ионов кальция и магния больше 0,5 мг/экв.л. В таких случаях следует определение повторить, взяв меньший объем воды и разбавив его до 100 мл дистиллированной водой.

Обработка результатов

Общую жесткость воды X в моль/л вычисляют по формуле:

$$X = \frac{V \cdot 0.05 \cdot K \cdot 1000}{W}$$

где: V – количество раствора трилона Б, израсходованное на титрование, мл;

K – поправочный коэффициент к нормальности раствора трилона Б;

W – объем воды, взятый для определения, мл.

Таблица экспериментальных исследований

| № пробы | Место отбора | Вид пробы | Объем пробы W, мл | Трилон Б | | Жесткость, моль/л | |
|---------|--------------|-----------|-------------------|----------|-------------|-------------------|------|
| | | | | K | Объем V, мл | Эксперимент | ГОСТ |
| 1 | | | | | | | 7 |
| 2 | | | | | | | 7 |
| 3 | | | | | | | 7 |

Контрольные вопросы

1. Что такое жесткость воды и чем она определяется?
2. Из каких видов жесткости складывается общая жесткость?
3. Назовите единицы измерения жесткости воды.
4. Почему жесткость питьевой воды нормируется?
5. Чему равняется допустимая и предельная норма жесткости?
6. Какие реактивы используют для определения жесткости питьевой воды?
7. Как проводится определение общей жесткости воды?
8. Как рассчитывается жесткость питьевой воды?

Литература

1. *В.И.Коробкин, Л.В.Передельский* Экология. – 20-е изд. М: Высшее образование, 2015.
2. *В.В. Денисов, Т.И. Дровозова, Б.И. Хорунжей* Практикум по экологии и охране окружающей среды: Учебное пособие для студентов вузов. – М: Лань, 2017.
3. *Л.А.Кульский, П.П.Строкач* Технология очистки природных вод. – С: СЛИ, 2015.
4. ГОСТ Р 51232-98. Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества.
5. ГОСТ Р ИСО 14001-98. Системы управления окружающей средой. Требования и руководство по применению.
6. ГОСТ 17.1.3.13-86. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения.
7. СанПиН 2.1.4.027-95. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения.
8. СанПиН 2.1.4.544-96. Требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников.

Составители:

С.В.Абдиева, Р.М.Макиевская,

Методическое пособие к лабораторной работе
по экологии для определения жесткости воды

Корректор А.И.Шевченко

Компьютерная верстка: Э.А.Галяутдинова

Подписано в печать 24.02.2018

Формат 60 x 84¹/₁₆

Офсетная печать. Объем 0,5 п. л.

Тираж 50 экз. заказ 231

Отпечатано в типографии КРСУ
720048, г.Бишкек, ул.Горького, 2

