



Учреждение образования  
«Белорусская государственная  
орденов Октябрьской Революции  
и Трудового Красного Знамени  
сельскохозяйственная академия»



**Кафедра биологии растений и химии**

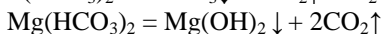
# **ХИМИЯ**

**Лабораторный практикум  
Лабораторная работа  
Определение временной (карбонатной) жесткости воды**



## Лабораторная работа Определение временной жесткости воды

Временная (карбонатная) жесткость воды обуславливается содержанием в ней гидрокарбонатов кальция и магния. Ее можно почти полностью устранить кипячением, при этом гидрокарбонаты переходят в малорастворимые карбонаты:



Таким образом временная жесткость устраняется.

Определяют карбонатную жесткость воды титрованием стандартизированным раствором кислоты в присутствии метилового оранжевого.

**Оборудование и реактивы.** Кислородные склянки или мерные колбы с притертыми пробками емкостью 100 – 200 см<sup>3</sup>; посуда емкостью на 2 дм<sup>3</sup>; пипетки на 100 см<sup>3</sup>; бюретки на 25 см<sup>3</sup>; раствор соляной кислоты (0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора); метилоранж (0,1 %-ный раствор).

**Выполнение анализа.** В коническую колбу отобрать пипеткой 100 см<sup>3</sup> анализируемой воды, прибавить 2-3 капли метилового оранжевого и титровать стандартизированным раствором серной кислоты до перехода желтой окраски в оранжево-розовую.

*Вычисление.* После проведения анализа рассчитать, используя закон эквивалентов, временную жесткость воды (в ммоль экв/дм<sup>3</sup>), а также постоянную жесткость (по разности между общей и временной):

$$\text{Жвр} = \frac{\text{Сээк} \cdot \text{V} \cdot 1000}{100},$$

где Сээк – молярная концентрация эквивалента серной кислоты, моль/дм<sup>3</sup>; V – объем раствора серной кислоты, пошедший на титрование, см<sup>3</sup>; 1000 – коэффициент перевода моль в миллимоль; 100 – объем исследуемой воды, см<sup>3</sup>.

Если временная жесткость окажется выше, чем общая (гидрокарбонаты могут быть связаны не только с кальцием и магнием), то за общую жесткость принимают значение карбонатной.

Определение гидрокарбоната (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Принцип определения ионов HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> основан на реакции HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> + H<sup>+</sup> = H<sub>2</sub>O + CO<sub>2</sub>.

Воду титруют соляной кислотой в присутствии метилоранжа. Конец реакции определяют по переходу цвета индикатора из желтого в розоватый. При титровании воды соляной кислотой ион водорода расходуется не только на реакцию с ионами HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, но также и на реакции с ионами других слабых кислот. Однако содержание их в природных водах незначительно, поэтому вычисление содержания ионов HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> по общему расходу соляной кислоты значительной ошибки не дает. Для определения бикарбонатов угольной кислоты в колбу на 150–200 см<sup>3</sup> наливают 100



Учреждение образования  
«Белорусская государственная  
орденов Октябрьской Революции  
и Трудового Красного Знамени  
сельскохозяйственная академия»



$\text{см}^3$  исследуемой воды, прибавляют 3 капли метилового оранжевого и титруют  $0,1$  моль/ $\text{дм}^3$  соляной кислотой до появления розоватого оттенка. При значительном содержании в воде бикарбонатов выделяющийся газ  $\text{CO}_2$  удаляют путем продувания воздуха из груши через пробку. Если окраска воды сделалась при этом снова желтой, то продолжают титрование, пока опять не появится розовый оттенок.

Гидрокарбонатная =  $\text{П} \cdot \text{К} \cdot 4,4 \cdot 1000 / \text{O}$  мг  $\text{CO}_2$  на  $1 \text{ дм}^3$ ,

где  $\text{П}$  – количество  $0,1$  моль/ $\text{дм}^3$  раствора кислоты, пошедшее на титрование пробы,  $\text{см}^3$ ;  $\text{К}$  – поправка на  $0,1$  моль/ $\text{дм}^3$  раствор кислоты;  $2,2$  – коэффициент ( $1 \text{ см}^3$   $0,1$  моль/ $\text{дм}^3$  раствора кислоты освобождает  $4,4$  мг  $\text{CO}_2$  из бикарбоната; для  $0,05$  моль/ $\text{дм}^3$  раствора кислоты этот коэффициент будет равен  $2,2$ , а для  $0,01$  моль/ $\text{дм}^3$  раствора  $0,44$ );  $\text{O}$  – объем пробы воды, взятый для исследования, мл;  $1000$  – множитель.



Учреждение образования  
«Белорусская государственная  
орденов Октябрьской Революции  
и Трудового Красного Знамени  
сельскохозяйственная академия»



## ЛИТЕРАТУРА

### Основная:

1. Алекин, О. А. Основы гидрохимии: учеб. пособие / О. А. Алекин. – Л.: Гидроме-теоиздат, 1970. – 296 с.
2. Никаноров А.М. Гидрохимия: Учебник. А. М. Никаноров. – СПб: Гидрометеоздат, 2001. – 444 с.
3. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: уч. для вузов/ Ю.А. Ершов и др. 6-е изд., стер. М.: Высш. шк., 2007. – 560 с.
4. Привезенцев Ю. А. Практикум по прудовому рыбоводству.- М.: Высшая школа, 1982. – 258 с.

### Дополнительная:

5. Баранов И. В. Основы биопродукционной гидрохимии. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. - 277 с.
6. Власов Б.П. Антропогенная трансформация озер Беларуси. Минск, 2004. . – 78 с.
7. Зенин А. А., Белоусова И. В. Гидрохимический словарь/ Под ред. А.М. Никанорова. – Л.: Гидрометеоздат, 1988. – 240 с.
8. Логинов В.Ф., Волчек А.А. Водный баланс речных водосборов Беларуси. Минск: Тонпик, 2006. . – 146 с.
9. Логинов В.Ф. Управление гидрометеорологическими данными. Минск: БГУ, 2002. . – 38 с.
10. Прожорина Т.И. Практикум по курсу "Гидрохимия". Ч.1: Учебно-методическое пособие. - Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2007. - 27 с.
11. Прожорина Т.И. Экологическая гидрохимия: Методические указания к лабораторному практикуму. Часть 2. - Воронеж: Изд-во ВГУ, 2007. - 20 с.
12. Слесарев В. И. Химия: основы химии живого: учебник для вузов / В. И. Слесарев. – СПб: Химиздат, 2001. – 784 с.
13. Федоров А.А. и др. Методы химического анализа объектов природной среды/ А.А. Федоров, Г.З. Казиев, Г.Д.Казаков. – М.: КолосС, 2008. – 118 с.
14. [www.waterandecology.ru](http://www.waterandecology.ru)

### Справочники:

15. Лидин Р.А., Молочко В.А., Андреева Л.Л. Химические свойства неорганических веществ/ Под ред. Р, Лидина. – М.: КолосС, 2008. – 480 с.
16. Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии/ Ю. Ю. Лурье. – М.:Химия, 1971. – 454 с.
17. Справочник по гидрохимии / Под ред. А.М. Никанорова. – Л.: Гидрометеоздат, 1989. – 392 с.

### Составители

**Поддубная** Ольга Владимировна  
**Ковалева** Ирина Владимировна