

Лабораторная работа № 8**СВОЙСТВА S-МЕТАЛЛОВ. ЖЕСТКОСТЬ ВОДЫ****Цель работы:**

Основные понятия. Соли кальция и магния, присутствующие в природной воде преимущественно в виде гидрокарбонатов, сульфатов и хлоридов, обуславливают *жесткость воды*. В соответствии с ГОСТ Р52029-2003 жесткость выражается в градусах жесткости ($^{\circ}\text{Ж}$). Один градус жесткости соответствует содержанию в 1 м^3 воды $\frac{1}{2}$ моля ионов магния или кальция, т.е. определяется молярной концентрацией эквивалентов ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} в воде (моль/ м^3 или ммоль/л), т. к. $\frac{1}{2}$ моля ионов магния или кальция соответствует 1 эквиваленту этих ионов или их солей.

Различают *жесткость общую, карбонатную* (временную, или устранимую) и *некарбонатную* (постоянную, или неустраиваемую).

Концентрация ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} в воде, эквивалентная содержанию иона HCO_3^- , определяет *карбонатную жесткость* $H_{\text{карб}}$ воды.

Концентрация ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} в воде, эквивалентная содержанию других анионов (SO_4^{2-} , Cl^- и т.д.), определяет *некарбонатную жесткость* $H_{\text{некарб}}$ воды.

Общая жесткость определяется суммой карбонатной и некарбонатной жесткостей.

Для определения жесткости воды применяют титриметрические методы.

Основной закон, используемый для количественного определения жесткости – *закон эквивалентов*: $N_{\text{экв п}} \cdot V_{\text{п}} = N_{\text{экв т}} \cdot V_{\text{т}}$, где $N_{\text{экв п}}$ – молярная концентрация эквивалентов пробы, моль/л; $N_{\text{экв т}}$ – молярная концентрация эквивалентов титранта, моль/л; $V_{\text{п}}$ – заданный объем пробы, мл; $V_{\text{т}}$ – объем раствора титранта, израсходованного на титрование, мл, который определяется по разности конечной $h_{\text{к}}$ и начальной $h_{\text{н}}$ высоты уровня раствора титранта в бюретке $V_{\text{т}} = h_{\text{к}} - h_{\text{н}}$.

Опыт 1. Определение временной жесткости воды

Метод определения: кислотно-основное титрование

Проба: водопроводная вода

Титрант: 0,05н. раствор HCl

Индикатор: метиловый оранжевый

- исходная окраска раствора:
- окраска оттитрованного раствора:

Суммарное уравнение реакции: $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

Таблица 1. Экспериментальные данные

№ опыта	$V_{\text{H}_2\text{O}}$ мл	N_{HCl} , моль/л	$h_{\text{н}}$, мл	$h_{\text{к}}$, мл	V_{HCl} , мл	V_{HCl} , средн., мл	$N_{\text{карб}}$, ммоль/л
1	100	0,05					
2	100	0,05					

Расчеты: $N_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{N_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}}}{V_{\text{H}_2\text{O}}} =$ [моль/л]

$N_{\text{карб}} = N_{\text{H}_2\text{O}} \cdot 1000 =$ [ммоль/л]

Опыт 2. Определение общей жесткости воды

Метод определения: комплексонометрическое титрование

Проба: водопроводная вода

Титрант: 0,05н. раствор трилона Б

Индикатор: эриохром черный

- исходная окраска раствора:
- окраска оттитрованного раствора:

Таблица 2. Экспериментальные данные

№ опыта	$V_{\text{H}_2\text{O}}$ мл	$N_{\text{трилон}}$, моль/л	$h_{\text{н}}$, мл	$h_{\text{к}}$, мл	$V_{\text{трилон}}$, мл	$V_{\text{трилон, ср.}}$, мл	$N_{\text{общ}}$, ммоль/л	$N_{\text{некарб}}$, ммоль/л
1	100	0,05						
2	100	0,05						

Расчеты: $N_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{N_{\text{трилон}} \cdot V_{\text{трилон}}}{V_{\text{H}_2\text{O}}} =$ [моль/л],

$N_{\text{общ}} = N_{\text{H}_2\text{O}} \cdot 1000 =$ [ммоль/л]

$N_{\text{некарб}} = N_{\text{общ}} - N_{\text{карб}} =$ [ммоль/л]

Выводы: (приведите значения разных типов жесткости, укажите класс жесткости воды: мягкая, средней жесткости, жесткая)

Опыт 3. Химические методы устранения постоянной (некарбонатной) жесткости

Метод устранения жесткости воды: реагентный

Осадитель: 0,2 н. раствор Na_2CO_3

Таблица 3. Экспериментальные данные

Состав исходного раствора	Раствор- осадитель	Уравнение реакции	Число капель осадителя	Характеристика осадка	Вывод о сравнительной растворимости осадков
0,35М MgSO_4	0,2н Na_2CO_3				
0,35М CaSO_4	0,2н Na_2CO_3				

Выводы: (укажите, какую жесткость воды легче устранить реагентным методом: обусловленную растворимыми солями магния или кальция)