

1 ПРОВЕРКА АНАЛИЗОВ ИСХОДНОЙ ВОДЫ

1.1 Цель работы

Ознакомить студентов с химическими показателями качества исходной воды, научить студентов производить проверку анализов воды и составлять диаграмму гипотетического состава солей в исходной воде по данным анализа.

1.2 Теоретические сведения

Пригодность воды для технологических целей и выбор соответствующих методов обработки воды могут быть решены при наличии полного анализа воды с определением следующих показателей:

- взвешенные вещества;
- сухой остаток;
- концентрация ионов водорода (рН);
- окисляемость;
- свободная углекислота;
- щелочность;
- жесткость (общая, карбонатная, некарбонатная);
- содержание катионов: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Fe^{3+} , Fe^{2+} и другие;
- содержание анионов: HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , SiO_3^{2-} и другие.

В зависимости от источников водоснабжения необходимо иметь несколько анализов, характеризующих исходную воду. Для поверхностных источников необходимо иметь ежемесячные анализы за последние 2-3 года, из которых выбирается анализ, характеризующий худшие качественные показатели воды.

Проверка правильности анализа проводится по следующим показателям:

а) Сумма катионов ($\Sigma\text{Кат}$) должна равняться сумме анионов ($\Sigma\text{Ан}$), выраженных в миллиграмм-эквивалентах на литр (мг-экв/л).

Если в анализе содержание катионов и анионов дано в миллиграммах на литр, следует его перевести в миллиграмм-эквиваленты на литр и проверить равенство (1).

$$\frac{\text{Ca}^{2+}}{20,04} + \frac{\text{Mg}^{2+}}{12,16} + \frac{\text{Na}^+}{23} + \frac{\text{NH}_4^+}{18,04} + \dots = \frac{\text{HCO}_3^-}{61,02} + \frac{\text{SO}_4^{2-}}{48,03} + \frac{\text{Cl}^-}{35,48} + \dots \quad (1.1)$$

В знаменателе выражения (1.1) указаны эквивалентные массы катионов и анионов. Допустимая разница должна составлять не более 1 %:

$$\Sigma\text{Кат} - \Sigma\text{Ан} = \pm 1\% \quad (1.2)$$

б) Концентрация катионов натрия и калия обычно принимается равной

разности между суммой всех анионов и суммой остальных катионов:

$$\text{Na}^+ + \text{K}^+ = \sum \text{Ан} - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Fe}^{2+} + \dots) \quad (1.3)$$

в) Величина общей жесткости (J_0) должна равняться сумме концентраций кальция и магния в мг-экв/л:

$$J_0 = \frac{\text{Ca}^{2+}}{20,04} + \frac{\text{Mg}^{2+}}{12,16} \quad (1.4)$$

г) Концентрация бикарбонатного иона (HCO_3^- , мг-экв/л) должна быть:

$$\text{при } J_0 > \text{Щ} \quad [\text{HCO}_3^-] = J_{\text{к}} = \text{Щ}, \quad (1.5)$$

$$\text{при } J_0 < \text{Щ} \quad [\text{HCO}_3^-] = \text{Щ}; \quad J_0 = J_{\text{к}}; \quad J_{\text{н.к.}} = 0, \quad (1.6)$$

где Щ – щелочность воды в мг-экв/л;

$J_{\text{к}}$ – карбонатная жесткость воды, мг-экв/л;

$J_{\text{н.к.}}$ – некарбонатная жесткость воды, мг-экв/л.

Для большей наглядности анализ воды представляют в виде диаграммы гипотетического состава солей.

Пользуясь правилом, что сумма растворенных в воде катионов равна сумме анионов, строят график состава исходной воды. Для этого на параллельных шкалах в соответствии с рядом активности ионов в масштабе откладывают содержание катионов и под ними – анионов в мг-экв/л. Пример диаграммы приведен на рисунке 1.1.

1.3 Задание для выполнения работы

а) Проанализировать исходные данные, представленные в таблицах 1.1 и 1.2.

б) Подсчитать сумму катионов и анионов и сделать вывод о правильности анализа состава воды.

в) Определить жесткость карбонатную, жесткость некарбонатную. г) Проверить правильность выражений (1.7) и (1.8).

$$J_0 = J_{\text{к}} + J_{\text{н.к.}}, \quad (1.7)$$

$$J_0 = J_{\text{Ca}} + J_{\text{Mg}}, \quad (1.8)$$

где J_{Ca} и J_{Mg} – соответственно жесткость кальциевая и магниевая

(содержание катионов кальция и магния в мг-экв/л).

д) Проверить правильность определения сухого остатка.

е) Составить диаграмму гипотетического состава солей в исходной воде.

0,5	2,0	1,25	1,0	
Fe^{2+}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Na^+ + K^+$	
	HCO_3^-		SO_4^{2-}	Cl^-
	3,0		1,0	0,75
$Fe(HCO_3)_2$	$Ca(HCO_3)_2$	$Mg(HCO_3)_2$	$MgSO_4$	$NaCl$ KCl
			$\frac{Na_2SO_4}{K_2SO_4}$	

Рисунок 1.1 - Пример диаграммы гипотетического состава солей в воде
($\sum Кат = \sum Ан = 4,75$ мг-экв/л)

1.4 Контрольные вопросы

- 1) Как определяется сухой остаток и минеральный остаток воды?
- 2) Как влияют взвешенные вещества на определение минерального остатка?
- 3) Чем обусловлена общая жесткость воды?
- 4) Чем обусловлена карбонатная жесткость воды?
- 5) Чем обусловлена некарбонатная жесткость воды?
- 6) Как соотносятся жесткость карбонатная и щелочность воды?
- 7) Чем обусловлена щелочность воды?
- 8) Что означает наличие в воде бикарбонатного иона HCO_3^- ?

Таблица 1.2 – Ионные и эквивалентные массы катионов и анионов

Наименование	Химическое обозначение	Ионная масса	Эквивалентная масса
Катионы			
Алюминий	Al^{3+}	26,98	8,99
Аммоний	NH_4^+	18,04	18,04
Водород	H^+	1,008	1,008
Железо двухвалентное	Fe^{2+}	55,85	27,93
Железо трехвалентное	Fe^{3+}	55,85	18,62
Калий	K^+	39,1	39,1
Кальций	Ca^{2+}	40,08	20,04
Магний	Mg^{2+}	24,32	12,16
Натрий	Na^+	23,00	23,00
Серебро	Ag^+	107,88	107,88
Анионы			
Бикарбонатный	HCO_3^-	61,02	61,02
Гидроксильный	OH^-	17,01	17,01
Карбонатный	CO_3^{2-}	60,01	30,01
Нитратный	NO_3^-	62,01	62,01
Нитритный	NO_2^-	46,1	46,1
Силикатный	SiO_3^{2-}	76,06	38,03
Сульфатный	SO_4^{2-}	96,07	48,03
Сульфитный	SO_3^{2-}	80,07	40,03
Фосфатный	PO_4^{3-}	94,98	31,66
Двухзамещенный фосфатный	HPO_4^{2-}	95,99	47,99
Хлористый	Cl^-	35,48	35,48
Фтористый	F^-	19,0	19,0

9) Как перевести мг-экв/л в мг/л при выражении концентраций ионов в воде?

10) В каких единицах измеряется жесткость и щелочность воды?

11) В каких единицах измеряется минеральный остаток?

2 ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ВОДЫ

2.1 Цель работы

~~Ознакомить студентов с показателями качества воды, научить студентов производить оценку качества воды и решать задачи по теме «Водородный~~