

Практична робота №1. Визначення складу та форми вираження результатів хімічного аналізу підземних вод

Мета роботи: визначити загальну мінералізацію і жорсткість підземних вод та визначити клас, групу, і найменування підземних вод по хімічному складу по класифікації С. О. Щукарева. Записати результати аналізу води у вигляді формули М. Г. Курлова. Орієнтовно оцінити придатність води для господарсько-питного водопостачання, вважаючи, що по органолептичним і бактеріальним показникам вона придатна для пиття.

Форми вираження результатів хімічного аналізу води

Природна вода є розчином солей, що дисоційовані на іони. Основна форма вираження результатів хімічного аналізу води – іонна. При цьому вміст того чи іншого іона виражається у грамах або міліграмах на 1 води (розчину) (г/дм^3 , мг/дм^3), а для мінералізованих вод і розсолів – у грамах на кілограм (г/кг) або в гармах на 100 дм^3 (г/ддм^3). Результати визначення у воді мікрокомпонентів виражаються в мікрограмах на 1 дм^3 води (мкг/дм^3).

Для повної характеристики властивостей води іонна форма є недостатньою. Тому разом з іонною користуються міліграм-еквівалентною формою. Вираження результатів хімічного аналізу, яка найбільш повно розкриває внутрішню хімічну природу речовин, що входять у склад води.

Перерахунок хімічного аналізу, що виражений в іонній формі, у міліграм-еквівалентну здійснюється шляхом ділення кількості міліграмів кожного іона в 1 дм^3 води на його еквівалентну масу. Отримані одиниці – вимірювання називають міліграм-еквівалентами або мілімолями (мг-екв, ммоль).

Еквівалентна маса – це відношення атомної (молекулярної) маси іона до його заряду.

Сума міліграм-еквівалентів для катіонів і аніонів повинна бути однаковою, оскільки кожному еквіваленту катіону відповідає еквівалент аніону.

Коефіцієнти для перерахунку вмісту головних іонів у воді з мг у мг-екв приведені у таблиці 1.

Таблиця 1

Коефіцієнти для перерахунку вмісту головних іонів у воді з мг у мг-екв

Іони	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}
Коеф. перерахунку	0,0164	0,0208	0,0282	0,0435	0,0499	0,0822

При порівнянні результатів хімічного аналізу вод різної мінералізації для отримання пропорційних значень кількість міліграм-еквівалентів перераховують в процент-еквіваленти (%-екв).

Перерахунок в %-екв здійснюється таким чином: суми міліграм-еквівалентів аніонів і катіонів, отриманих при хімічному аналізі, приймаються

кожна за 100% і далі відносна кількість еквівалентів кожного іона розраховується в процентах.

Вираження хімічного складу води у вигляді формул

З формул найбільш часто використовуються формула Курлова і формула сольового складу води.

Формула Курлова являє собою псевдодріб, у числівнику якого записуються аніони (%-екв) у порядку зменшення їх вмісту, а у знаменнику – в такому ж порядку аніони. Формула супроводжується додатковими даними:

- ліворуч від дробу проставляється в до першого десяткового знаку кількість газів і активних елементів при вмісті їх не менше нижніх норм, які відрізняють звичайні води від мінеральних, а також мінералізація води (М) в г/дм³ до першого десяткового знаку або двох значущих цифр;
- праворуч від дробу проставляється рівень рН, температура води (t°C) і дебіт (Q) в дм³/добу або м³/добу.

Гази, активні елементи, М $\frac{\text{аніони}}{\text{катіони}}$ рН, t°C, Q дм³/добу

Формула сольового складу води відрізняється від формули Курлова тим, що в ній відображені тільки основні аніони та катіони і не вказані додаткові відомості (температура, дебіт тощо).

Формули Курлова і сольового складу часто застосовуються при узагальненні великої кількості аналізів, так як вони дозволяють спростити табличний матеріал, зробити його більш наочним і дати найменування хімічного складу води.

Найменування води складається спочатку із аніонів (які входять до формули), а потім з катіонів в порядку зростання концентрації. В назву включаються іони з концентрацією не менше 25%-екв.

Класифікація С.О. Щукарева

Дана класифікація заснована на принципі переважання одного або кількох з трьох головних катіонів (Са, Mg, Na) і трьох головних аніонів (НСО₃, SO₄, Cl). Відношення води до того чи іншого класу визначається вмістом зазначених іонів у кількості не менше 25%-екв (суми катіонів і аніонів приймаються по 100%).

По переважаючим головним аніонам воді надають такі назви: хлоридна, сульфатна, гідрокарбонатна, хлоридно-сульфатна, хлоридно-гідрокарбонатна, сульфатно-гідрокарбонатна і хлоридно-сульфатно-гідрокарбонатна.

По переважаючим головним катіонам воді надають такі назви: натрієва, магнієва, кальцієва, натрієво-кальцієва, натрієво-магнієва, магнієво-кальцієва, натрієво-магнієво-кальцієва.

Комбінуючи послідовно типи вод по вмісту аніонів з типами вод по вмісту катіонів, отримують 49 класів вод (табл. 2). По загальній мінералізації кожен клас розділений на групи: А – до 1,5 г/дм³; В – від 1,5 г/дм³ до 10 г/дм³; С – від 10 г/дм³ до 40 г/дм³; D – понад 40 г/дм³.

Таблиця 2

Класи підземних вод по С. О. Щукарєву

	SO ₄ + Cl + HCO ₃	SO ₄ + HCO ₃	HCO ₃	HCO ₃ + Cl	Cl	Cl + SO ₄	SO ₄
Mg	1	8	15	22	29	36	43
Ca, Mg	2	9	16	23	30	37	44
Ca	3	10	17	24	31	38	45
Na + Ca	4	11	18	25	32	39	46
Na	5	12	19	26	33	40	47
Na + Ca + Mg	6	13	20	27	34	41	48
Na, Mg	7	14	21	28	35	42	49

Класифікації підземних вод за різними показниками

В більшості випадків підземні води класифікують за такими показниками: за ступенем мінералізації; за ступенем жорсткості; за рівнем рН; за температурою.

1. Класифікація підземних вод за ступенем мінералізації:

- прісні – до 1 г/дм³;
- слабосолоні – 1-5 г/дм³;
- солонуваті – 5-10 г/дм³;
- солоні – 10-50 г/дм³;
- розсоли – понад 50 г/дм³.

Питна вода повинна містити не більше 1 г/дм³ розчинених солей (в деяких посушливих районах допускається перевищення мінералізації до 2-3 г/дм³).

2. Класифікація підземних вод за ступенем жорсткості:

- дуже м'які – до 1,5 мг-екв/дм³;
- м'які – 1,5-3 мг-екв/дм³;
- жорсткі – 3-9 мг-екв/дм³;
- дуже жорсткі – понад 9 мг-екв/дм³.

Для господарсько-питного водопостачання загальна жорсткість не повинна перевищувати 7 мг-екв/дм³ (в виключних випадках по узгодженню з

відповідними інстанціями можуть використовуватись підземні вод з загальною жорсткістю до 10 мг-екв/дм³).

3. Класифікація підземних вод за рівнем рН:

- дуже кислі – менше 5;
- кислі – від 5,0 до 6,9;
- нейтральні – 7-7,1;
- лужні – від 7,1 до 9,0;
- високолужні – понад 9,0.

Для господарсько-питного водопостачання використовуються води з рН від 6,5 до 8,5.

4. Класифікація підземних вод за температурою:

- переохолоджені – менше 0°C;
- холодні – від 0 до 20°C;
- теплі – 20-37°C;
- гарячі – 37-50°C;
- дуже гарячі – 50-100°C;
- перегріті – понад 100°C.

Найкращі питні якості мають холодні води.

Виконання завдання

Кожен студент отримує свій номер варіанту і бере результати хімічного аналізу води відповідно до цього номеру з таблиці 3. Після цього студент заносить ці результати у самостійно створену таблицю (табл. 4).

Таблиця 3

Варіанти завдання для студентів

№ варіанта	t, °C	рН	Дебіт, м ³ /добу	Вміст основних іонів, мг/дм ³					
				НСО ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Сl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
1	9	6,9	47556	140,4	197,6	19,1	16,0	8,3	129,2
2	23	7,3	17280	233,0	11,0	9,0	37,0	5,0	49,0
3	15	8,2	90305	3505,0	21,0	292,0	1110,0	46,0	161,0
4	20	7,3	7640	830,0	66,0	14,0	249,0	35,0	83,0
5	45	8,4	305200	228,0	16,0	34,0	44,0	14,0	32,0
6	17	7,1	45100	962,0	637,0	732,1	271,6	61,2	706,8
7	19	7,5	51309	140,9	176,4	182,3	121,6	32,7	55,6
8	17	6,9	90505	304,9	75,1	58,1	49,3	5,6	120,0
9	21	6,3	249105	385,4	501,0	66,0	246,3	31,6	85,3
10	18	7,5	182900	619,5	93,0	345,0	193,8	66,0	25,9
11	19	6,7	47556	140,4	196,6	19,0	16,0	8,4	130,2
12	13	7,1	17280	233,0	11,1	8,9	35,0	5,0	49,1
13	25	8,4	90305	3506,2	12,0	292,0	1109,2	46,3	161,0
14	30	7,6	7640	830,0	66,2	13,9	250,0	35,0	82,0
15	35	7,4	305200	228,6	25,9	4,2	44,0	4,0	32,0
16	27	7,2	45100	962,0	637,3	732,0	270,0	61,0	700,0
17	17	7,9	51309	140,9	176,4	183,3	121,6	32,0	55,2
18	14	6,9	90505	304,9	75,0	58,2	49,3	5,6	120,0
19	21	7,6	249105	385,4	502,8	66,0	246,3	319,6	85,3
20	28	8,5	182900	619,5	93,0	344,0	192,8	65,9	25,9
21	29	6,9	47556	140,4	197,0	18,9	16,0	8,6	128,2
22	23	7,7	17280	233,7	11,0	9,2	36,0	5,0	49,9
23	35	7,2	90305	3504,0	13,0	292,0	1108,0	46,5	161,0
24	20	7,5	7640	830,5	65,9	14,2	251,0	35,0	81,0
25	25	8,0	305200	228,0	161,	4,5	44,0	4,0	32,0

Таблиця 4

Хімічний склад підземних вод

Аніони	Вміст			Катіони	Вміст		
	мг/дм ³	мг-екв	%-екв		мг/дм ³	мг-екв	%-екв
НСО ₃ ⁻				Ca ²⁺			
SO ₄ ²⁻				Mg ²⁺			

Cl ⁻				Na ⁺			
-----------------	--	--	--	-----------------	--	--	--

Першим кроком є визначення загальної мінералізації за наступною формулою:

$$M = 1,1(0,5 \text{ HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^- + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+)$$

Після цього результати аналізу води перерахувати із мг/дм³ в мг-екв, використовуючи коефіцієнти з табл. 1. Потім виразити хімічний склад води у формі процент-еквівалентів, прийнявши суми міліграм-еквівалентів аніонів та катіонів за 100% кожен. Отримані величини занести в таблицю хімічного складу і виразити за допомогою формули Курлова.

Визначити загальну жорсткість води, як суму катіонів кальцію та магнію в мг-екв. Проаналізувати процент-еквівалентний вміст іонів у воді і визначити її клас і групу по класифікації С. О. Шукарева (табл. 2).

Проаналізувавши отримані розрахунковим шляхом дані і використовуючи класифікаційні показники, орієнтовно оцінити придатність конкретної води для господарсько-питного водопостачання.