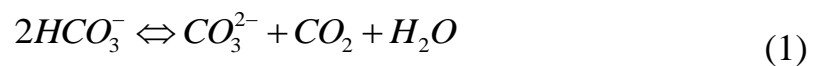


Практичне заняття Тема: ВИЗНАЧЕННЯ СТАБІЛЬНОСТІ ВОДИ І ДОЗ РЕАГЕНТІВ ДЛЯ ЇЇ СТАБІЛІЗАЦІЇ

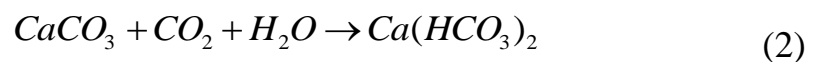
Мета заняття - набути навички визначення стабільності води і доз реагентів для стабілізаційної обробки та запобігання утворення карбонатних відкладень.

Стабільна вода має властивість не розчиняти карбонат кальцію і не виділяти його з водного розчину. Обумовлена вона динамічною рівновагою між різними формами вугільної кислоти:



Вільний діоксид вуглецю CO_2 , який необхідний для підтримки рівноваги цієї реакції називається рівноважним.

Якщо концентрація розчиненого у воді діоксиду вуглецю перевищує рівноважну, то надлишок CO_2 вступає в реакцію з твердим карбонатом кальцію і розчиняє його;



Вода, в котрій концентрація вільного діоксиду вуглецю більше рівноважної, називається агресивною або корозійною. При недостатчі CO_2 по зрівнянню з рівноважною концентрацією виникає зрушення рівноваги реакції 3.1 праворуч. При цьому утворюється додаткова кількість CO_2 , з одночасним збільшенням концентрації іонів CO_3^{2-} , які вступають в реакцію із звичайно присутніми у воді іонами кальцію з утворенням карбонату кальцію, який випадає в осад:



Воду, котра має в наявності вільну вуглекислоту в кількості менше рівноважної концентрації, називають некорозійною. Вона схильна до відкладення карбонату кальцію.

Стабільність вода по відношенню до бетону та металу визначають двома методами:

- 1) карбонатними дослідженнями (експериментальний метод);

2) чисельним методом з розрахунком індексу насичення розчину карбонатом кальцію.

Показник стабільності по першому методу визначають з рівняння:

$$C = \frac{L_1}{L_2}, \quad (4)$$

де L_1 – лужність початкової води;

L_2 - лужність води після насичення карбонатом кальцію.

Якщо $C < 1$ - вода корозійна;

$C > 1$ - схильна до відкладення карбонату кальцію;

$C = 1$ - вода стабільна.

По чисельному методу індекс насичення води карбонатом кальцію розраховують по формулі:

$$I = pH_0 - pH_s, \quad (5)$$

де pH_0 - водневий показник води;

pH_s - водневий показник в умовах насичення води карбонатом кальцію, визначений по номограмі рис. 1 [5, Додаток 5], або сумою функцій по Ланжел`є в залежності від концентрації кальцію Ca^{2+} , загального солемісту P , лужності L та температури води (рис.1).

Якщо $I < - 0,25$ - вода корозійна;

$I > + 0,25$ – вода схильна до відкладення карбонату кальцію;

$I = \pm 0,25$ - вода практично стабільна.

Приклад 3.1. В воді концентрація кальцію $Ca^{2+} = 2,2$ мг-екв/дм³ = 44 мг/л; лужність $L=2,7$ мг-екв/дм³, солеміст 282,1 мг/л, температура 7°C; $pH=8,3$.

Визначити стабільність води.

Користуючись номограмою рис.1 [5, додаток 5], знаходимо $pH_s = 8,15$.
Це ж значення можна одержати по сумі функцій Ланжельє.

$$pH_s = f(t) - f(Ca^{2+}) - f(L) + f(P), \quad (6)$$

де $f(t)$ – функція від температури;

$f(Ca^{2+})$ – функція від концентрації кальцію;

$f(L)$ – функція від лужності;

$f(P)$ – функція від солевмісту.

$$pH_s = 2,45 - 1,65 - 1,45 + 8,8 = 8,15$$

Відділя індекс стабільності $I = 8,3 - 8,15 = 0,15$.

Вода практично стабільна.

Приклад 3.2. В воді концентрація кальцію $Ca^{2+} = 4,4$ мг-екв/дм³ = 88 мг/л;
лужність $L=4,8$ мг-екв/дм³, солевміст 443 мг/л, температура 20°C; $pH = 7,5$.

$$pH_s = 2,1 - 1,95 - 1,7 + 8,85 = 7,3; I = 7,5 - 7,3 = 0,2.$$

Вода практично стабільна.

Приклад 3.3. В воді концентрація кальцію $Ca^{2+} = 7,4$ мг-екв/дм³ = 148мг/л;
лужність $L=7,4$ мг-екв/дм³, солевміст 693 мг/л, температура 15°C; $pH=8,1$.

$$pH_s = 2,2 - 2,2 - 1,88 + 8,9 = 7,02$$

Індекс стабільності $I = + 1,08$; вказує на те, що вода схильна до відкладення карбонату кальцію. Треба воду підкисляти. Згідно [5, додаток 5]

$$D_{кис} = 100 \times \alpha \times L \times e_{кис} / C_{кис}, \quad (7)$$

де $\alpha_{кис}$ – коефіцієнт по номограмі рис. 3 [5];

L – лужність води до стабілізаційної обробки, мг-екв/дм³;

$e_{кис}$ – еквівалентна маса кислоти, мг-екв/дм³;

$C_{\text{кис}}$ – вміст активної частини в товарній кислоті, %

$$D_{\text{кис}} = 100 \times 0,12 \times 7,4 \times 36,5 / 30 = 108 \text{ мг/л};$$

В даному випадку застосована соляна кислота:

$$e_{\text{кис}} = 36,5; C_{\text{кис}} = 30\%.$$

Приклад 3.4. В воді концентрація кальцію $\text{Ca}^{2+} = 1,9 \text{ мг-екв/дм}^3 = 38 \text{ мг/л}$;
лужність $L=2,2 \text{ мг-екв/дм}^3$, солевміст 209 мг/л , температура 18°C ; $\text{pH} = 7,5$.

$$\text{pH}_s = 2,1 - 1,6 - 1,35 + 8,77 = 8,0; I = 7,5 - 8,0 = -0,5.$$

Треба воду підлужнювати.

Згідно [5, додаток 5]

$$D_B = 28\beta_B \times K_t \times L, \quad (8)$$

де D_B – доза вапна, мг/л; в розрахунку на 100%-ний CaO ;

β_B – коефіцієнт, встановлений по номограмі рис.4 [5];

K_t - коефіцієнт залежний від температури води: при $t=20^\circ\text{C}$ - $K_t = 1$;

при $t=50^\circ\text{C}$ - $K_t = 1,3$;

L – лужність води до стабілізаційної обробки, мг-екв/дм³;

28 – еквівалент CaO .

$$D_B = 28 \times 0,06 \times 1 \times 2,2 \times \frac{100}{50} = 7,4 \text{ мг/л},$$

де 50 – активність CaO в %.

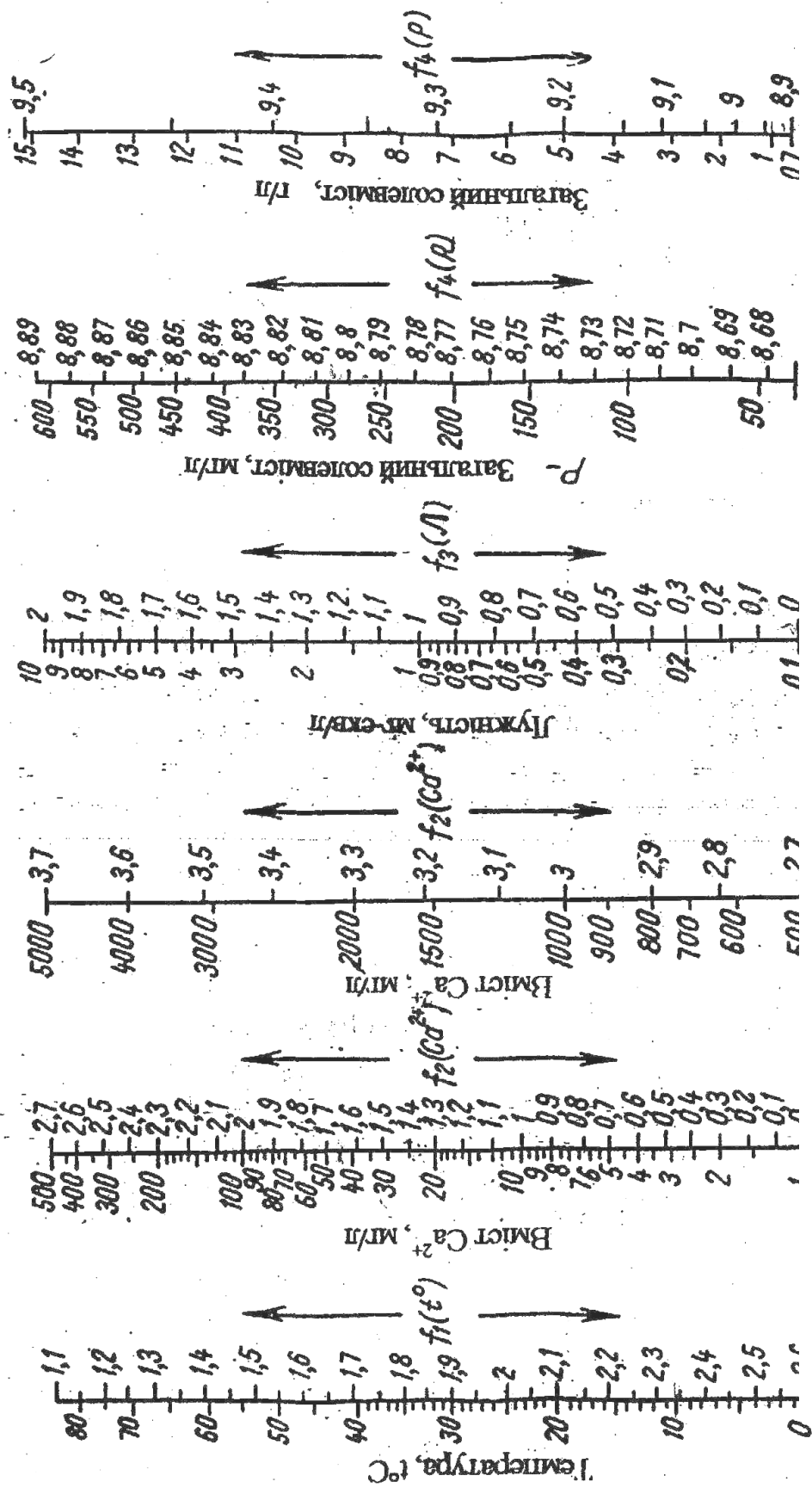


Рисунок 1 — Графік для визначення pH_s рівноважного насичення води карбонатом кальцію

Таблиця 1 – Варіанти задач

Варіант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Мутність, мг/дм ³	100	800	200	205	367	600	100	700	500	900	270	350	870	320	570	300	600	500	120	150	800	310	350	700	500
Кольоровість, град	50	100	25	70	35	75	50	100	110	75	50	100	25	70	35	75	50	100	110	75	50	100	25	70	55
pH	8,2	7,6	8,3	8,2	8,2	8,2	8,1	8,1	8,3	8,3	8,3	8,1	7,9	7,6	8,3	8,1	7,5	8,0	8,1	7,8	7,7	8,3	8,3	7,8	8,0
Солевміст, мг/дм ³	320	443	442	372	326	275	298	209	348	270	648	693	803	458	346	341	320	340	528	474	406	240	478	665	340
Ca ²⁺ , мг-екв/дм ³	3,1	4,4	3,8	3,4	2,9	2,2	2,2	1,9	2,5	2,2	4,5	5,8	7,4	4,0	1,9	2,9	2,9	2,8	4,3	5,2	3,1	2,4	4,8	3,6	2,0
Mg ²⁺ , мг-екв/дм ³	0,9	1,3	1,1	0,9	0,9	0,9	1,1	1,1	1,2	1,0	2,4	1,9	1,4	1,4	1,0	1,7	1,3	1,0	1,5	1,7	1,7	1,1	1,2	1,4	1,0
Cl ⁻ , мг/дм ³	19	20	29	29	27	27	23	23	32	29	86	96	88	72	40	42,6	35	23	52	76	41	28	52	40	21
SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	34	42	41	49	46	53	33	43	44	51	115	125	136	79	63	96	107,3	30	75	99	95	92	100	237	34
Na ⁺ + K ⁺ , мг/дм ³	6,5	5	18	18	18	18	18	18	26	18	26	26	26	26	26	28	26	18	26	18	21	21	21	121	6,5
T ₃ , мг-екв/дм ³	4	5,7	4,9	4,3	3,8	3,1	3,3	3,0	3,7	3,2	6,9	7,7	8,8	5,4	2,9	4,6	4,2	3,8	5,8	6,9	4,8	3,5	6,0	5,0	3,0
Лужність, мг-екв/дм ³	3,4	4,8	3,1	3,8	3,2	2,5	2,9	2,2	3,2	2,7	8,0	7,4	7,6	7,6	3,3	3,0	2,0	3,2	6,1	7,0	3,7	3,5	3,0	2,6	2,1
Температура, °C	20	0,2	0	2	15	20	3	18	20	7	20	15	15	20	25	15	25	20	10	10	20	20	20	15	10

Питання для самоконтролю

1. З яких споруд складаються станції водопідготовки з двохступеневою схемою обробки води?
2. З яких споруд складаються станції водопідготовки з одноступеневою схемою обробки води?
3. З яких споруд складаються станції водопідготовки з трьохступеневою схемою обробки води?
4. Які обмеження приймають для першого поясу зони санітарної охорони?