

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №4

Тема заняття: Розрахунок фільтрів другого ступеня

Питання для повторювання

1. Які головні показники якості води вам відомі?
2. З яких елементів складаються вапняно-содово-катіонітові установки?
3. З яких елементів складаються натрій-катіонітові установки?

Завдання. Виконати розрахунок катіонітових фільтрів другого ступеня для продуктивності Q.

Інформація до розв'язання

При розрахунку слід виходити з того, що твердість води, яка надходить на фільтри другого ступеня, не повинна перевищувати 0,1 мг-екв/л.

Оскільки твердість вихідної води T_{II} для фільтрів другого ступеня невелика (0,1 мг-екв/л), тривалість фільтроциклу рекомендується приймати рівної 100 год і більше.

Фільтри другого ступеня можна розраховувати двома способами.

1. За об'ємом завантаження катіоніта

$$W_{II} = \frac{24 \cdot Q_{II} \cdot t_{II}}{\alpha \cdot E_{IIp}} = \frac{24 \cdot 180 \cdot 0.1}{0.2 \cdot 429} = 5.03 \text{ м}^3 ;$$

$$E_{IIp} = \alpha_s \cdot \beta \cdot E_{повн}$$

Значення β та α - приймаємо по табл. 1.7 і 1.8, тоді

$$E_{IIp} = 0,94 \cdot 0,83 \cdot 550 = 429 \text{ г} - \text{екв} / \text{м}^3$$

Загальна площа фільтрування

$$F = \frac{W_{II}}{H_{II}} = \frac{5.03}{1.5} = 3.35 \text{ м}^2$$

Приймаємо два фільтри діаметром 2 м і площею 3,1 м².

2. За швидкостями процесу фільтрування у зв'язку з незначною твердістю. Загальна площа фільтрації

$$F = \frac{Q_{II}}{V_n} = \frac{180}{40} = 4.5 \text{ м}^2$$

Тому приймаємо два фільтри діаметром 2м і площею 3,1 м². Тоді швидкість

$$V_n = \frac{180}{3,1 \cdot 2} = 30 \text{ м/год}$$

При форсованому режимі роботи, коли виключений один з фільтрів:

$$V_n = \frac{180}{3,1 \cdot (2-1)} = 58 \text{ м/год}$$

що відповідає нормам [1].

Робочу ємність сульфовугілля згідно [1] приймаємо 250 г-екв/м³, витрата солі – 300 г/ г-екв.

Установлюємо кількість регенерацій у добу:

$$a = \frac{24 \cdot Q_{II} \cdot V_n}{F_{II} \cdot H_{II} \cdot E_{пл}^{Na}} = \frac{24 \cdot 180 \cdot 0,1}{3,1 \cdot 1,5 \cdot 250 \cdot 2} = 0,2$$

Регенерація фільтрів буде проводитися через 5 діб. Якщо не працює один фільтр, регенерацію необхідно проводити приблизно через 2 доби.

Визначаємо витрату солі на регенерацію одного фільтра другого ступеня:

$$G_{cII} = \frac{E_{пл}^{Na} \cdot F_{II} \cdot H_{II} \cdot g_2}{1000} = \frac{250 \cdot 3,1 \cdot 1,5 \cdot 300}{1000} = 348,75 \approx 349 \text{ кг}$$

де g_2 - питома витрата солі.

Знаходимо добову витрату технічної солі на регенерацію фільтрів другого ступеня:

$$\Sigma G_{cII} = \frac{G_{cII} \cdot a \cdot n \cdot 100}{93} = \frac{349 \cdot 0,2 \cdot 2 \cdot 100}{93} = 150 \text{ кг/доб}$$

Розраховуємо витрату води на регенерацію фільтрів другого ступеня.

1. Розпушення:

$$Q_{\text{взрII}} = \frac{v_{II} \cdot F_{II} \cdot 60 \tau_{\text{взр}}}{1000} = \frac{3 \cdot 3,1 \cdot 60 \cdot 15}{1000} = 8,37 \text{ м}^3 \approx 8,4 \text{ м}^3$$

2. Безпосередньо регенерація:

$$Q_{\text{рII}} = \frac{Q_{\text{сII}} \cdot 1000}{1000 \cdot \rho \cdot b} = \frac{349 \cdot 100}{1000 \cdot 1,056 \cdot 8} = 4 \text{ м}^3$$

3. Відмивання:

$$Q_{\text{відмII}} = g_{\text{відмII}} \cdot F_{II} \cdot H_{II} = 6,0 \cdot 3,1 \cdot 1,5 = 28 \text{ м}^3$$

Визначаємо загальну витрату води на одну регенерацію одного фільтра другого ступеня:

без використання відмивної води

$$\Sigma Q_{\text{рII}} = Q_{\text{позII}} + Q_{\text{рII}} + Q_{\text{відмII}} = 8,4 + 4,0 + 28 = 40,4 \text{ м}^3 ;$$

з використанням відмивної води

$$\Sigma Q_{\text{рII}} = 8,4 + 4,0 + \frac{28}{2} = 26,4 \text{ м}^3$$

Годинна витрата води на власні потреби другого ступеня:

без урахування використання відмивної води

$$Q_{\text{власнII}} = \frac{\Sigma Q_{\text{рII}} \cdot \text{ан}}{24} = \frac{40,4 \cdot 0,2 \cdot 2}{24} = 0,7 \text{ м}^3 / \text{год} ;$$

з урахуванням використання відмивної води

$$Q_{\text{власнII}} = \frac{26,4 \cdot 0,2 \cdot 2}{24} = 0,44 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Витрата зм'якшеної води на власні потреби другого ступеня склала 0,35%, прийняли 2%.

Розрахунок Na-катіонітових фільтрів другого ступеня

При розрахунку слід виходити з того, що твердість води, яка надходить на фільтри другого ступеня, не повинна перевищувати 0,1 мг-екв/л.

Оскільки твердість вихідної води T_{II} для фільтрів другого ступеня невелика (0,1 мг-екв/л), тривалість фільтроциклу рекомендується приймати рівної 100 год і більше.

Фільтри другого ступеня можна розраховувати двома способами.

1. За об'ємом завантаження катіоніта

$$W_{II} = \frac{24 \cdot Q_{II} \cdot t_{II}}{\alpha \cdot E_{IIp}} = \frac{24 \cdot 180 \cdot 0.1}{0.2 \cdot 429} = 5.03 \text{ м}^3 ;$$

$$E_{IIp} = \alpha_s \cdot \beta \cdot E_{повн}$$

Значення β та α - приймаємо по табл. 1.7 і 1.8, тоді

$$E_{IIp} = 0,94 \cdot 0,83 \cdot 550 = 429 \text{ г - екв / м}^3$$

Загальна площа фільтрування

$$F = \frac{W_{II}}{H_{II}} = \frac{5.03}{1.5} = 3.35 \text{ м}^2$$

Приймаємо два фільтри діаметром 2 м і площею 3,1 м².

2. За швидкостями процесу фільтрування у зв'язку з незначною твердістю. Загальна площа фільтрації

$$F = \frac{Q_{II}}{V_n} = \frac{180}{40} = 4.5 \text{ м}^2$$

Тому приймаємо два фільтри діаметром 2м і площею 3,1 м². Тоді швидкість

$$V_n = \frac{180}{3,1 \cdot 2} = 30 \text{ м / год}$$

При форсованому режимі роботи, коли виключений один з фільтрів:

$$V_n = \frac{180}{3,1 \cdot (2 - 1)} = 58 \text{ м / год}$$

що відповідає нормам [1].

Робочу ємність сульфовугілля згідно [1] приймаємо 250 г-екв/м³, витрата солі – 300 г/ г-екв.

Установлюємо кількість регенерацій у добу:

$$a = \frac{L_{II} \cdot Q_{II} \cdot l_{II}}{F_{II} \cdot H_{II} \cdot E_{pII}^{Na} n} = \frac{24 \cdot 100 \cdot 0.1}{3.1 \cdot 1.5 \cdot 250 \cdot 2} = 0.2$$

Регенерація фільтрів буде проводитися через 5 діб. Якщо не працює один фільтр, регенерацію необхідно проводити приблизно через 2 доби.

Визначаємо витрату солі на регенерацію одного фільтра другого ступеня:

$$G_{cII} = \frac{E_{pII}^{Na} \cdot F_{II} \cdot H_{II} \cdot g_2}{1000} = \frac{250 \cdot 3.1 \cdot 1.5 \cdot 300}{1000} = 348.75 \approx 349 \text{ кг}$$

де g_2 - питома витрата солі.

Знаходимо добову витрату технічної солі на регенерацію фільтрів другого ступеня:

$$\Sigma G_{cII} = \frac{G_{cII} \cdot a \cdot n \cdot 100}{93} = \frac{349 \cdot 0.2 \cdot 2 \cdot 100}{93} = 150 \text{ кг/доб}$$

Розраховуємо витрату води на регенерацію фільтрів другого ступеня.

1. Розпушення:

$$Q_{взрII} = \frac{l_{II} \cdot F_{II} \cdot 60 \tau_{взр}}{1000} = \frac{3 \cdot 3.1 \cdot 60 \cdot 15}{1000} = 8.37 \text{ м}^3 \approx 8.4 \text{ м}^3$$

2. Безпосередньо регенерація:

$$Q_{pII} = \frac{G_{cII} \cdot 1000}{1000 \cdot \rho \cdot b} = \frac{349 \cdot 1000}{1000 \cdot 1.056 \cdot 8} = 4 \text{ л}^3$$

3. Відмивання:

$$Q_{відмII} = g_{відмII} \cdot F_{II} \cdot H_{II} = 6.0 \cdot 3.1 \cdot 1.5 = 28 \text{ м}^3$$

Визначаємо загальну витрату води на одну регенерацію одного фільтра другого ступеня:

без використання відмивної води

$$\sum Q_{pII} = Q_{розII} + Q_{pII} + Q_{відмII} = 8.4 + 4.0 + 28 = 40.4 м^3 ;$$

з використанням відмивної води

$$\sum Q_{pII} = 8.4 + 4.0 + \frac{28}{2} = 26.4 м^3$$

Годинна витрата води на власні потреби другого ступеня:

без урахування використання відмивної води

$$Q_{власнII} = \frac{\sum Q_{pII} \cdot \alpha n}{24} = \frac{40.4 \cdot 0.2 \cdot 2}{24} = 0.7 м^3 / год ;$$

з урахуванням використання відмивної води

$$Q_{власнII} = \frac{26.4 \cdot 0.2 \cdot 2}{24} = 0.44 м^3 / год$$

Витрата зм'якшеної води на власні потреби другого ступеня склала 0,35%, прийняли 2%.