

Тема 9. Технологічні схеми іонного обміну.

1. Водень-катионітові установки.
2. Водень-натрій катионітові установки.
3. Амоній-катионітові установки.
4. Вибір схеми зм'якшення.

1. Водень-катионітова установка представлена на рис. 9.1.

Схема 10

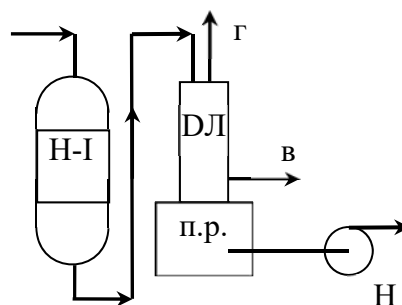
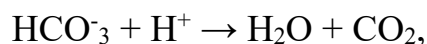


Рисунок 9.1 - Схема водень-катионітової установки: Н-І -перший ступінь установки, інші позначення див. рис. 9.2

Схема 10 самостійно застосовується тільки при наявності у воді бікарбонатної твердості. При цьому лужний аніон HCO_3^- руйнується:



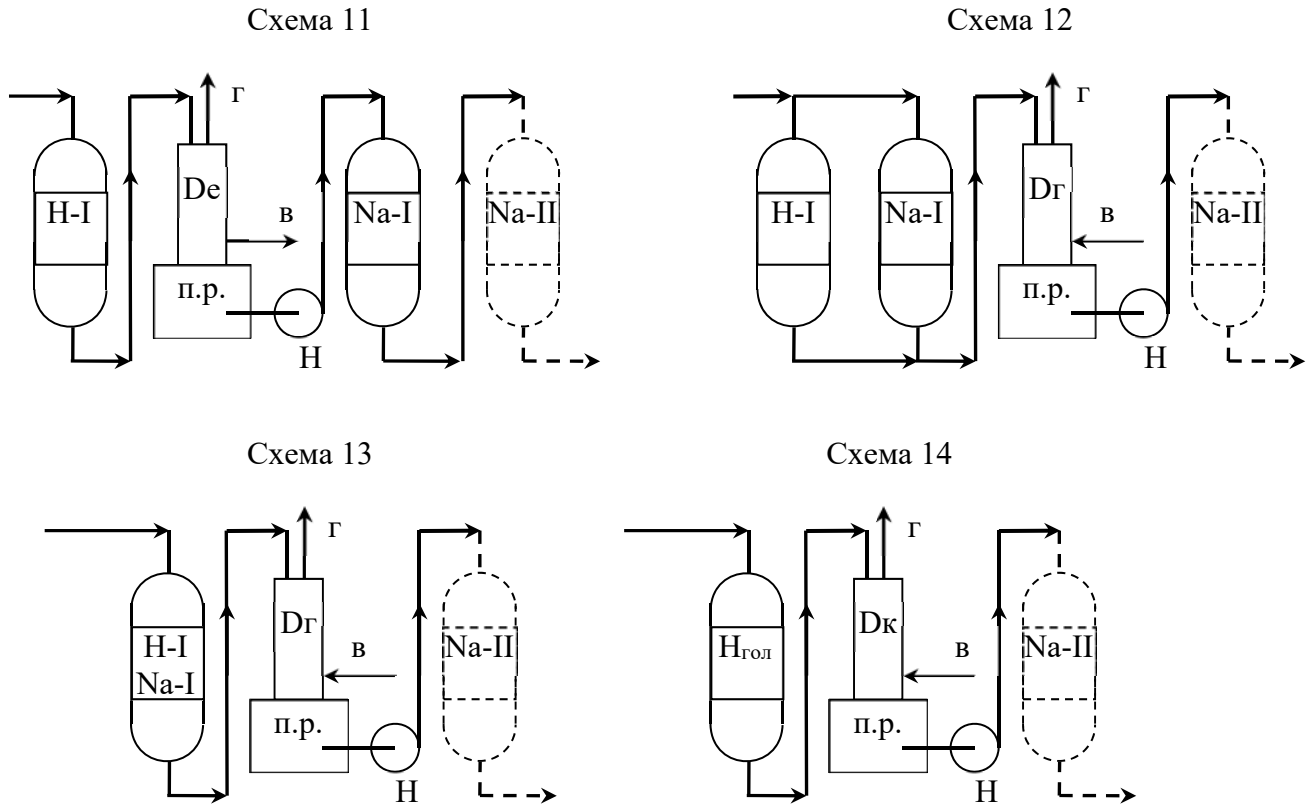
що спричиняє зниження лужності і солемісту (сухого залишку). Кислотний показник рН залишається без зміни.

2. Водень-натрій-катионітові установки

Схема 11 застосовується для послідовного Н-Na-катионування. Частина зм'якшуваної води пропускається через Н-катионітові фільтри. Надалі, після змішання з рештою потоку, вся вода проходить через дегазатор і Na-катионітові фільтри. Схема застосовується для глибокого зм'якшення. При цьому знижуються лужність і солеміст води.

Рекомендується використовувати для зм'якшення твердих вод з високим солемістом (більше 1000 мг/л) при $(\text{Tк}-\text{Tо}) < 0,5$ і при $(\text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^- + \text{NO}_3^-) < 7\text{мг-екв/л}$.

Межа зм'якшення до 0,1-0,03 мг-екв/л (при одному ступені Na-катіонітового фільтра). Лужність знижується до 0,5-0,6 мг-екв/л. Послідовне H-Na катіонування доцільно застосовувати для зниження рН води, зм'якшеної реагентним методом, перед подачею її на Na-катіонітові фільтри, щоб запобігти руйнуванню вугілля.



$H_{\text{гол}}$ - фільтр із «голодною» регенерацією, інші позначення див. рис. 2.2, 2.3

Рисунок 9.2 - Схеми водень-натрій катіонітових установок

Схема 12 використовується для паралельного H-Na-катіонування. Зм'якшувана вода в певних пропорціях пропускається одночасно через H- і Na-катіонітові фільтри, після чого обидва потоки змішуються. Схема застосовується для глибокого зм'якшення. При цьому відбувається зниження лужності та солемісту. Схема використовується для зм'якшення твердих вод (до 15 мг-екв/л), слабомінералізованих вод при $(T_k: T_o) > 0,5$, при $(SO_4^{2-} + Cl^- + NO_3^-) < 7$ мг-екв/л, некарбонатної твердості T_n не більше 3,5 мг-екв/л і вмісті Na^+ – не більше 2 мг-екв/л. Глибина зм'якшення - до 0,1–0,03 мг-екв/л, зниження лужності - до 0,4–0,5 мг-екв/л. Послідовне та паралельне H-Na-

катіонування із другим ступенем Na-катіонітових фільтрів дозволяють знизити T_0 до 0,03 мг-екв/л і нижче.

Схема 13 застосовується для спільного Na-катіонування в тих випадках, коли у вихідній воді T_0 не більше 6 мг-екв/л, вміст Na^+ не більше 1 мг-екв/л і сума аніонів сильних кислот не перевищує 3,5–5 мг-екв/л, і коли одержувана за цією схемою лужність зм'якшеної води ($L_{ост} = 1 - 1,3$ мг-екв/л) не викличе збільшення продувки парогенераторів понад установлені норми. При даній схемі відсутні кислі води. Межа зм'якшення: 0,1-0,3 мг-екв/л.

Схема 14 - H-катіонування з «голодною» регенерацією і Na-катіонування- застосовується для обробки води з підвищеною карбонатною твердістю (лужністю), із сольовмістом до 1500 мг/л після предочистки і при порівняно малому вмісті солей натрію при відшкодуванні будь-яких втрат пари й конденсату. Глибина зм'якшення до 0,1 мг-екв/л, зниження лужності до 0,7-1,5 мг-екв/л.

3. Амоній-катіонітові установки

Схема 15 знаходить застосування при обробці води для промислових котелень. Використання її виключає застосування кислот і утворення кислих вод, що має місце при H-катіонуванні. Введення у воду аміаку значно підвищує рН, вуглекислий газ CO_2 зв'язується з утворенням NH_4HCO_3 , що має буферну дію.

Схема 15

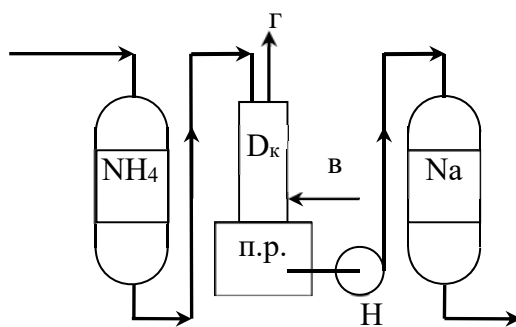


Рисунок 9.3 - Схема установки з амоній-катіонітовим фільтром (NH₄), (позначення див. рис.2.2)

Установки рекомендується застосовувати при невисокому вмісті солей твердості у вихідній воді. Межа зниження твердості - до 0,1 - 0,3 мг-екв/л. Лужність знижується приблизно на величину карбонатної твердості. Недолік: амоній-катионована вода є потенційно кислою.

Установки з натрій і хлор-іонуванням

Схема 16 дозволяє знизити твердість води до 0,01 – 0,02 мг-екв/л, лужність – до 0,2–0,6 мг-екв/л. Катіоніт і аніоніт можуть бути завантажені в один фільтр. Схема використовується для зм'якшення води з вмістом Cl^- і SO_4^{2-} менше 200 мг/л, а також у тих випадках, коли бажано уникнути застосування кислоти для зниження лужності води.

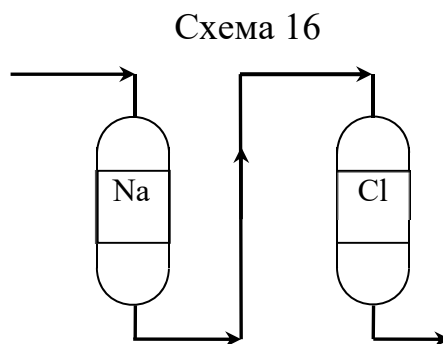


Рисунок 9.4 - Схема установки з натрій-хлор-іонуванням: Na і Cl - натрій-катионітовий і хлор-аніонітовий фільтри

4. Вибір схеми зм'якшення

Вибір того або іншого методу зм'якшення обумовлений якістю вихідної води, необхідною глибиною зм'якшення і техніко-економічним розрахунком.

Натрій-катионітовий або водень-натрій-катионітовий метод застосовують для зм'якшення поверхневих і підземних вод з вмістом зважених речовин не більше 5...8 мг/л.

Згідно вихідним даним (див. табл. 1.1) і вимогам промислового об'єкта ($T_0 = 0,01$ мг-екв/л) доцільно прийняти метод зм'якшення натрій-катионуванням [1]. Оскільки твердість вихідної води досить висока ($T_0 = 10$ мг-екв/л), а при одноступінчастому натрій-катионуванні її можна знизити до 0,03...0,05 мг-екв/л, варто прийняти двоступінчасту схему зм'якшення.

Переваги двоступінчастої установки перед одноступінчастою:

- більш глибоке зм'якшення води;
- підвищення надійності роботи установки;
- зменшення витрати солі на регенерацію.

Відповідно до табл. 1.1 кількість зважених речовин становить 15,0 мг/л, тому потрібне попереднє очищення від зважених речовин на механічних фільтрах.

При розрахунку споруд необхідно враховувати витрату води на власні потреби установки: механічні фільтри - 3...10% (приймаємо 8%); двоступінчаста установка натрій-катіонування - 20...50%, а при використанні 50% відмивочної води для першого ступеня фільтрів - 10...12% (приймаємо 10%), для другого ступеня - 2...5% (приймаємо 2%).

Загальна витрата води на механічні прояснювальні фільтри, м³/г.

$$Q_{of} = 1,2 \cdot Q_o$$

де Q_o – корисна витрата води на прояснювальні фільтри, м³/г.

Таким чином, $Q_{of} = 1,2 \cdot 180 = 216 \text{ м}^3 / \text{г}$.

Питання для повторювання

1. З яких елементів складаються водень-катіонітові установки?
2. З яких елементів складаються водень-натрій катіонітові установки?
3. З яких елементів складаються амоній-катіонітові установки?
4. За якими параметрами здійснюється вибір схеми зм'якшення?