

Шапошніков Є.Г., Висоцький С.П.
Автомобільно-дорожній інститут ДВНЗ "ДонНТУ", Горлівка

ЗМЕНШЕННЯ СКИДІВ ЗАСОЛЕНИХ СТОКІВ ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ МЕМБРАННИХ СХЕМ ЗНЕСОЛЕННЯ ВОДИ

Промислові підприємства енергетичної й хімічної галузей промисловості є споживачами великої кількості очищених вод. У вітчизняній практиці за останні 10 років значно розширилися межі використання мембранних технологій очищення води в хімічній промисловості, у металургії й у виробництві харчових продуктів. Останні мають ряд переваг: практично повне виключення споживання реагентів на процес знесолення води, високий ступінь знесолення за один прохід і зниження скидання солей до рівня, еквівалентного вмісту солей у вихідній воді. При використанні зворотньоосмотичних технологій виникає необхідність більш якісної предочистки води для продовження ресурсу мембран.

В зворотньоосмотичних та нанофільтраційних процесах знесолення води ступінь конверсії не перевищує 75 %. При знесоленні стічних вод від промислових підприємств (а саме шахтної води) виникає проблема скидів концентратів після зворотньоосмотичного обладнання, які викликають засолення поверхневих водних джерел і погіршують або взагалі виключають можливість використання названих джерел.

В даних випадках виникає проблема захисту поверхневих водойм від засолення та відповідного узгодження скидів засолених стоків в поверхневі водойми з природоохоронними установами. Враховуючи наведені обставини, важливо розробити комбіновані схеми знесолення води, які дозволили б значно зменшити скиди солей до нормованих показників.

У ряді країн з розвинутою економікою (США, ФРН) впроваджується концепція нульового скидання забруднень (ZDL). Ця концепція заснована на застосуванні відновлюваних джерел енергії для випаровування стоків і повторного використання чистої води. У США в якості відновлювального джерела енергії використовується сонячна радіація.

При випаровуванні концентратів з використання сонячної радіації розсоли випаровують до сухих солей. При випаровуванні води приблизно до меж розчинності солей потрібно досить велика площа випаровування. Нульове скидання забруднювачів від систем охолодження конденсаторів може бути вирішено за рахунок застосування повітряно-конденсаційних систем.

У сучасних умовах на більшій частині водоподготовчих установках (ВПУ) використовується іонітні технології знесолення води. Іонітні фільтри регенеруються розчинами кислоти та лугу, які в значних кількостях скидаються в поверхневі водойми.

Впровадження виморожування є альтернативним, перспективним методом

переробки концентратів. Установка мембранного знесолення шахтної води із використанням перміату для питних цілей уже тривалий час експлуатується в Польщі. Нами виконане дослідження по використанню виморожування для переробки розсолів. Тала вода після виморожування може змішуватись із перміатом для одержання питної води (звичайно вода проходить після цього стадію знезараження). Існує аномалія переходу з розчину у талу воду і розсіл аніонів HCO_3^- , SO_4^{2-} і катіонів K^+ + Na^+ . Це зумовлено зміною карбонатної-бікарбонатної рівноваги при пониженні температури, що відповідає закону Генрі (з пониженням температури збільшується концентрація HCO_3^- в розчині). Впровадження технології виморожування розсолів зворотньоосмотичного обладнання дозволяє значно зменшити витрати на очищення води.

Для зменшення об'єму концентрату й відповідного зменшення навантаження на найбільш дорогі процеси з фазовим переходом виконані розрахунки процесу концентрування солей у мембранних апаратах з рециркуляцією потоку концентрату

Залежність ступеня знесолення води від ступенів концентрування солей β і переходу розчину в лід γ може бути описане рівняннями.

Загальний баланс солей

$$C_3 = \gamma \cdot C_T + (1 - \gamma) \cdot C_p \quad (1)$$

Ступінь знесолення розчину

$$\alpha = \frac{C_3 - C_T}{C_3} = 1 - \frac{C_T}{C_3} \quad (2)$$

Ступінь концентрування солей

$$\beta = \frac{C_p}{C_3} \quad (3)$$

Після нескладних перетворень із рівнянь (1-3) одержуємо рівняння, яке показує взаємний зв'язок між α , β та γ :

$$\alpha = \frac{(1 - \gamma) \cdot (\beta - 1)}{\gamma} \quad (4)$$

де C_3 – загальний солевміст розчину концентрату, г/кг; C_T – солевміст талої води, г/кг; α – ступінь знесолення розчину;

Ця технологія виправдовує себе при значній тривалості мінусових температур (не менше одного місяця). Очевидно таке рішення можливе при невисокій продуктивності обладнання (не більш декількох десятків т/рік).

Розрахунки одержаних експериментальних даних показують, що загальний вихід перміата збільшується до 93,75 %. Очевидно, що для впровадження концепції "нульового скидання" необхідно прагнути до максимального скорочення об'єму стічних вод.