

ПОПЕРЕДНЄ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАБІЛЬНОЇ РОБОТИ ЗВОРОТНОГО ОСМОСУ

О. С. Купецьких, К. І. Харлова, Г. В. Фаткуліна

Автомобільно-дорожній інститут ДВНЗ «ДонНТУ», м. Горлівка

При знесоленні води за допомогою мембранних технологій, зокрема за допомогою зворотного осмосу, необхідно попередньо очистити воду від деяких домішок та пом'якшити її, тобто звільнити від катіонів кальцію та магнію, які здатні при відповідному аніонному складі води утворювати осади на мембранах, що використовуються в апаратах зворотного осмосу.

Часто об'єктом знесолення є природні води із значним вмістом кальцію. Коли здійснюється обробка жорстких вод, то на поверхні мембран можуть утворюватися осади сульфату і карбонату кальцію, що знижує продуктивність зворотноосмотичного обладнання. До числа хімічних елементів, що сприяють утворенню осаду, можна віднести також гідроксиди марганцю та заліза.

Процес утворення осаду відбувається в тому випадку, коли добуток активних іонів, що входять до складу будь-якої малорозчинної сполуки, перевищує добуток розчинності, тобто вода, що обробляється, виявляється пересиченою цим з'єднанням. Найбільш несприятливі умови для створення осаду спостерігаються у застійних зонах апарату та примембранному шарі розчину.

Відкладення карбонату кальцію пояснюється вилученням з розчину вуглекислоти, що приводить до порушення вуглекислотної рівноваги, утворенню надлишку карбонатних іонів, які вступають в реакцію з іонами кальцію. При малій своїй розчинності отриманий

карбонат кальцію випадає в осад.

Від утворення осаду залежить працездатність напівпроникних мембран, тому що він забиває пори, порушує гідродинаміку переміщення потоку та масообмін у граничному шарі. У зв'язку з цим скорочується час роботи мембрани на установці, а оскільки мембрани дорого коштують, то це збільшує витрати на очищення води.

Умови стабільності води за карбонатом кальцію залежать від багатьох факторів: температури води, концентрації кальцію, лужності, загального солемісту та величини рН. Має значення також вміст в воді деяких поверхнево-активних речовин, що затримують кристалізацію карбонату кальцію.

Для запобігання забруднення мембран в апаратах зворотного осмосу вода повинна мати наступні показники: мутність - $\leq 0,3$; перманганатна окислюваність - ≤ 10 мг/дм³; вміст заліза - $\leq 0,05$ мг/дм³.

У випадку нестабільності вихідної води за карбонатом кальцію необхідна спеціальна обробка води, що знесолюється.

Існує декілька методів забезпечення стабілізаційної роботи обладнання: підкислення (обробка води кислотою); пом'якшення води (реагентне або за допомогою іонного обміну); введення в воду інгібіторів утворення осаду; механічні фільтри.

Одним з найбільш розповсюджених засобів запобігання відкладень карбонату кальцію на мембранах є підкислення води до її подачі на зворотноосмотичне обладнання. Доза кислоти визначається експериментальним шляхом згідно з оцінкою стабільності концентрату зворотноосмотичних апаратів.

В практиці знесолення води зворотним осмосом знаходять застосування технологічні схеми, які передбачають підкислення води та наступну її аерацію перед наданням у зворотноосмотичні апарати. Але

такий засіб не є економічно вигідним, оскільки для стабілізаційної обробки води потрібні великі дози кислоти.

Реагентне пом'якшення як етап попереднього очищення при знесоленні відповідно невеликих мас води доцільно проводити іонообмінним способом.

Для вилучення солей жорсткості (Ca та Mg) можна використовувати Na-катіонітні фільтри. При цьому важливо обрати найкращий реагент для регенерації відпрацьованого розчину, щоб вирішити проблеми утилізації стоків. В наш час перспективним регенерантом слід вважати сульфат натрію, використання якого дозволяє отримати після регенерації розчин, який містить гіпс ($\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$). Гіпс можна використовувати в різних галузях промисловості.

Недоліком технології пом'якшення води в натрій-катіонітних фільтрах є значна витрата кухонної солі на регенерацію катіоніту і, відповідно, скидання засолених стоків у поверхневі водойми, що викликає деградацію водних джерел. Недоліком технології обробки води у водень-катіонітних фільтрах при їх регенерації в так званому голодному режимі є те, що в країнах СНД для завантаження фільтрів використовують сульфовугілля, яке має низьку обмінну ємність поглинання, а також галузь застосування тільки для обмеженого класу природних вод з низьким співвідношенням бікарбонатної лужності води і суми еквівалентних концентрацій хлоридів і сульфатів у вихідній воді. При збільшенні вмісту хлоридів і сульфатів виникає небезпека появи кислих вод у фільтраті зазначених фільтрів і в регенераційних розчинах.

В практиці зворотного осмосу широке розповсюдження також отримали поліфосфати. Ці речовини не володіють агресивними

властивостями, до точності їх дозування не висувають високих вимог. Окрім цього поліфосфати сприяють уповільненню корозії. Для стабілізаційної обробки води застосовують гексаметофосфат натрію $(\text{NaPO}_3)_6$ та триполіфосфат натрію $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$.

Обробка води з використанням присадок фосфонових сполук є найпростішою в апаратурному оформленні і вимагає найнижчих експлуатаційних витрат. Для реалізації цієї технології потрібні лише установка бака-відмірювача, насосів-дозаторів і змішувача води, що підлягає обробці реагентом.

Для запобігання забруднення зворотноосмотичних мембран від завислих та інших речовин можна встановити механічні фільтри, як один з етапів водопідготовки та отримання води потрібної якості. Розрізняють кілька типів фільтрування: проціджування, плівкове фільтрування, об'ємне фільтрування.

Сучасною альтернативою традиційним способам передпідготовки води перед зворотноосмотичним обладнанням є технологія ультрафільтрації. Середній розмір пор мембран (для половолоконних елементів) становить 0,03 мкм, тому не дивно, що застосування ультрафільтрації дозволяє гарантувати значення SDI не більше 3 і залишкову каламутність менше 0,1.

Використання ультрафільтрації перед зворотним осмосом у порівнянні з іншими технологіями має ряд переваг: значно краще якість обробки вихідної води; не потрібне використання вапна; знижуються витрати споживаної води в 1,5–2 рази; зменшуються енерговитрати в 1,5–2 рази; значно знижуються трудовитрати по обслуговуванню і догляду та при цьому собівартість попередньої підготовки води знижується більш ніж в 3 рази.