

Курс "Новітні технології водопідготовки" розроблено в рамках проекту «Безпечна питна вода в Україні: доступ до інформації про якість води та методи водопідготовки», що реалізується ГО "БУВТ "WaterNet" за фінансової підтримки Фінського Фонду Місцевого Співробітництва Посольства Фінляндії в Україні

Лабораторна робота № 3

ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ФОУЛІНГУ НА ПОВЕРХНІ МЕМБРАНИ ТА ЕФЕКТИВНОГО МЕТОДУ ЙОГО УСУНЕННЯ

Мета роботи: На зразку мембранного матеріалу (з відпрацьованого в реальних умовах елемента) ідентифікувати тип фоулінгу і підібрати найбільш ефективні реагенти для його усунення.

Теоретичні відомості

Забруднення мембранного полотна (фоулінг) – це накопичення небажаних відкладень на поверхні мембрани або всередині пор мембрани, що спричиняє зменшення продуктивності та селективності мембрани. З точки зору типів забруднень, обростання можна класифікувати на біологічне забруднення, органічне, неорганічне та колоїдне забруднення. Розглянемо види фоулінгу мембран більш детально.

Біофоулінг - це процес адгезії та розмноження мікроорганізмів на поверхні мембрани. На відміну від інших типів фоулінгу, від біофоулінгу важко позбутись методами попереднього очищення води що подається на мембрану. Біологічне обростання спричиняється мікроорганізми які можуть рости і розмножуватися. В результаті, якщо попереднє очищення не може видалити 100% бактерій, інші організми можуть поступово рости на поверхні мембрани і викликати її забруднення.

Колоїдний фоулінг – відноситься до забруднення мембрани, викликаного колоїдами. Звичайні колоїдні забруднення можна розділити на два типи, тобто

неорганічні забруднення та органічні макромолекули. Основні неорганічні забруднювачі у природній воді включають мінерали силікату алюмінію, кремнезем, оксиди/гідроксиди заліза, тоді як органічні макромолекули у воді в основному складаються з таких матеріалів, як полісахариди, білки, а також деякі природні органічні речовини.

Органічний фоулінг – спричиняється забрудненням мембрани органічними речовинами. Ці органічні речовини зазвичай складаються з гумінових речовин, полісахаридів, білків, ліпідів, нуклеїнових кислот, амінокислот та органічних кислот

Скейлінг (неорганічний фоулінг) – це осадження неорганічних речовин на поверхні мембрани або всередині пор мембрани. Оскільки розчинність деяких неорганічних речовин досить мала та концентрація деяких іонів у воді досить висока, коли відбувається перевищення добутку розчинності розчин стає пересиченим, солі осідають на поверхні або порах мембрани. Основними неорганічними елементами, знайденими на поверхнях мембран зворотного осмосу, були Fe, Ca та Mg.

Основна складність забруднення мембран зворотного осмосу пов'язана з наявністю відразу кількох типів речовин, які можуть взаємодіяти разом, утворюючи компактні та щільні шари забруднень. На рисунку 1 продемонстровані деякі типи фоулінгу мембранних полотен.



Рисунок 3.1 – Фото розкритих забруднених мембран: а – солями жорсткості; б – біофоулінгом; в – залізом

Існує безліч методів очищення (наприклад, фізичні, хімічні, біологічні та ферментативні), і їх ефективність очищення можна оцінити шляхом зменшення

опору та відновлення продуктивності. Для хімічного очищення важливий вибір відповідних хімічних засобів, що зазвичай робиться з урахуванням типів забруднень та економічних факторів. Крім того, хімічні агенти не повинні викликати хімічних пошкоджень мембранного полотна. Хімічні реагенти можуть вступати в реакцію з забрудниками, і, як наслідок, сили когезії між забрудненнями, а також адгезія забруднень до поверхні мембрани можуть бути зменшені, що полегшує видалення забруднень. Кислоти ефективні для видалення скейлінгу, тоді як лужні розчини, такі як гідроксид натрію, більш ефективні для видалення органічного забруднення та біологічного обростання. Також для видалення біофоулінгу мембранний елемент можуть обробляти розчином гіпохлориту натрію, перекисом водню або озоном.

Методика проведення досліджень

Реактиви та матеріали

4% гіпохлорит натрію; 4% хлоридна кислота; 4% гідроксид натрію. Скляні стаканчики об'ємом 100 мл – 3шт. Скляні палички – 3 шт. Зразки забрудненого мембранного полотна площею 30х30мм – 3шт. Пінцет -1 шт.

Завдання

1. Ознайомитись з теоретичною інформацією щодо можливих типів фоулінгу мембранних елементів, причин його виникнення, та методів очищення мембранних елементів.
2. Провести автопсію (розтин) мембранного елемента та з найбільш інтенсивно забрудненого місця мембранного елемента вирізають зразки мембранного полотна.
3. Шляхом занурення зразків забруднених мембран у розчини хлоридної кислоти, натрію гідроксиду та натрію гіпохлориду визначити тип забруднення мембранного елемента.

Хід роботи

Мембрану розгортають, щоб розрізнити очевидні морфологічні особливості та закономірності розподілу шару обростання, утвореного на

поверхні мембрани. З найбільш інтенсивно забрудненого місця мембрани вирізають шматочки розміром 2 см на 7 см. Поміщають у стаканчики зразки забрудненого мембранного полотна. В перший стаканчик наливають розчин 4% HCl. За необхідністю за допомогою скляної палички притискають зразок полотна до дна стаканчика. В другий та третій стаканчики наливають розчини NaOH 4% та NaClO 4% відповідно за необхідності також притискають зразок мембранного полотна до дна стаканчика. Після сплину 10 хвилин зразки полотен виймають та кладуть у чашку Петрі. Візуально оцінюється стан поверхні мембранного полотна. Зробити висновок в якому розчині полотно краще очистилось від фоулянтів. Зробити висновок по хімічній/біологічній природі фоулянтів.

Перенести зразок після обробки лужним реагентом в стаканчик з кислотним реагентом і протримати в розчині 10 хв. Вийняти пінцетом зразок і покласти в чашку Петрі. Візуально оцінити стан поверхні мембранного полотна. Зробити висновок в результаті якої обробки (одним чи двома розчинами) полотно краще очистилось від фоулянтів. Зробити висновок по хімічній/біологічній природі фоулянтів.

Питання для самоконтролю

1. Що таке фоулінг та фоулянти? Назвіть всі відомі вам різновиди фоулінгу.
2. Які фоулянти слід відмивати кислотними реагентами, а які лужними?
3. В чому сенс проведення першої стадії обробки лужним реагентом, а за ним кислотним?
4. Наведіть основні методи боротьби з: колоїдним фоулінгом; біофоулінгом; органічним фоулінгом; скейлінгом.