

ОЧИЩЕННЯ ЛУЖНИХ РОЗЧИНІВ ВІД ПРЯМИХ БАРВНИКІВ НАНОФІЛЬТРАЦІЙНОЮ КЕРАМІЧНОЮ МЕМБРАНОЮ

Кучерук Д.Д. д-р хім. наук, професор, Дульнева Т.Ю. канд. хім. наук,
Красуленко І.С. магістрант
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ

Встановлена висока селективність (99,2...99,9 %) нанофільтраційної керамічної мембрани при очищенні лужних розчинів від барвників прямого червоного і прямого коричневого. Це дає можливість рекомендувати зазначену мембрану для очищення від прямих барвників миючих лужних розчинів банкнотних фабрик.

Installed the high selectivity (99.2...99.9 %) nanofiltration ceramic membranes by cleansing alkaline solutions of direct dyes direct red and brown. This enables the membrane to advise on treatment of direct dyes detergent alkaline solutions Banknote Printing Works.

Ключові слова: нанофільтрація, керамічна мембрана, очищення, лужні розчини, коефіцієнт затримки, питома продуктивність.

Відомо [1-3], що керамічні мембрани, що використовуються в баромембранних процесах (мікро-, ультра- і нанофільтрація) мають більшу механічну, хімічну і біологічну стійкість, ніж полімерні мембрани. Якщо врахувати це і можливість їх простої регенерації (зворотним потоком фільтрату), то використання таких мембран видається вельми перспективним для очищення агресивних рідин, де полімерні мембрани не придатні.

До подібних рідин можна віднести, зокрема, миючі розчини банкнотних фабрик, що мають високу лужність (рН 12...13) і вміст барвників (3...3,5 %), склад яких, як правило, засекречений. Такі розчини, після очищення від механічних домішок і барвників можна було б повторно використати для промивки друкарських машин, що є доцільним як з економічних, так і екологічних міркувань.

У зв'язку з цим мета представленої роботи полягає у визначенні ефективності очищення лужних розчинів від аніонних барвників нанофільтраційною керамічною мембраною. Дослідження проведені на нанофільтраційній установці, що складається з дослідної комірки, насоса, манометрів, регулювальних вентилів, водопідвідних і водовідвідних полімерних трубок. Дослідна комірка являє собою циліндричний корпус із нержавіючої сталі, в середині якого була концентрично розміщена нанофільтраційна трубчаста керамічна мембрана із α - Al_2O_3 . Вихідний розчин при температурі 293 К подавали в середину трубчастої мембрани, де знаходився її активний шар, а фільтрат відводили із її зовнішнього боку. Вміст барвників у вихідних розчинах і фільтратах аналізували за допомогою електрокалорифера КФК – 2МП.

Коефіцієнт затримки R барвника і питому продуктивність I_v мембрани визначали за формулами:

$$R = \frac{C_{\text{вих}} - C_{\text{ф}}}{C_{\text{вих}}} \cdot 100\%$$

і

$$I_v = \frac{Q}{St}, \left(\frac{\text{дм}^3}{\text{м}^2 \cdot \text{год}} \right),$$

де $C_{\text{вих}}$, $C_{\text{ф}}$ – концентрація барвника відповідно у вихідному розчині і фільтраті; Q – об'єм фільтрату, що пройшов крізь мембрану з площею S за час t .

На рисунку 1 показано, що зі збільшенням тривалості експерименту від 15 до 120 хв. при тиску 1,2 МПа, рН 12,8 і концентрації у вихідному розчині барвника прямого червоного 50,0 мг/дм³ зростає коефіцієнт його затримки R від 98,0 до 99,2 % при зменшенні питомої продуктивності I_v керамічної мембрани від 25,0 до 19,8 дм³/(м²·год). Очевидно, високе значення R барвника обумовлене електростатичною взаємодією його однойменно заряджених молекул і поверхні керамічної мембрани, а зменшення в часі значення I_v мембрани – утворенням на її поверхні додаткового бар'єра у вигляді динамічної мембрани із барвника.

Збільшення робочого тиску від 0,4 до 1,2 МПа при рН 12,8 і концентрації у вихідному розчині прямого червоного 50,0 мг/дм³ підвищувало коефіцієнт його затримки R від 98,0 до 99,2 % і питому продук-

тивність I_v мембрани від 16,3 до 25,0 $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ (рисунок 2). Відбір проб здійснювали через 15 хв. від початку експерименту, щоб запобігти впливу концентрування вихідного розчину. Практично лінійну залежність зростання I_v від тиску можна пояснити збільшенням рушійної сили процесу.

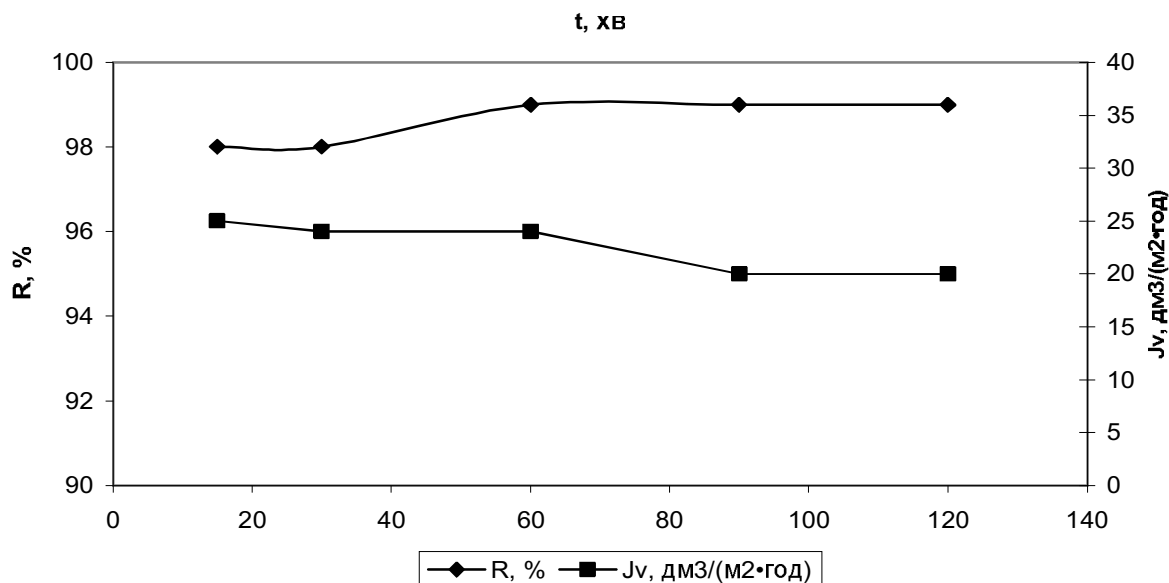


Рис. 1 – Графік залежності коефіцієнта затримки барвника і питомої продуктивності від часу

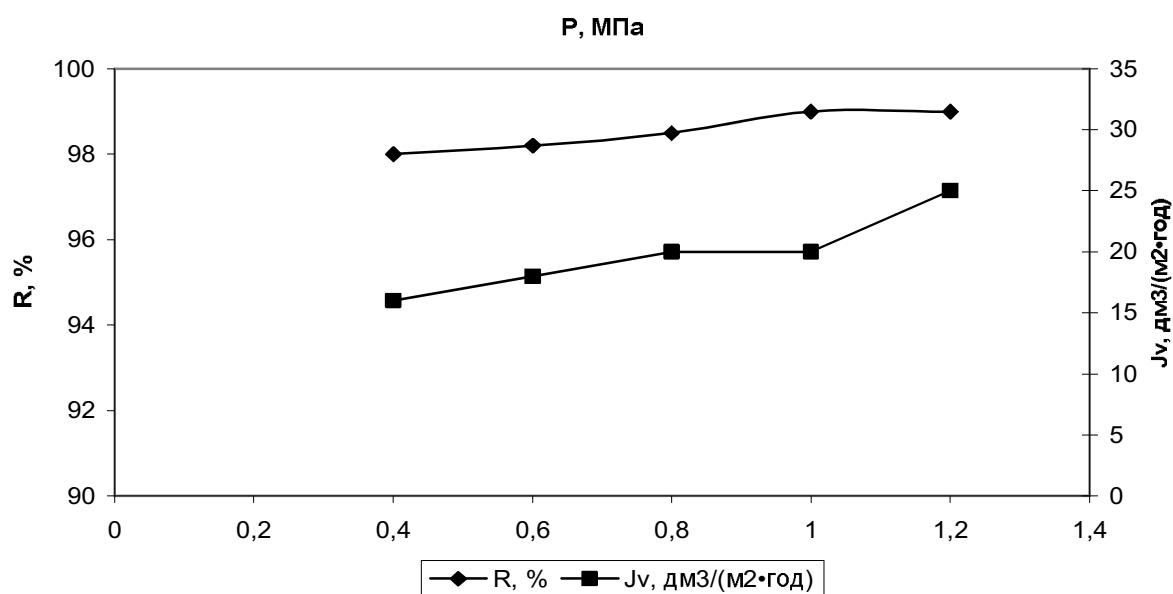


Рис. 2 – Графік залежності коефіцієнта затримки барвника і питомої продуктивності від тиску

Підвищення концентрації вихідного розчину прямого червоного від 50,0 до 300,0 $\text{мг}/\text{дм}^3$ при тиску 1,2 МПа і рН 12,6...12,8 зменшувало значення R барвника від 99,3 до 98,0 % і значення I_v мембрани – від 20,0 до 14,2 $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ (рисунок 3), що пов'язано зі зростанням впливу концентраційної поляризації

Зміна величини рН вихідного розчину в інтервалі від 6,2 до 13,0 прямого червоного з концентрацією 100 $\text{мг}/\text{дм}^3$ при тиску 1,2 МПа і тривалості експерименту 2,0 год. практично не впливала на значення R і I_v . Слід також зазначити, що у всіх експериментах значення рН вихідних розчинів і їх фільтратів практично не відрізнялись, тобто не відбувалось затримки іонів OH^- мембраною.

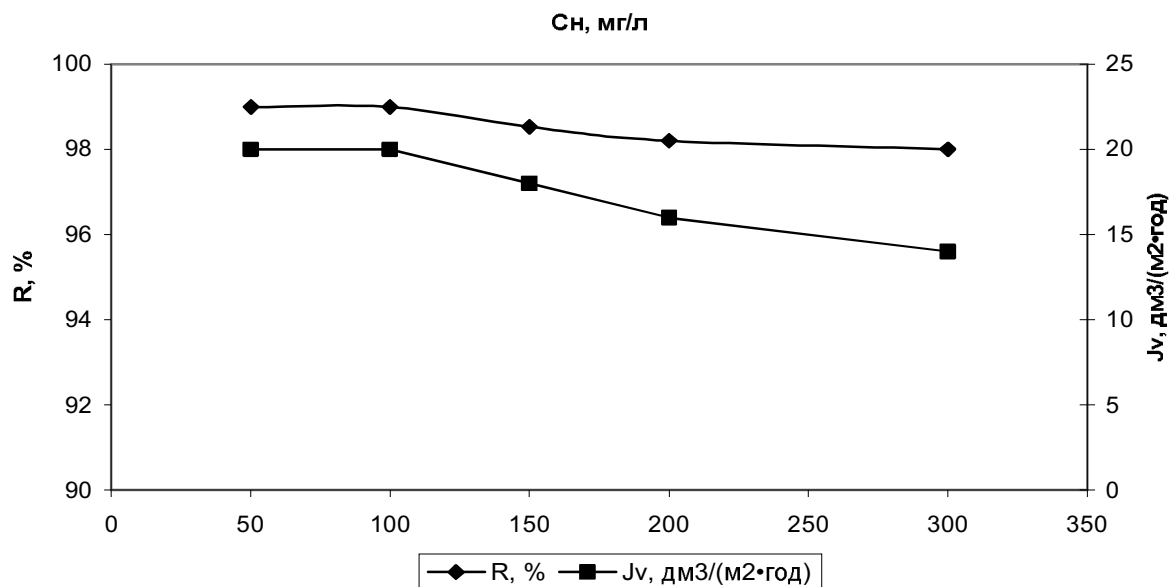


Рис. 3 – Графік залежності коефіцієнта затримки барвника і питомої продуктивності від початкової концентрації

Аналогічні результати отримані при очищенні нанофільтраційною керамічною мембраною лужних розчинів від іншого барвника – прямого коричневого. Зокрема, показано, що зі збільшенням тривалості експерименту від 15 до 120 хв. при тиску 1,2 МПа, рН 12,8 і концентрації у вихідному розчині прямого коричневого 50,0 мг/дм³ коефіцієнт його затримки R практично не змінювався і становив 99,9 % при зменшенні питомої продуктивності J_v мембрани від 25,3 до 22,2 дм³/(м²·год). При цьому лужність фільтрату залишалась практично такою ж, як і вихідного розчину, тобто мембрана вільно пропускала іони OH^- . Збільшення концентрації прямого коричневого у вихідному розчині від 50,0 до 300,0 мг/дм³ при тиску 1,2 МПа і тривалості експерименту 2,0 год., практично не впливало на значення R барвника (99,9 %) і зменшувало значення J_v мембрани від 22,2 до 18,5 дм³/(м²·год). Більшу селективність нанофільтраційної керамічної мембрани до барвника прямого коричневого (у порівнянні з прямим червоним) можна пояснити його більшою схильністю до утворень асоціатів.

Висновки

Проведені дослідження свідчать, що нанофільтраційна керамічна мембрана ефективно вилучає прямі барвники із лужних розчинів, не впливаючи на їх значення рН. Це дає можливість рекомендувати її для очищення миючих лужних розчинів, які містять прямі барвники, банкотних фабрик з метою повторного використання цих розчинів у виробництві.

Література

1. Брик М.Т. Енциклопедія мембран: В 2 т. – К.: Вид. Дім «Києво-Могилянська академія», 2005 – 2006. – Т. 1. – 658 с.
2. Jin J. Recovering of ceramic membrane used for sewage from restaurant by chemical cleaning/ J. Jin, Y. Chen, Z. Wu // J. Nanjing Univ. Chem. Technolog. – 2000. – Vol. 22, № 1. – P. 67 – 70/
3. Chemical stability of ceramic multilayer membranes / T. Van Gestel, C. Vandecasteele, J. Schaep [et. al] // 6th International Conf. on Inorganic Membranes, 26-30 june 2000 y.: Prog. And Book of Abstracts. – Montpellier, 2000. – P. 107.