

УДК 628.16.081

ГРИГОРЕНКО О. В., магістрант; КОРНІЄНКО Я. М., д.т.н., проф.; ГУЛІЄНКО С. В., ст. викл.  
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

## ВІДНОВЛЕННЯ РУЛОНОВАНИХ ЗВОРотноОСМОТИЧНИХ МЕМБРАННИХ МОДУЛІВ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ

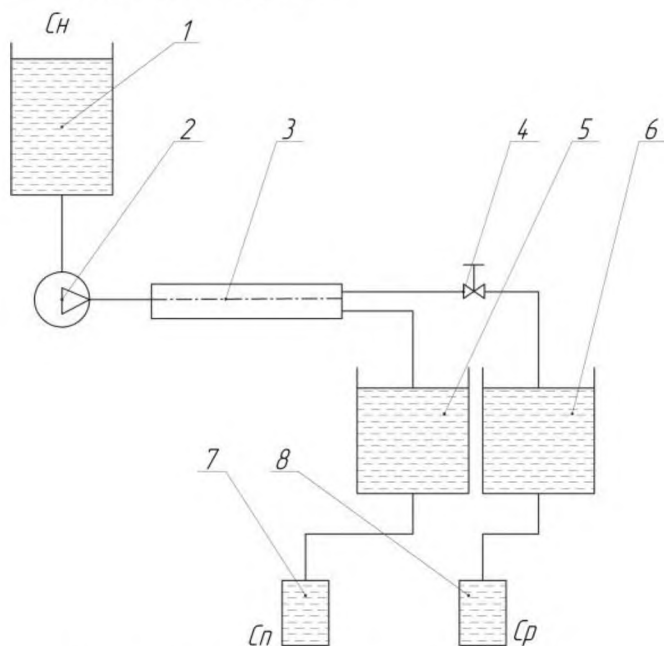
Запропоновано спосіб відновлення продуктивності рулонаних зворотноосмотичних мембранних модулів для очищення питної води, що не зменшує їхніх селективних властивостей.

**Ключові слова:** регенерація мембран, зворотний осмос, очищення води.

© Григоренко О. В., Корнієнко Я. М., Гулієнко С. В., 2015.

**Постановка проблеми та аналіз попередніх досліджень.** Забруднення поверхні мембран є найбільшою проблемою під час експлуатації зворотноосмотичних установок для очищення питної води. Особливо актуальним є питання відновлення ефективних і широко застосовуваних рулонаних мембранних модулів, конструкція яких унеможливає механічне видалення забруднень. Поверхню мембран у таких модулях очищують лише потоком промивної рідини. Можливість насичення шару осаду промивною рідиною забезпечується невисокою порозністю (0,3...0,4) шару осаду (переважно сульфат і карбонат кальцію, гідроксид і хлориди заліза), що утворюється на поверхні мембрани і має слабку лужну реакцію.

У попередній праці після проведення двох дрібнофакторних експериментів  $2^{3-1}$  ми встановили, що максимальної ефективності відновлення рулонаних зворотноосмотичних мембранних модулів (РЗОМ) можна досягти шляхом їхнього промивання розчином лимонної кислоти в кількості 5 г/л у пермеаті з TDS 7...15 ppm [1]. Було також висунуто припущення, що, оскільки рух промивної рідини в каналі ретанту є ламінарним із  $Re < 35$ , видалення осаду необхідно інтенсифікувати, застосовуючи промивання під розрідженням або пульсаційний режим.



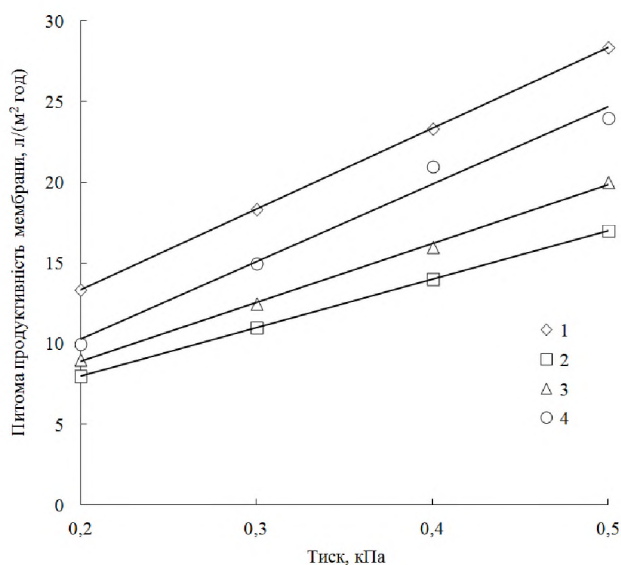
1 – посудина з промивним розчином; 2 – насос;  
3 – мембранний модуль; 4 – кран; 5, 6 – мірники  
для пермеату й ретанту; 7, 8 – збірники пермеату  
й ретанту

Рис. 1 – Схема лабораторної установки

**Метою** статті є вибір ефективного способу відновлення продуктивності рулонаних зворотноосмотичних мембранних модулів для очищення питної води, що не зменшує їхніх селективних властивостей.

**Виклад основного матеріалу.** Досліджували РЗОМ марки Dow FILMTEC TW30-1812-24 [2], які штучно забруднювали, пропускаючи крізь них водопровідну воду із вмістом розчинених речовин 200...300 мг/л протягом 18 год. на лабораторній установці (рис. 1).

Потім здійснювали відновлення РЗОМ розчином лимонної кислоти в кількості 5 г/л у пермеаті з TDS 7...15 ppm із температурою 20 °С: промиванням під розрідженням, зменшуючи тиск до 5 кПа протягом 30 с і тривалістю робочого режиму 300 с; пульсаційним промиванням, зменшуючи тиск до 5 кПа протягом 30 с, набираючи рідину в модуль протягом 30 с під тиском 30 кПа, знову зменшуючи тиск до 5 кПа на 150 с і повторно набираючи рідину. Вибір робочого тиску було обумовлено необхідністю забезпечення локального кипіння промивної рідини в шарі осаду з метою руйнування останнього за температури, яка не зменшує селективні властивості відновлюваної мембрани.



1 – нова мембрана; 2 – забруднена мембрана;  
3 – після промивання під розрідженням;  
4 – після пульсаційного промивання

**Рис. 2 – Порівняння способів відновлення продуктивності рулонованих зворотноосмотичних мембранних модулів**

Питомий потік крізь мембрану до і після її відновлення визначали за формулою  $J = V/(F\tau)$ , де  $V$  – об'ємна витрата пермеату, л/с;  $F$  – площа робочої поверхні мембрани, м<sup>2</sup>;  $\tau$  – тривалість вимірювань, год.

Вимірювання проводили для трьох РЗОМ. Результати усереднювали.

Установлено, що найбільш ефективним було відновлення РЗОМ шляхом пульсаційного промивання (рис. 2). Після нього питома продуктивність модуля зросла на чверть, тоді як селективні властивості мембрани майже не змінилися ( $R = 0,95 \dots 0,96$ ).

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Установлено, що застосування пульсаційного режиму для відновлення продуктивності рулонованих зворотноосмотичних мембранних модулів для очищення питної води дає кращий результат порівняно з промиванням під розрідженням. Це попередні припущення, зроблені після проведення дрібнофакторних експериментів. У подальшому планується провести додаткові дослідження зі встановлення раціональної кількості циклів пульсаційного режиму.

#### Список використаної літератури

1. Корнієнко Я. М. Підвищення ефективності регенерації забруднених рулонованих мембранних модулів / Я. М. Корнієнко, С. В. Гулієнко, О. В. Григоренко // Наук. пр. ОНАХТ. – Вип. 45. – Т. 3. – С. 101-104.
2. Industrial Water Elements [Електронний ресурс] / Dow Water & Process Solutions. – Режим доступу : [http://www.dowwaterandprocess.com/en/products/reverse\\_osmosis\\_and\\_nanofiltration/industrial-elements](http://www.dowwaterandprocess.com/en/products/reverse_osmosis_and_nanofiltration/industrial-elements) (дата звернення 15.05.15).

Надійшла до редакції 25.05.2015.

Grygorenko O. V., Kornijenko Ja. M., Gulijenko S. V.

#### RECOVERY OF ROLL REVERSE OSMOSIS MEMBRANE MODULES FOR WATER PURIFICATION

Contamination of membrane surfaces is a major problem in the operation of reverse osmosis units for water purification. Particularly relevant is the question of recovery is widely used roll of membrane modules, the design does not allow to remove dirt mechanically. The surface of such membranes in modules purified by passing therethrough a flow of washing liquid. The authors have shown that the use of oscillatory regime to restore the performance of roll reverse osmosis membrane modules to water purification gives a better result compared to negative pressure washing. This finding confirms the preliminary assumptions made after the factorial experiments. In the future authors plan to conduct additional studies to determine the number of cycles of oscillatory regime.

**Keywords:** regeneration of membranes, reverse osmosis, water treatment.

#### References

1. Kornijenko, Ja.M., Gulienko, S.V. and Grygorenko, O.V. (2014), "Pidvyshhennja efektyvnosti reheneraciji zabrudnennykh rulonovanykh membrannykh moduliv" [Increase of efficiency of contaminated rolling membrane modules regeneration], *Naukovi pratsi ONAHT*, 3, pp.101-104.
2. Dow Water & Process Solutions (2015), "Industrial Water Elements", available at: [http://www.dowwaterandprocess.com/en/products/reverse\\_osmosis\\_and\\_nanofiltration/industrial-elements](http://www.dowwaterandprocess.com/en/products/reverse_osmosis_and_nanofiltration/industrial-elements) (Accessed 15 April 2015).