

ЗНИЖЕННЯ КАПІТАЛЬНИХ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВИТРАТ ЗА РАХУНОК ОПТИМІЗАЦІЇ РОБОЧОГО ТИСКУ МЕМБРАННИХ ЕЛЕМЕНТІВ

*старший викладач М.В. Коновальчик, Ю.О. Бельчик
Автомобільно-дорожній інститут ДВНЗ "ДонНТУ"
м. Горлівка, Україна*

Постійно зростаючі сучасні вимоги промисловості спричиняють все більше використання підприємствами мембранних технологій очищення води. Мембранні апарати, навіть на теперішній час є достатньо дорогим обладнанням. Під час експлуатації це обладнання необхідно використовувати з однієї сторони інтенсивно, для відшкодування капітальних витрат, а з іншої кваліфіковано, щоб уникнути втрати його важливих технічних характеристик. Для цього необхідно враховувати цілу низку факторів від яких залежить продуктивність та довговічність експлуатації мембранних установок.

Однією з ефективних можливостей оптимізації роботи мембранного елемента є оптимізація тиску оброблюємої води. В даній роботі було побудовано та проаналізовано залежність витрат електроенергії та витрат на мембранні елементи від тиску води, що очищується, та визначено оптимальний тиск води, що оброблюється для (мембранних елементів фірми „Filmtec”). Оптимальний тиск води забезпечить економію електроенергії та значно подовжить строк служби мембранних елементів.

Основною діючою силою зворотноосмотичного знесолення води є тиск оброблюємої води. В даній роботі було виведено формулу залежності продуктивності мембранного елемента від тиску води, що очищується.. Дослідження проводилися на мембранних елементах фірми „Filmtec”.

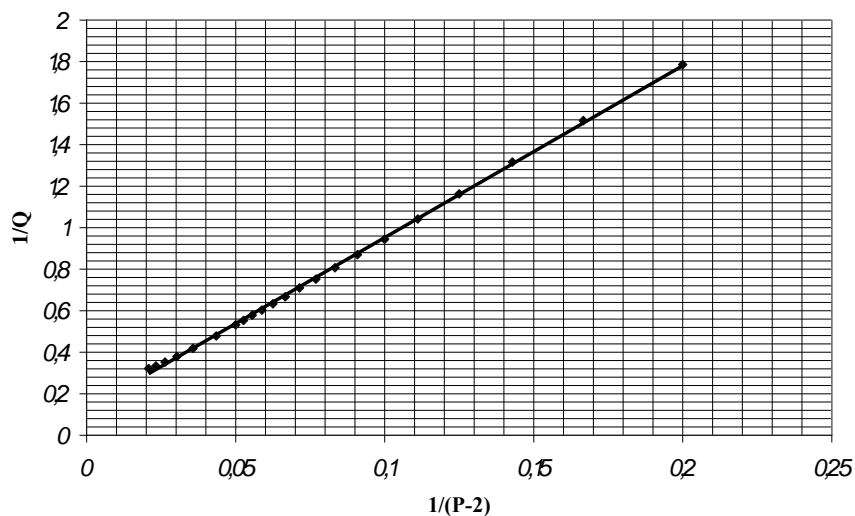


Рис. 1 – Залежність продуктивності від тиску оброблюємої води, для рулонних мембранних елементів фірми „Filmtec”.

Наведена вище графічна залежність має вигляд рівняння (1).

$$Q = \frac{8,10 \cdot (P - \varphi)}{67,3 + (P - \varphi)}, \quad (1)$$

де Q – продуктивність мембранного елемента м³/год;

P – тиск оброблюємої води, бар;

$\varphi = 2$ бар (для мембранних елементів фірми „Filmtec”).

Якщо представити капітальні питомі витрати формулою (2), та підставити замість q (витрата на одиницю площі елемента) вираз рівняння (1), так як дослідження проводилися з одним елементом, то отримаємо формулу (3), що показує залежність капітальних питомих витрат від тиску оброблюємої води.

$$B_{к.пит.} = \frac{Q}{q \cdot S_1} \cdot C_{елем.} / (Q \cdot 8760 \cdot 3), \quad (2)$$

де $B_{к.пит.}$ – витрати капітальні питомі, \$;

Q – продуктивність, м³/год;

q – витрата на одиницю площі мембранного елемента, л·м²/год;

$C_{елем.}$ – ціна одного елемента, \$;

3 – кількість років експлуатації.

Після деяких перетворень з рівняннями (1) та (2) отримуємо формулу для розрахунку капітальних питомих витрат в залежності від тиску оброблюємої води.

$$B_{к.пит.} = \frac{C_{елем.} \cdot (67,3 + (P - \varphi))}{212868 \cdot (P - \varphi)}, \quad (3)$$

де S_1 – площа одного мембранного елемента, м².

Витрати електроенергії на привід насосу зазвичай визначаються за формулою:

$$E_{e/e} = \frac{0,1 \cdot P \cdot q}{367 \cdot \eta}, \quad (4)$$

де q – продуктивність насоса, м³/год;

P – тиск, бар;

η – ККД насоса.

Витрати на електроенергію можна визначити за формулою:

$$B_{e/e} = E_{e/e} \cdot C_{1кВт}, \quad (5)$$

де $C_{1кВт}$ – ціна одного кВт·год, \$.

Можливе також обчислення витрат електроенергії, як добуток тиску на питому витрату електроенергії для створення одиниці тиску, тобто необхідно враховувати, в формулі (4) продуктивність необхідну для тиску P , за формулою (1), що показує залежність продуктивності від тиску для елементів даного типу. Також визначити витрати електроенергії на 1 м^3 та енергію, що йде для підтримання тиску в 1 бар, і на основі експериментальних даних, скориставшись програмою ROSA. У звіті програми надано всі необхідні дані (тиски, концентрації, частки виходу), в тому числі і питома витрата електроенергії.

Нижче на рисунку наведено графіки з отриманими оптимальними параметрами тиску при різній вартості електроенергії за формулами (3, 4, 5). Вартість електроенергії наведено в доларах США, та взято для промислових споживачів. Враховуючи те, що витрати на мембранні елементи обчислені з урахуванням довгого строку експлуатації (3 роки) значення оптимального тиску буде меншим ніж в разі менш короткого строку експлуатації.

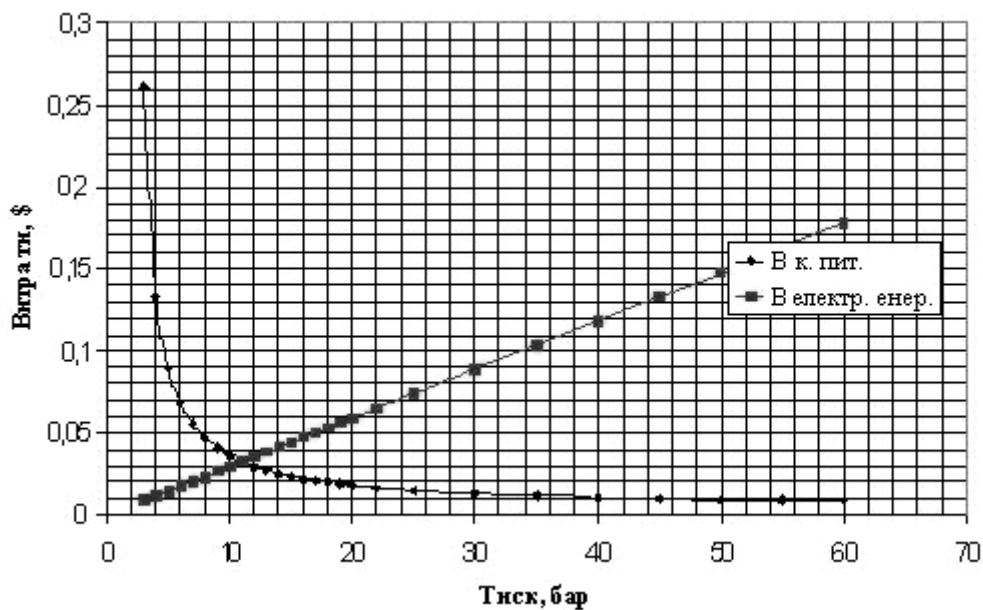


Рис. 2 – Знаходження точки оптимального тиску оброблюємої води при вартості електроенергії 0,075 \$.

В залежності від вартості електроенергії та в деякій мірі від вартості мембран оптимальний тиск оброблюємої води належить інтервалу 11 – 18 бар, при якому забезпечується економія електроенергії та витрати на заміну елементів. Так при достатньо високій вартості електроенергії спостерігається переміщення точки оптимального тиску в бік зниження, а при низькій вартості електроенергії оптимальний тиск має більші значення. Також має значення період експлуатації мембранних елементів. За допомогою цієї методики можливе вдале проектування установок.

REDUCING CAPITAL AND OPERATING COSTS BY OPTIMIZING THE MEMBRANE PRESSURE

The most effective opportunities for optimization of the membrane element is to optimize the pressure of treated water. The dependence of power consumption and costs for membrane elements of water pressure that is being treated were analyzed, and the optimum of water pressure, which is treated for membrane element of the company "Filmtec". The best water pressure will provide energy savings and significantly prolong the lifespan of the membrane element.

WATER TREATMENT, MEMBRANE ELEMENT, THE OPTIMAL
WATER PRESSURE, POWER CONSUMPTION, OPERATION.