

## ВПЛИВ РОБОЧОГО ТИСКУ МЕМБРАННИХ АПАРАТІВ НА КАПІТАЛЬНІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВИТРАТИ

Т.В. Куковська, М.В. Коновальчик  
Автомобільно-дорожній інститут ДВНЗ "ДонНТУ", м. Горлівка

У багатьох галузях промисловості на теперішній час використовується мембранні технології очищення води. Мембранні апарати є достатньо дорогим обладнанням. При експлуатації його необхідно використовувати з однієї сторони інтенсивно, для відшкодування капітальних витрат, а з іншої кваліфіковано, щоб уникнути втрати його службових характеристик. Для цього необхідно враховувати цілу низку факторів від яких залежить продуктивність та довговічність експлуатації мембранних установок.

Однією з 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”. Ця залежність має вигляд рівняння (1).

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

де  $Q$  – продуктивність мембранного елемента м<sup>3</sup>/год;

$D$  – 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.

$$\hat{A}_{e.\dot{\text{e}}\ddot{\text{e}}\ddot{\text{e}}} = \frac{Q}{q \cdot S_1} \cdot \ddot{\text{O}}_{\dot{\text{a}}\ddot{\text{a}}\ddot{\text{a}}} / (Q \cdot 8760 \cdot 3), \quad (2)$$

де  $\hat{A}_{e.\dot{\text{e}}\ddot{\text{e}}\ddot{\text{e}}}$  – витрати капітальні питомі, \$;

$Q$  – продуктивність, м<sup>3</sup>/год;

$q$  – витрата на одиницю площі мембранного елемента, л·м<sup>2</sup>/год;

$\ddot{\text{O}}_{\dot{\text{a}}\ddot{\text{a}}\ddot{\text{a}}}$  – 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.

$$B_{k.\text{лит}} = \frac{C_{\text{elem}} \cdot [67,3 + (P - \varphi)]}{212868 (P - \varphi)}, \quad (3)$$

де  $S_1$  – площа одного мембранного елемента, м<sup>2</sup>.

Витрати електроенергії на привід насосу зазвичай визначаються за формулою:

$$\dot{A}_{\dot{a}/\dot{a}} = \frac{0,1 \cdot \mathcal{D} \cdot q}{367 \cdot \eta}, \quad (4)$$

де  $q$  – продуктивність насосу, м<sup>3</sup>/год;

$\mathcal{D}$  – тиск, бар;

$\eta$  – ККД насосу.

Витрати на електроенергію можна визначити за формулою:

$$\hat{A}_{\hat{a}/\hat{a}} = \dot{A}_{\dot{a}/\dot{a}} \cdot \ddot{O}_{1\hat{e}\hat{a}\hat{d}}, \quad (5)$$

де  $\ddot{O}_{1\hat{e}\hat{a}\hat{d}}$  – 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<sup>3</sup> 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 (1) наведено графіки з отриманим 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.

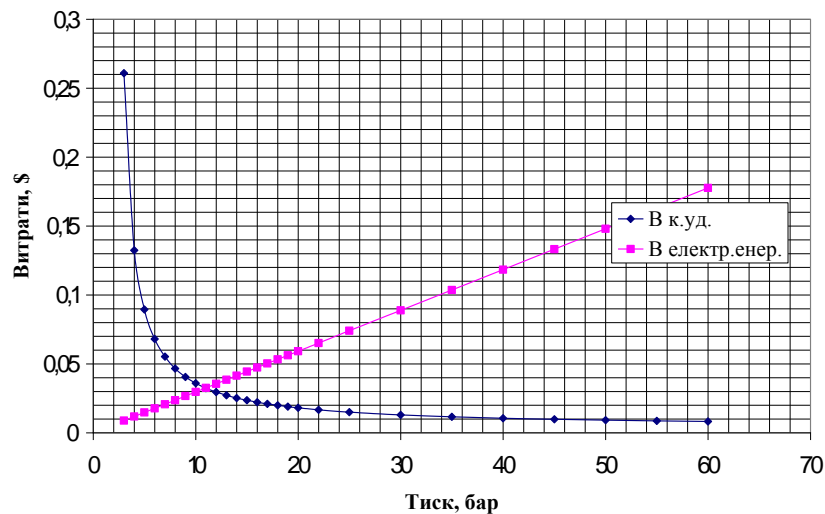


Рисунок 1 – Знаходження точки оптимального тиску оброблюємої води при вартості електроенергії 0,08 \$.

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.

## ЗАЯВКА НА ДОПОВІДЬ

на XX Всеукраїнську наукову конференцію аспірантів і студентів  
«Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних  
ресурсів»

- 1.ВНЗ Автомобільно-дорожній інститут ДВНЗ «Донецький національний технічний університет» \_\_\_\_\_
- 2.Секція \_\_3\_\_. Очистка стічних вод \_\_\_\_\_
- 3.Назва доповіді **ВПЛИВ РОБОЧОГО ТИСКУ МЕМБРАННИХ АПАРАТІВ  
НА КАПІТАЛЬНІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВИТРАТИ**
- 4.Автори доповіді - студенти Куковська Тетяна Володимирівна \_\_\_\_\_
- 5.Курс \_\_5\_\_, група ЕНС-09 спец, факультет Автомобільні дороги \_\_\_\_\_
- 6.Науковий керівник Коновальчик Максим Володимирович \_\_\_\_\_  
вчене звання \_\_\_\_\_, науковий ступінь \_\_\_\_\_  
посада старший викладач, кафедра «Екологія та безпека життєдіяльності»
- 7.Адреса для листування 84646,м.Горлівка, вул.Кірова,51
- E-mail kafedraekologii@yandex.ru \_\_\_\_\_
- 8.Контактний телефон: 8(0624)552406 \_\_\_\_\_
- 9.Демонстраційний матеріал: плакати \_\_\_\_\_

Куковська Тетяна Володимирівна

Автомобільно-дорожній інститут ДВНЗ "ДонНТУ"

ВПЛИВ РОБОЧОГО ТИСКУ МЕМБРАННИХ АПАРАТІВ НА КАПІТАЛЬНІ ТА  
ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВИТРАТИ

Науковий керівник: ст. викл. М.В. Коновальчик