

## ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИСТКИ ПИТНИХ І СТІЧНИХ ВОД

<sup>1</sup>Іванько О.М, <sup>2</sup>Смірнов О.Г.

<sup>1</sup>Українська військово- медична академія

<sup>2</sup>Санітарно-епідеміологічне управління МО України

**Резюме.** Розглянуті сучасний стан та перспективи використання нових методів очистки питних та стічних вод за допомогою мембранного розподілу. Наведені приклади використання даної технології для очистки природних та стічних вод, опрісненні морської води.

**Ключові слова:** водопостачання, водовідведення, питна вода, стічні води, метод мембранного розподілу, установка, очистка.

**Вступ.** У зв'язку із зростанням антропогенного впливу на навколишнє середовище і збільшенням у світі дефіциту питної води все більш актуальними стають питання очистки природних і стічних вод.

Одним з головних забруднювачів водних об'єктів в Україні є стічні води житлово-комунального господарства (ЖКГ) населених пунктів. Загальні обсяги стічних вод ЖКГ становлять 31 % загального водовідведення України, а об'єми забруднених стічних вод ЖКГ - 38 % усього об'єму забруднених стічних вод, які скидають у водоймища [1].

Централізованими системами водовідведення забезпечені 432 міста (або 95% їх загальної кількості), 504 селища міського типу (57%) та 834 сільські населені пункти (3%), решта взагалі не мають централізованих систем каналізації. Загальна протяжність комунальних мереж каналізації – 35,0 тис.км. Послугами централізованих систем водовідведення користується лише близько 8,8% сільського населення, що становить не більше ніж 1,4 млн. осіб.

Традиційним способом очищення стічних вод є біологічне очищення, які моделюють процеси природного самоочищення, але існуючі споруди не забезпечують повного очищення стічних вод від органічних речовин, ентеропатогенних бактерій і вірусів. Зведення нових, реконструкція існуючих очисних споруд вимагають відчуження великих площ землі, а їх експлуатація супроводжується значними матеріальними витратами.

Збільшення скидання стічних вод призводить до погіршення якості води водних об'єктів: підвищується вміст завислих речовин, розчинених органічних сполук, концентрація нафти і нафтопродуктів, синтетичних поверхнево-активних речовин і т.ін. У зв'язку з цим, в умовах загострення екологічної проблеми, пошук нових методів очистки стічних вод, особливо тих, які могли б знайти широке застосування при каналізуванні малих населених пунктів, до яких відносяться і окремо розташовані військові частини, є актуальним. Одним з напрямків удосконалення систем водопостачання і водовідведення є

використання сучасних технологій, однією із яких є мембранний метод очистки води – мембранний розподіл [2, 3].

**Матеріали та методи дослідження.** Об'єкт досліджень – питна вода систем водопостачання та побутові стічні води каналізованої території. Метою роботи було вивчення існуючих сучасних методів очистки природних і стічних вод на прикладі мембранного розподілу. Дослідження проводилося з використанням методів аналізу і узагальнення даних наукової літератури.

**Результати досліджень та їх обговорення.**

Мембранний розподіл здійснюється або під тиском, або під впливом електричного струму (електродіаліз). Мембранний розподіл під тиском поділяється за розміром пор мембран (а отже, і розміру затриманих частинок) на: мікрофільтрацію, ультрафільтрацію, нанофільтрацію, зворотний осмос [4].

Межа між процесами мікрофільтрації, ультрафільтрації, нанофільтрації і зворотного осмосу умовна. Основні параметри мембранних процесів представлені у табл. 1:

*Таблиця 1*

**Основні параметри мембранних процесів**

Параметр	Одиниці вимірювання.	Мікро фільтрація	Ультра фільтрація	Нано фільтрація	Зворотній осмос
Середній ефективний розмір пор	мкм	>0,1	0,1-0,01	0,01-0,001	<0,001
Максимальна молекулярна вага, що відсікається	тис. а.е.м.	>200	1-200	<1	-
Перепад тиску при фільтрації	бар	<2	1-10	5-20	15-80
Потік через мембрану	л/м <sup>2</sup> ·час	85-170	40-136	17-85	<20

За допомогою мікрофільтрації з води вилучаються зважені речовини, колоїди, деякі види мікроорганізмів і метали, фосфор, а також знижується її жорсткість; за допомогою ультрафільтрації в воді знижується концентрація завислих речовин, колоїдів і деяких органічних забруднень, видаляються бактерії і деякі види вірусів, знижується жорсткість води. Нанофільтрація видаляє з води пестициди, двовалентні аніони, знижує її жорсткість. За допомогою зворотного осмосу з води видаляється більшість солей, нітрати, нітроти, аміак, фосфор, фторіди, а також радіоактивні речовини [4, 5]. Мембранний розподіл використовується для очищення природних вод, а також для господарсько-побутових стоків [6, 7].

Технологія мембранного розподілу сумісно з традиційною біологічною очисткою здатна видалити із господарсько-побутових стічних вод біорезистентні, токсичні і канцерогенні речовини [8]. Перша установка такого типу - мембранний

біореактор (МБР) був введений в дію у 1997 р. у місті Мілтон (Канада) [8]. В апаратах цього типу об'єднуються біологічна очистка з ультра або мікрофільтрацією.

На даний час у світі працює більше 2000 установок типу мембранного розподілу: в Італії (Syndial), Німеччині (Nordkanal), США (Templ, Kyrene, Trocverse Sity, Bonita Springs, MarcoIsland, Redlands) та ін. В Казахстані прийнято рішення про їх впровадження на каналізаційних очисних спорудах м. Астани [8].

Дослідження по удосконаленню установок даного типу, які використовуються для очистки господарсько-побутових тв. виробничих стоків активно ведуться в Китаї, Франції, Росії [9, 10]. Так, ЗАТ «Новокуйбишевська нафтохімічна компанія» проводила дослідження по очистці стоків нафтоперероблюваного заводу з використанням даних установок. Установлено, що концентрація нафтопродуктів в стічній воді знижувалась з 21 мг/л до 0,5-1,2 мг/л, концентрація зважених речовин з 25-30 мг/л до 0,5-1 мг/л, азоту амонійного – з 5-6 мг/л до 0,5-1 мг/л, ХПК - з 180 мг/л до 50-70 мг/л, а БПК<sub>5</sub>– з 30-40 мг/л до 0,5-1 мг/л.

Для опріснення морської води на судах, кораблях, підводних човнах широко використовуються зворотньоосмотичні установки [11, 12].

Мембранні апарати використовуються для очистки стічних вод коксохімічного виробництва, які забруднені сполуками азоту, ціанідами і сульфідами [13]; для очистки стічних, якій вміщує ПАВ [14], жировміщуючих стічних вод підприємств харчової промисловості [15].

Дослідження, які виконані українськими вченими на НПФ «Екотон» (м. Харків) дозволяють відзначити наступні переваги мембранних біореакторів: очищення стічних вод до нормативів, необхідних при скиданні в об'єкти рибогосподарського значення; мала площа споруд; мінімальний розмір санітарно-захисної зони; мінімальна кількість утворених опадів; можливість віддаленого контролю роботи установки через Інтернет або стільниковий зв'язок; повторне використання очищених стічних вод [16].

При очищення міських стічних вод за допомогою мембранних біореакторів отримані наступні результати: БПК<sub>повн.</sub> – менш 3 мг/л, азот амонійний – менш 0,35 мг/л, зважені речовини – менш 2 мг/л, ефективність видалення фосфору – більше 90 – 95%, ефективність видалення азоту – більше 70 – 80%, ефективність видалення бактерій – 99,99%, ефективність видалення вірусів – 99%.

До недоліків установок слід віднести [4, 7, 17]: необхідність утилізації концентрату; складність експлуатації (консервація непрацюючих мембран, їх зберігання і регенерація; чутливість мембран до забруднювачів, що обумовлює необхідність попередньої очистки води); відносно невеликій строк служби (для мікро- і ультрафільтраційних мембран 1 -8 років, а для зворотньоосмотичних 3- 5 років); велика імовірність виходу мембран із ладу. Тем не менш, мембранний

розподіл знайшов широке використання в системах водопостачання та водовідведення.

### **Висновок.**

Вищевикладене свідчить про успішне використання установок мембранного розподілу в системах водопостачання і водовідведення, розвиток якого має у майбутньому великі перспективи. Результатами цих розробок слід скористатися також при виборі методу очищення стічних вод від малих населених пунктів, в тому числі окремо розташованих військових частин.

### **Література:**

1. Данілишин Б.М. Державна цільова екологічна «Програма упорядкування водовідведення в населених пунктах України» як основний документ перспективного розвитку водокористування в країні / Б.М.Данілишин, О.О.Дмитрієва // Вода і водоочисні технології. - 2006.- № 3.- С.17-22.

2. Козлов М. Н. Перспективы внедрения мембранной технологии на московских очистных сооружениях / М. Н.Козлов, Ю. А Николаев., С. В.Храменков, О. В.Харькина // Водоснабжение и санитарная техника. - 2010. - № 10, ч. 1. - С. 27-34.

3. Швецов В.Н. Перспективные технологии биологической очистки сточных и природных вод / В.Н. Швецов, К.М. Морозова, М.Ю. Пушников, А.В. Киристаев, М.Ю. Семенов // Водоснабжение и санитарная техника.- 2005.- № 12, ч. 2.- С.17-23.

4. Справочник по современным технологиям очистки природных и сточных вод и оборудованию / Отдел по датскому сотрудничеству в области окружающей среды в Восточной Европе (ДАНСЕЕ); Министерство природных ресурсов Российской Федерации. – М., 2001. – 254 с.

5. Первов А. Г. Мембранные технологии для доочистки сточных вод и их повторного использования / А. Г. Первов, Д. Г. Смирнов, Н. Б. Мотовилова // Водоснабжение и санитарная техника. - 2009. - N 7. - С. 48-52

6. Беднова И. Н.Мембранные биореакторы: новый век компактных очистных сооружений / И. Н. Беднова, С. Ю. Карпухин // Экология производства. - 2009. - №12. - С. 68-71.

7. Сайед С. и др. Определение оптимального режима работы капиллярных нанофильтрационных элементов при очистке сточных вод // Вода и экология.- 2008.- №3.– С. 33-47.

8. Нурканов Ж.Е. Перспективные мембранные технологии для очистки и повторного использования сточных вод при модернизации канализационных очистных сооружений // Водные ресурсы и водопользование. - 2007.- № 4 (39). – С. 2-3.

9. Кионг Янг и др. Контроль загрязнения погружных мембран в мембранных биореакторах с пористой плавающей загрузкой // Вода и экология.- 2008.- №1. – С. 33-46.

10. Патент РФ №2321552. Бюл. №10 от 10.04.08 г. Способ обработки сточных вод мембранным биореактором. Ланглэ К., Кордые М.

11. Патент РФ № 2186709 от 10.08.02 г. Обратноосмотическая опреснительная установка. Веселов Ю.С., Герасимов А.В., Завирухов В.Д., Суслов В.Ф.

12. Патент РФ №2007109399. Бюл. №26 от 20.09.08 г. Опреснительная установка обратного осмоса. Фомин В.Ф.

13. Патент РФ № 2004136167. Бюл. №8 от 20.03.06 г. Способ очистки сточных вод коксохимического производства с помощью газонепроницаемой мембраны. Тилерт Х.

14. Патент РФ №2004117684. Бюл. №32 от 20.11.05 г. Способ очистки сточных вод, содержащих поверхностно-активные вещества и неорганические соли. Корчалин В.И., Склядиев Е.В., Бралишников Е.Б.

15. Патент РФ № 2184084 от 27.06.02 г. Российская Федерация, МПК7 CO2F1/24. Способ очистки жиросодержащих сточных вод. Мачигин В.С., Лялин В.А.

16. Трунов П.В., Царенко Д.А. Методика определения объема и влажности избыточного активного ила в мембранных биореакторах // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. – К.: Техніка, 2007. - Вып.74– С.7-15.

17. Калицун В.И. и др. Лабораторный практикум по водоотведению и очистке сточных вод. – М.: Стройиздат, 2001. – 272 с.

## **ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ПИТЬЕВЫХ И СТОЧНЫХ ВОД**

**Иванько О.М., Смирнов А.Г.**

**Резюме.** Рассмотрено современное состояние и перспективы применения новых методов очистки в системе водоснабжения и водоотведения с помощью мембранного разделения; приведены примеры применения данной технологии при очистке поверхностных и подземных природных вод, опреснении морской воды, очистки сточных вод.

**Ключевые слова:** водоснабжение, водоотведение, питьевая вода, сточные воды, метод мембранного разделения, установка, очистка.

## **INNOVATION TECHNOLOGIES FOR CLEANING DRINKING AND WASTEWATER**

**O.Ivanko, A.Smirnov**

**Summary.** The present state and prospects of new methods for cleaning in the water and wastewater using membrane separation, are examples of application of this technology in the treatment of surface and subsurface natural waters, seawater desalination, wastewater treatment plants.

**Keywords:** water supply, water sewage, natural and waste water, method of membrane separation, installation, cleaning.