

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ І АПАРАТІВ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

УДК 628.161

Г. В. Дейниченко, доктор технічних наук¹;
В. В. Гузенко, кандидат технічних наук¹;
О. В. Омельченко, кандидат технічних наук²;
Н. Г. Перекрест², асистент;
Ю. В. Пронькин², студент

¹Харківський державний університет харчування та торгівлі,
м. Харків, Україна,
e-mail: oborud.hduht@gmail.com.
²Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського,
м. Кривий Ріг, Україна,
e-mail: omelchenko84@ukr.net

СУЧАСНІ ПРОЦЕСИ ВОДОПІДГОТОВКИ ТА ВОДООЧИЩЕННЯ

UDK 628.161

H. V. Deinychenko, D. Doctor of Technical Sciences¹;
V. V. Huzenko, Candidate of Technical Sciences¹;
O. O. Omelchenko, Candidate of Technical Sciences²;
N. H. Perekrest, Assistant²;
Yu. V. Pronkyn, Student²

¹Kharkov State University of Food Technology and Trade,
Kharkov, Ukraine,
e-mail: oborud.hduht@gmail.com.
²Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhailo Tugan-Baranovsky,
Kryvyi Rih, Ukraine,
e-mail: omelchenko84@ukr.net

MODERN PROCESSES OF WATER TREATMENT AND WATER PURIFICATION

Мета. Мета статті полягає у аналізі і характеристиці переваг та недоліків використання сучасних процесів водопідготовки та водоочищення з визначенням подальших напрямів у розробці енергозберігаючих технологій для одержання якісної очищеної води для технологічних потреб харчової промисловості.

Результати. Запропоновано наявні процеси водопідготовки та водоочищення для харчової промисловості. Представлена характеристика різних способів традиційної і мембранної підготовки та очищення води для харчової промисловості. Визначено переваги застосування мембранних процесів водопідготовки та водоочищення в різних галузях харчової промисловості.

Наукова новизна. Удосконалено науково-методичний підхід до використання мембранних процесів із метою розробки енергозберігаючих технологій водопідготовки та водоочищення.

Практична значущість. Отримані результати спрямовані на подальші дослідження щодо визначення раціональних параметрів проведення процесів мембранної обробки питної води, що дозволить застосовувати одержані результати в процесах водопідготовки та водоочищення для потреб харчової промисловості.

Ключові слова: вода, баромембранний процес, фільтрація, розділення, очищення, підготовка.

Постановка проблеми. На сьогодні можна висвітлити явище, актуальне для всіх регіонів України – нерівномірність розподілу прісної води, що призводить до певних проблем, пов'язаних із водопостачанням підприємств харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв. Інтенсивний розвиток харчової промисловості в Україні спричиняє значне зростання споживання питної води. Не менш стрімкий розвиток енергетичної, металургійної, аграрної та хімічної промисловостей за останнє сторіччя майже призвів до екологічної катастрофи в країні. Після введення більш жорстких стандартів якості питної води, очищення за традиційною технологією поверхневих вод в умовах контрольованого зростання їх забрудненості, визнана в розвинених країнах незадовільною, через наявність у питній воді продуктів хлорування, органічних речовин, пестицидів та інших шкідливих речовин [1].

Необхідність дотримання спеціальних вимог до якості води, яка застосовується на харчових виробництвах, вимагає впровадження технологій доочищення питної води на підприємствах галузі. Крім того, люди потерпають від неякісних харчових продуктів, виготовлених з використанням неефективно очищеної питної води [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сьогодні до води, яку використовують в технологічному процесі виробництва харчових продуктів, ставлять досить жорсткі вимоги, визначені спеціальними технологічними інструкціями [3–4]. У них установлена максимально допустима кількість речовин, які можуть міститись у рідині [4, 5]. Із цієї причини вода, що безпосередньо використовується в технологічному процесі виробництва харчової продукції, проходить спеціальну обробку [6, 7].

Якість дослідження та екологічна безпека очищених вод визначаються, насамперед, якістю проектів як технологічних процесів, так і очисних споруд [8, 9]. Таким чином, в умовах економічної кризи в Україні розробка та дослідження сучасних природоохоронних технологій, які запобігають забрудненню поверхневих та підземних вод, чи веде до суттєвого їх зменшення, потребують якнайшвидшого впровадження [10]. Сьогодні економісти та технологи повинні розуміти, що та технологія є економічною та безпечною, яка є екологічною.

Мета статті. Метою статті є аналіз і характеристика переваг та недоліків використання сучасних процесів водопідготовки та водоочищення з визначенням подальших напрямів у розробці енергозберігаючих технологій для одержання якісної очищеної води для технологічних потреб харчової промисловості.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити завдання:

- надати аналіз існуючим процесам водопідготовки та водоочищення;
- визначити переваги та недоліки використання способів мембранної обробки для водопідготовки та водоочищення в різних галузях харчової промисловості;
- запропонувати шляхи застосування мембранних процесів з метою створення енергозберігаючих технологій водопідготовки та водоочищення.

Виклад основного матеріалу дослідження. У сучасних умовах більшість промислових підприємств усіх галузей харчової промисловості використовує водні ресурси для охолодження технологічного обладнання (зворотна вода), його нагрівання (тепловікаційна вода), а також для основного технологічного процесу (технологічна вода) [11, 12].

Для обробки води в харчовій промисловості використовуються процеси відстоювання, коагуляції, пом'якшення (термічний, іонообмінний, мембранний електродіаліз та дистиляційні способи), а для знезараження – хлорування, озонування, мікрофільтрація, анодне окиснення тощо [13, 14].

Рівень очищення води на сьогодні надзвичайно низький. Наявні очисні споруди, навіть в разі біологічного очищення, вилучають лише 10–40% неорганічних речовин (40% – азоту, 30% – фосфору, 20% – калію) і майже не вилучають солі важких металів, тому кожна галузь повинна запроваджувати лише інноваційні технології, що передбачають заходи запобігання забрудненню водних джерел.

Класифікацію деяких процесів розділення за хімічними і фізичними властивостями компонентів, що розділяються, подано в табл. 1. За даними таблиці 1 розходження в розмірах молекул, тиску пари, спорідненості, заряді або хімічній природі молекул допомагають здійснити мембранне розділення водних ресурсів різного рівня забрудненості [15].

Яким чином можна зробити вибір процесу розділення для вирішення тієї чи іншої проблеми? На цей вибір можуть впливати кілька загальних чинників, які, однак, не можуть бути застосовані до всіх ситуацій, тому можуть розглядатися й специфічні критерії, яким має задовольняти обґрунтований вибір процесу. Водночас існують два загальні критерії, які можуть бути застосовані для всіх процесів розділення. Зазначені критерії можна розділити за технічними та економічними чинниками.

Таблиця 1 – Процеси розділення, засновані на молекулярних властивостях водних ресурсів, що підлягають обробці

Молекулярні властивості	Процеси розділення
Розмір	Фільтрація, мікрофільтрація, ультрафільтрація, діаліз, газорозділення, гель-проникна хроматографія
Тиск пари	Дистиляція, мембранна дистиляція
Температура замерзання	Кристалізація
Спорідненість	Екстракція, адсорбція, абсорбція, зворотний осмос, газорозділення, первапорація
Заряд	Іонний обмін, електродіаліз, електрофорез
Густина	Центрифугування
Хімічна природа	Комплексоутворення, рідкі мембрани

Примітка. Складено автором на основі [11].

Перший критерій досить зрозумілий, оскільки до процесу розділення водних ресурсів висуваються дві основні вимоги: потреба в досягненні необхідного ступеня витягу і якість (чистота) одержаної води. Іноді для виконання цих вимог необхідна комбінація двох і більше процесів розділення, але економічна можливість процесу значною мірою залежить від вартості цільових продуктів [16].

Як порівняти із наявними традиційними методами, що вимагають великого простору, багатокрокової технологічної обробки, великих експлуатаційних витрат та значної кількості експлуатаційного персоналу, дедалі більшого визнання набувають баромембранні технології одержання високоякісної очищеної води.

Із наявних сьогодні технологій, що застосовуються для очищення води під час виробництва напоїв, однією з найбільш ефективних є технологія гіперфільтрації. Ця технологія реалізується внаслідок установки очисних систем на основі процесів мембранної фільтрації, в результаті підприємство отримує очищену воду, яка не містить жодних шкідливих, небезпечних для здоров'я людини речовин.

Значення мембранної технології в Україні і за кордоном за останні роки зросло, насамперед, як технології, яка має можливість навести мости через прірву, що розділяє промисловість та екологію. Мембранна технологія набула статусу критичної технології національного рівня також, як каталіз, молекулярний дизайн, нові матеріали, генна інженерія та інші світові пріоритети [17].

Опріснення морської води – це приклад, що ілюструє проблему мембранного розділення, для вирішення якої можуть бути використані конкуруючі процеси, засновані на різних принципах розділення, і які споживають різну кількість енергії.

Сьогодні в процесах водопідготовки та водоочищення використовують два основні види фільтраційних процесів – звичайну фільтрацію та мембранну фільтрацію. Схематично різновид та взаємне розміщення цих процесів представлено на рис. 1. При цьому основними класифікаційними ознаками баромембранних процесів є середній розмір пор мембрани, величина робочого тиску процесу та розмір частинок, що затримуються або пропускаються фільтром. При цьому для очищення води різного типу підготовки на підприємствах із виробництва харчових продуктів використовуються різні методи мембранної обробки: фільтрація, мікрофільтрація, ультрафільтрація, нанофільтрація, зворотний осмос, тощо.

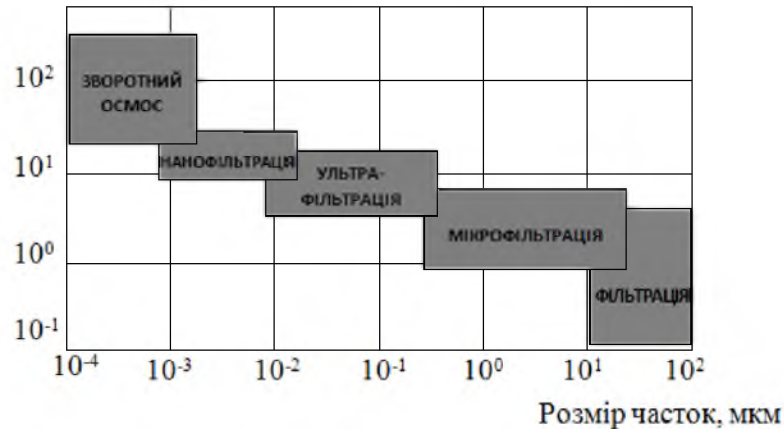


Рисунок 1 – Види фільтраційних процесів, що використовуються під час водопідготовки та водоочищення

Примітка. Складено автором на основі [18].

Звичайна фільтрація призначена для виділення з води, що обробляється, частинок з розміром понад 10 мкм, мембранна фільтрація відокремлює частинки дисперсної фази, розмір яких становить менше 10 мікрон [19].

Мікрофільтрація (МФ) займає проміжне положення між ультрафільтрацією і звичайним фільтруванням. Мікрофільтрацію застосовують для очищення води від колоїдних частинок, завислих речовин, бактерій, розмір яких складає 0,1–10 мкм. Робочий тиск процесу, за різними джерелами, становить від 0,03–0,1 МПа до 0,01–0,2 МПа. У процесі МФ використовуються полімерні та керамічні мембрани з розміром пор 0,05–10 мкм і товщиною 10–150 мкм.

Ультрафільтрація (УФ) – процес мембранного відділення від водного розчину високомолекулярних сполук (розмір частинок 0,001–0,02 мкм; величина робочого тиску - 0,1–1,0 МПа), а також їх фракціонування. Процес УФ використовується в тому випадку, коли молекулярна маса розчинених компонентів набагато більше молекулярної маси розчинника.

Для проведення процесу УФ використовуються полімерні асиметричні композиційні мембрани, сформовані методом інверсії фаз. Мінімальний розмір пор УФ-мембран, за різними джерелами, становить 0,001 мкм, 0,003 мкм або 0,01 мкм. Максимальний розмір пор за УФ становить 0,1–0,2 мкм.

Зворотний осмос (ЗО) – рідинно-фазовий баромембранний процес, під час якого під дією прикладеного до мембрани робочого тиску відбувається селективне перенесення розчинника проти градієнта його осмотичного тиску. Суть зворотньоосмотичного процесу полягає у фільтруванні розчинів під тиском через напівпроникні мембрани, які пропускають розчинник (воду) і повністю або частково затримують молекули або іони розчинених речовин. В основі ЗО лежить явище осмосу – вільного переходу розчинника через напівпроникну мембрану в розчин до досягнення стану рівноваги.

Основною відмінною 3О від інших баромембранних процесів є дуже маленький розмір пор і, відповідно, високий робочий тиск. Діаметр пор мембран для проведення 3О становить від 0,0001 мкм до 0,01 мкм.

Таким чином, для зворотного осмосу використовуються дуже щільні мембрани, які зумовлюють значно більший гідродинамічний тиск у порівнянні з іншими типами мембран.

У сучасних умовах 3О використовується в основному для баромембранного розділення істинних розчинів. Основним напрямом його використання є знесолення морської води з метою отримання води питної, а також високоочищеної води для різних галузей харчової промисловості.

Основні робочі характеристики баромембранних процесів, що використовуються під час водопідготовки та водоочищення, представлені у табл. 2.

Таблиця 2 – Основні параметри і характеристики різних видів мембранної фільтрації поверхневих вод

Характеристика	Мікро-фільтрація	Ультра-фільтрація	Наночільтрація	Зворотний осмос
Матеріал	Поліамід, поліпропі-лен, полі-сульфон, кераміка	Целюлоза, полісульфон, кераміка	Целюлоза, тонко плівчасті композитні матеріали	Целюлоза, тонкоп-лівчасті композитні матеріали, полісульфон
Розмір пор, мкм	~ 0,01–1,0	0,001–0,01	0,0001–0,001	< 0,0001
Розмір молекул, що видаляються (кДальтон)	> 100,0	2,0–100,0	0,3–1,0	0,1–0,3
Робочий тиск, бар	> 2,0	1,5–7,0	3,5–20,0	15,0–70,0
Видалення зважених речовин	Так (крупні колоїди, емульсії)	Так (колоїди)	Так	Так
Видалення розчинених органічних речовин	Ні	Так	Так	Так
Видалення розчинних неорганічних речовин	Ні	Ні	20,0–85,0%	95,0–99,0%
Видалення мікроорганізмів	Цисти, великі бактерії, водорості	Цисти, великі бактерії, водорості, віруси	Всі мікроорганізми	Всі мікроорганізми
Хімічний склад води	Не змінюється	Змінюється частково	Змінюється	Змінюється
Енергоспоживання, кВт·год/м ¹	Низьке	Низьке	Низько-помірне	Помірне

Примітка. Складено автором на основі [17, 19].

Із даних, наведених в таблиці, видно, що до баромембранних процесів також відноситься проміжним між ультрафільтрацією і зворотним осмосом процес, що

називається нанофільтрація. Розмір утримуваних часток за нанофільтрації становить близько 1–2 нм, величина робочого тиску 0,8–3,0 МПа.

Нанофільтрація застосовується для очищення водних розчинів від органічних речовин і мінеральних домішок на стадіях, що передують фінішному очищенню води іонним обміном або електродіалізом. Природні та технічні води обробляють нанофільтрацією за низького робочого тиску, що забезпечує затримання високомолекулярних органічних речовин і колоїдів, мікроорганізмів, солей жорсткості, а також знижує забарвленість води.

Аналізуючи наведені дані (табл. 2), можна зробити висновок, що порівнюючи з іншими мембранними процесами під час використання МФ та УФ, із води видаляються зважені речовини, віруси бактерії без великих витрат електроенергії. Крім того, застосування МФ та УФ у процесі очищення поверхневих вод є особливо перспективним, оскільки ці методи дозволяють отримувати чисту питну воду без використання реагентів.

УФ застосовується під час водопідготовки на попередній стадії очищення природних і стічних вод перед подальшим їх опрісненням мембранними чи іншими фізико-хімічними методами.

Застосування процесу УФ у підготовці води має низку переваг: низька енергоємність процесу та висока економічність, не потребує використання хімічних реагентів, зберігається постійне рН води.

За подальшої обробки води мембранними методами доцільно використовувати ЗО та електродіаліз, що на сьогодні, головним чином, застосовується під час очищення води, переважно знесолення солоних і солонуватих вод, з метою одержання питної води зі знизеним загальним вмістом солей. Під час ЗО фтори-іони мають затримуватися мембраною разом з іншими іонами.

Таким чином, застосування баромембранних процесів із метою підготовки та очищення води виробництва харчової продукції має значні переваги, порівнюючи з іншими традиційними методами.

Висновки. Отже, аналізуючи наведені вище дані, можна зробити висновок, що використання мембранних процесів для обробки водних ресурсів є не тільки важливим технічним, а й екологічним і соціальним завданням розвитку харчової промисловості. Під час використання мембранних процесів із води видаляються зважені речовини, віруси, бактерії без зайвих витрат електроенергії. Крім того, застосування баромембранних технологій у процесах водопідготовки та водоочищення є особливо перспективним, оскільки ці методи дозволяють отримувати якісну очищену воду з високими яскраво вираженими фізико-хімічними та мікробіологічними показниками без використання реагентів.

У подальших дослідженнях за даним напрямом нами планується проведення досліджень для визначення технологічних параметрів під час обробки питної води мембранними процесами та розробка технічного оснащення процесів водопідготовки та водоочищення для потреб харчової промисловості.

Список літератури / References

1. Дейниченко Г. В. Мембранні технології та проблеми їх застосування під час очищення поверхневих і ґрунтових вод / Г. В. Дейниченко, З. О. Мазняк // *Екологія і промисленість*. – 2010. – № 1. – С. 24–29.

Deinychenko, H. V., Mazniak, Z. O. (2010). Membrane technology and problems of their application in the purification of surface and ground water. *Ekologiya i promyshlennost* [Ecology and industry], no. 1, pp. 24–29 (in Russian).

2. Василечко В. О. Вода як невід’ємний продукт харчування і сировина в харчовій промисловості / В. О. Василечко, Я. П. Скоробогатий, Г. В. Грищук // *Вісник Львівської комерційної академії. Серія товаровознавча*. – 2014. – Вип. 14. – С. 121–129.

Vasylechko, V. O., Skorobohatyi, Ya. P., Hryshchuk, H. V. (2014). Water as an essential foodstuff and raw material in the food industry. *Visnyk Lvivskoi komertsiinoi akademii* [Visnyk of Lviv Commercial Academy], vol. 1, pp. 121–129.

3. ДСТУ 7525:2014 Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості – Уведено вперше. Введ. 23.10.14. – К.: Мінекономрозвитку, 2014–25 с.

DSTU 7525:2014. *Voda pytna. Vymohy ta metody kontrolyuvannya yakosti* [State Standard 7525 – 2014. Drinking water. Requirements and quality control methods]. Kyiv, Minekonomrozvytku Publ., 2014, 25 p.

4. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10) / 12.05.2010, №400. – Київ, 2010. – 66с.

Public health standards and regulations “Hygienic requirements to drinking water intended for human consumption” (DSanPiN 2.2.4-171-10) / 12.05.2010, №400. – Kyiv, 2010, 66 p. (In Ukrainian).

5. Фомин С. Г. Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам: энциклопедический справочник / Г. С. Фомин. – М.: Протектор, 2010. – 1008 с.

Fomin, H. S. (2010). *Voda. Kontrol khimicheskoy, bakterialnoy i radiacionnoy bezopasnosti po mezhdunarodnym standartam* [Water. Control of chemical, bacterial and radiation safety according to international standards]. Moscow, Protector Publ., 1008 p.

6. Kweon, J. H. (2002). Integrated water treatment: softening and ultrafiltration. The University of Texas at Austin in Partial Fulfillment of the Requirements. Austin, USA, 265 p.

7. Фартушняк К. А. Покращення якості питної води в Україні фільтраційним методом / К. А. Фартушняк, К. В. Степова // Вода в харчовій промисловості : IV Всеукр. наук.-практ. конф. : тез доп. – Одеса, 2013. – С. 58–59.

Fartushniak, K. A., Stepova, K. V. (2013). Improving of the drinking water quality in Ukraine by filtration method. *Voda v kharchoviy promyslovosti: 4 Vseukrayinska naukovopraktychna konferenciya: tezy dopovidi* [«Water in food industry» : 4th National Scie-pract. conf.: theses]. Odesa, pp. 58–59. (In Ukrainian).

8. Харчова хімія / В. В. Євлаш, О. І. Торяник, В. О. Коваленко, О. Ф. Аксьонова та ін. – Х.: Світ книг. – 2012. – 503 с.

Yevlash, V. V., Torianyuk, O. I., Kovalenko, V. O., Aksyonova, O. F. etc. (2012). *Kharchova khimiya* [Food chemistry]. Kharkiv, Svit knyh Publ., 503 p.

9. Грабовська Л. Л. Методи очистки і контролю якості води [Електронний ресурс] / Л. Л. Грабовська. – Режим доступу : http://lubbook.net/book_530.html.

Hrabovska, L. L. (2013). *Metody ochystky i kontrolyu yakosti vody*, [Methods of treatment and control of water quality] available at: http://lubbook.net/book_530.asp (accessed June 25, 2013).

10. Закон України від 03.03.05 № № 2455-IV // Про загальнодержавну цільову програму «Питна вода України» на 2006 – 2020 роки. [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2455-15/ed20050303/page>.

Cabinet of Ministers of Ukraine (2005). «Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine» On the National Target Program «Drinking Water of Ukraine for 2006 – 2020 years», available at: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2455-15/ed20050303/page> (Accessed 03 March 2005).

11. Дейниченко Г. В. Ультрафільтраційні процеси та технології раціональної переробки білково-вуглеводної молочної сировини: моног. / Г. В. Дейниченко, О. Мазняк, І. В. Золотухина. – Х.: Факт, 2008. – 208 с.

Deinychenko, H. V., Mazniak, Z. O. and Zolotuhyna, I. V. (2008). *Ultrafiltratsiini protsesy ta tekhnolohii ratsionalnoi pererobky bilkovo-vuhlevodnoi molochnoi syrovyny* [Ultrafiltrating processes and technology of the rational processing of protein-carbohydrate dairy raw materials]. Kharkiv, Fakt Publ., 208 p.

12. Брык М. Т. Мембранная технология в пищевой промышленности / М. Т. Брык, В. Н. Голубев, А. П. Чагаровский – К. : Урожай, 1991. – 224 с.
Bryk, M. T., Golubev, V. N., Chagarovski, A. P. (1991). *Membrannaya tehnologiya v pishhevoy promyshlennosti* [Membrane technology in the food industry]. Kiev, Urozhay Publ., 224 p.
13. Свитцов А. А. Введение в мембранную технологию / А. А. Свитцов. – М. : Дели принт, 2007. – 208 с.
Svitcov, A. A. (2007). *Vvedenie v membrannuyu tehnologiyu* [Introduction to membrane technology]. Moscow, Deli print Publ., 208 p.
14. Мирончук В. Г. Мембрані процеси в технології комплексної переробки сироватки : Моногр. / В. Г. Мирончук, Ю. Г. Змієвський. – К. : НУХТ, 2013. – 153 с.
Myronchuk, V. H., Zmiyevskiy, Yu. H. (2013). *Membrani procesy v tehnolohiyi kompleksnoyi pererobky syrovatky* [Membrane processes in technology of complex whey processing]. Kyiv, NUHT Publ., 153 p.
15. Доливо-Добровольский Л. Б. Химия и микробиология воды / Л. Б. Доливо-Добровольский, Л. А. Кульский, В. Ф. Накорчевская. – К. : Вища школа, 1971. – 306 с.
Dolivo-Dobrovolskiy, L. B., Kul'skiy, L. A., Nakorchevskaya, V. F. (1971). *Khimiya i mikrobiologiya vody* [Chemistry and microbiology of water]. Kiev, Vishha shkola Publ., 306 p.
16. Плаксин Ю. М. Процессы и аппараты пищевых производств : Учеб. для вузов / Ю. М. Плаксин, Н. Н. Малахов, В. А. Ларин. – М. : Колосс, 2007. – 760 с.
Plaksin, Yu. M., Malakhov, N. N., Larin, V. A. (2007). *Protsessy i apparaty pishhevykh proizvodstv* [Processes and devices of food manufactures]. Moscow, Koloss Publ., 760 p.
17. Первов А. Г. Современные методы подготовки очистки питьевой и технической воды с применением мембран: обратный осмос, нанофильтрация, ультрафильтрация / А. Г. Первов. – М. : Издательство ассоциации строительных вузов, 2009. – 232 с.
Pervov, A. G. (2009). *Sovremennye metody podgotovki ochistki pityevoj i tehnicheckoy vody s primeneniem membran: obratnyi osmos, nanofiltraciya, ultrafiltraciya* [Modern methods of purification preparation of drinking and technology water using membranes: reverse osmosis, nanofiltration, ultrafiltration]. Moscow, Izdatelstvo asociacii stroitelnyh vuzov Publ., 232 p.
18. Козукова Л. Г. Баромембранные процессы разделения: задачи и проблемы / Л. Г. Козукова // Вестник ДВО РАН. – 2006. – № 5. – С. 65–76.
Kozukova, L. G. (2006). *Baromembrane separation processes: tasks and problems. Vestnik DVO RAN* [Vestnik DVO RAN]. 2006, no. 11, pp. 65–76.
19. Рябчиков Б. Е. Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования / Б. Е. Рябчиков. – М. : ДеЛи принт, 2004. – 328 с.
Ryabchikov, B. E. (2004). *Sovremennye metody podgotovki vody dlya promyshlennogo i bytovogo ispolzovaniya* [Modern methods of water preparation for industrial and domestic use]. Moscow, Deli print Publ., 328 p.

Дата надходження авторського оригіналу в редакцію: 08. 11. 2016 р.

Цель. Цель статьи заключается в анализе и характеристике преимуществ и недостатков использования современных процессов водоподготовки и водоочистки с определением дальнейших направлений в разработке энергосберегающих технологий для получения качественной очищенной воды для технологических нужд пищевой промышленности.

Методы. При проведении исследований использованы аналитически-сравнительные методы исследования использования мембранных процессов с целью разработки энергосберегающих технологий водоподготовки и водоочистки.

Результаты. Предложено существующие процессы водоподготовки и водоочистки для пищевой промышленности. Представлена характеристика различных способов традиционной и мембранной подготовки и очистки воды для пищевой

промышленности. Определены преимущества применения мембранных процессов водоподготовки и водоочистки в различных отраслях пищевой промышленности.

Научная новизна. *Усовершенствован научно-методический подход к использованию мембранных процессов с целью разработки энергосберегающих технологий водоподготовки и водоочистки.*

Практическая значимость. *Полученные результаты направлены на дальнейшие исследования по определению рациональных параметров проведения процессов мембранной обработки питьевой воды, что позволит применять полученные результаты в процессах водоподготовки и водоочистки для нужд пищевой промышленности.*

Ключевые слова: *вода, баромембранный процесс, фильтрация, разделение, очистка, подготовка.*

Objective. *The purpose of this article is to analyze and to characterize advantages and disadvantages of using the modern processes of water preparation and water treatment with the determination of further directions in the development of energy-saving technologies for producing high-quality purified water for technological needs of the food industry.*

Results. *Existing processes of water treatment and purification for the food industry were proposed. Description of the different ways of traditional and membrane preparation and purification for the food industry is presented. The advantages of membrane processes applying of water preparation and water treatment in various sectors of the food industry were defined.*

Methods. *While conducting research analytical and comparative research methods of using membrane processes with the aim of developing energy-saving technologies of water treatment and water purification was used.*

Key words: *water, baromembrane process, filtration, separation, purification, preparation.*