

УДК 66.081.63:544.725.7(1-87)

Г.В. Дейниченко, д-р техн. наук

З.О. Мазняк, канд. техн. наук

Ю.В. Калішенко, здобувач

АНАЛІЗ РОБОЧИХ ПАРАМЕТРІВ УЛЬТРАФІЛЬТРАЦІЙНИХ МЕМБРАН ДЛЯ ВОДООЧИЩЕННЯ ЗАКОРДОННОГО ВИРОБНИЦТВА

Головним елементом всіх мембранних установок є напівпроникна мембрана. Надано аналіз робочих параметрів ультрафільтраційних мембран для водоочищення закордонного виробництва.

Главным элементом всех мембранных установок являются полупроницаемые мембраны. Представлен анализ рабочих параметров ультрафильтрационных мембран для водоочистки иностранного производства.

The main element of all membranes modules is semi permeable membrane. The working parameters of foreign manufactured ultrafiltration membranes for water treatment are viewed.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Головним елементом всіх мембранних установок є напівпроникна мембрана. Тому основні особливості мембранних процесів, режими їх проведення визначаються характеристиками та властивостями напівпроникних мембран, які використовуються.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Мембрани повинні відповідати наступним загальним вимогам: мати високу розділяючу здатність (селективність); високу питому продуктивність (проникність); хімічну стійкість до дії середовища, що розділяється; механічну міцність, достатню для їх збереження при монтажі, транспортуванні і зберіганні. Крім того, властивості мембрани у процесі експлуатації не повинні суттєво змінюватись [1].

Мета і завдання статті. В статті проведено аналіз робочих параметрів ультрафільтраційних мембран для водоочищення закордонного виробництва, а також наведено фізико-хімічні властивості мембран типу PS (виробництво Білорусь) з метою їх порівняння з закордонними аналогами.

Виклад основного матеріалу дослідження. Компанія NORIT, Нідерланди – є одним із Європейських лідерів з виробництва ультрафільтраційних мембран. Основні переваги половолоконних

мембран XIGA і AquaFlex й трубчастих мембран AirLift і CrossFlow (табл. 1) полягають в тому, що пермеат під час очищення поверхневих і забруднених вод зовсім не має зважених речовин, бактерій і вірусів, що є доказом їх високої надійності з точки зору отримання води високої якості. Процес фільтрації здійснюється зсередини назовні.

Напівпроникні ультрафільтраційні мембрани XIGA використовують у тих випадках, коли вміст зважених речовин у вихідній воді не перевищує 50 мг/л, AquaFlex – 100 мг/л. Таку концентрацію зважених речовин мають води з артезіанських свердловин і поверхневі забруднені.

Напівпроникні ультрафільтраційні мембрани AirLift і CrossFlow використовують, коли вміст зважених речовин у вихідній воді перевищує 1000 мг/л – це забруднені поверхневі і стічні води.

Процес ультрафільтрації поверхневих вод із використанням мембран XIGA і AquaFlex здійснюється за тупикового режиму, а AirLift і CrossFlow – за тангенціального проточного режиму.

Таблиця 1 – Ультрафільтраційні мембрани виробництва компанії NORIT, Нідерланди [2]

Показник	Тип модуля			
	XIGA	AquaFlex	AirLift	CrossFlow
Площа поверхні мембран, м ²	40,0	20,0	29,0	27,0
Внутрішній діаметр мембрани, мм	0,8	0,8 і 1,5	5,2	8,0
Матеріал мембрани	полівініліденфторид			
Продуктивність *, л/м ² ·год	60,0...125,0		45,0...60,0	
Робочий тиск, Мпа	0,2...1,0			
Рекомендована рН розчину, що розділяється	2,0...12,0			
Рекомендована рН розчину для промивки	2,0...12,0			
Температура розчину, що розділяється (макс.), °С	100,0			
* За дистильованою водою (тиск 0,1 МПа, температура 20° С)				

Ще одним європейським лідером з виробництва мембран є компанія КОСН, Германия, яка випускає напівпроникні мембрани

різної конфігурації, з різного матеріалу і з різним розміром пор (табл. 2): половолоконні, трубчасті, спіральні й листові із різним діаметром пор від 0,1 до 100 нм (мікрофільтраційні – Romipure, ультрафільтраційні – Ultra-Cor, Romipure, Targa-10, нанофільтраційні й зворотносомотичні – Magnum, MegaMagnum, Flid Systems).

Трубчасті мембрани виконуються із розміром пор, що відповідають мікрофільтраційним, ультрафільтраційним і нанофільтраційним ступенями очищення. Завдяки тому, що вони підходять для очищення води, яка має в своєму складі велику концентрацію зважених речовин і можуть бути механічно очищені, вони ідеально підходять для використання у харчовій промисловості.

Однією з переваг спіральних елементів виробництва компанії КОСН є те, що вони мають велику щільність упаковки. Вони виробляються для всього спектру процесів мембранної сепарації біологічних рідин із широкою розмаїтістю діаметрів, довжин і матеріалів модулів, більшість з яких можуть працювати в надзвичайно жорстких умовах. Цей тип мембран можна використовувати для обробки води, харчових рідин, морської і стічної води, а також для отримання фармацевтичних препаратів.

Таблиця 2 – Ультрафільтраційні мембрани виробництва компанії КОСН, Германія [3]

Показник	Тип модуля	
	TARGA-10	Romipure
Внутрішній діаметр мембрани, мм	0,8	
Матеріал мембрани	полівініліденфторид	
Продуктивність*, л/м ² ·год	65,0...120,0	90,0...150,0
Робочий тиск, МПа	0,1...0,8	
Рекомендована рН розчину, що розділяється	2,0...12,0	
Рекомендована рН розчину для промивки	2,0...12,0	
Температура розчину, що розділяється (макс.), °С	100,0	

* За дистильованою водою (тиск 0,1 МПа, температура 20° С)

Половолоконні мембранні елементи мають надзвичайно високу щільність упаковки і мають унікальну здатність запобігати зворотному потоку, що дозволяє ефективно видаляти поверхневий шар забруд-

нюючих речовин за допомогою зворотної промивки. Вони можуть бути використані під час очищення води для харчової промисловості і в пивоварній промисловості.

Листові мембрани призначені для використання в лабораторіях, в яких проводиться аналітична робота з розділення біологічних рідин.

Ультрафільтраційні мембранні модулі рулонного типу Dairy Ultra, виробництва General Electric (США) призначені для очищення води різного походження і концентрування нежирної молочної сировини (сколотин, сироватки, знежиреного молока, тощо). У табл. 3 надано фізико-хімічні властивості різних типорозмірів цих модулів.

Таблиця 3 – Фізико-хімічні властивості асиметричних ультрафільтраційних модулів типу Dairy Ultra, виробництва General Electric, США [4]

Показник	Тип модуля				
	UF 3838C	UF 4238C	UF 5738C	UF 6338C	UF 8038C
Площа поверхні мембран, м ²	4,08... 7,25	6,97... 9,29	11,9... 16,6	12,6... 20,3	30,6
Матеріал мембрани	полісульфон				
Продуктивність *, л/м ² ·год	76,0...93,0				
Максимальний тиск, МПа	1,034				
Рекомендована рН розчину, що розділяється	3,0...10,0				
Рекомендована рН розчину для промивки	2,0...11,5				
Температура розчину, що розділяється (макс.),	50,0				
* За дистильованою водою (тиск 0,1...0,12 МПа, температура 50 ⁰ C)					

З табл. 3 видно, що мембрани “Dairy Ultra” мають високу хімічну і температурну стійкість, а також високу продуктивність, що дозволяє їх використання в усіх галузях харчової, мікробіологічної і фармацевтичної промисловості. Матеріал мембрани має низьку спорідненість із біологічними забрудненнями, що значно впливає на їх продуктивність і термін експлуатації. Завдяки специфічним властиво-

стям полімеру мембрани можна легко видаляти шар високомолекулярних сполук майже без використання висококонцентрованих реагентів.

Китайська компанія Suoai Membrane Fairy виробляє ультрафільтраційні мембранні модулі на основі поліволоконних мембран, які використовуються для водопідготовки, у харчовій і медичній промисловості (табл. 4).

Таблиця 4 – Робочі характеристики мембран китайської компанії Suoai Membrane Fairy, Китай [5]

Параметр	Тип модуля				
	SRUF 90A	SRUF 160	SRUF 200	SRUF 250	SRUF 4040
Матеріал мембрани	полівінілхлорид				
Відсікаюча здатність, кДа	80,0...100,0				
Внутрішній/зовнішній діаметр, мм	0,9/1,6				
Розмір модуля, D×L	90× 1060	160× 1420	200× 1470	250× 1727	102× 1016
Площа мембранного модуля, м ²	5	15	30	50	4
Мінімальна продуктивність, л/год	1200	4000	8000	11000	1000
Робочий діапазон рН, од.	2...12				
Робоча температура, °С	5...45				
Робочий тиск, МПа	0,45				
* За дистильованою водою (тиск 0,12...0,2 МПа, температура 45° С)					

Нами було проведено серію експериментів з визначення робочих параметрів ультрафільтраційних поліволоконних мембран для очищення води типу PS із відсікаючою здатністю 50 і 100 Дальтон. Результати досліджень наведено в таблиці 5.

Дані таблиці 5 свідчать про те, що мембрани типу PS із відсікаючою здатністю 50 і 100 Дальтон мають досить високу стійкість щодо впливу хімічних, баричних і температурних режимів, при цьому мають відносно високу продуктивність.

Таблиця 5 – Фізико-хімічні властивості ультрафільтраційних мембран типу PS

Мембрана	Максимальна продуктивність за водою, л/м ² -год	Відсіка-юча здатність, кД	Рекомендовані умови експлуатації		
			pH	T, °C	P, МПа
ПС-50	110	50	2...13	10...60	0,3...0,5
ПС-100М	275	100	2...13	10...60	0,3...0,5

Висновки. Таким чином, можна зробити висновок про те, що мембрани типу PS, є досить конкурентоспроможними і можуть бути використані в технологіях водопідготовки харчової промисловості.

Список літератури

1. Брик, М. Т. Питна вода і мембранні технології (Огляд) [Текст] / М. Т. Брик // Наукові записки. – 2000. – Т.18. – С. 4–24.
2. Рекламні проспекти компанії NORIT [Текст]. – Нідерланди.
3. Рекламні проспекти компанії KOCH [Текст]. – Германія.
4. Рекламні проспекти компанії General Electric [Текст]. – США.
5. Рекламні проспекти компанії Suoai Membrane Fairy [Текст]. – Китай.

Отримано 15.03.2009. ХДУХТ, Харків.

© Г.В. Дейниченко, З.О. Мазняк, Ю.В. Каліпенко, 2009.

УДК 664-404.9:663.865.004.12

В.І. Маяк, канд. техн. наук, проф.

В.М. Михайлов, д-р техн. наук, проф.

ЗАКОНОМІРНОСТІ ТЕПЛОВІДДАЧІ В ПРОЦЕСІ ВИРОБНИЦТВА ПАСТОПОДІБНИХ КОНЦЕНТРАТИВ НАПОЇВ

Досліджено процес уварювання пастоподібних концентратів напоїв. У результаті проведених експериментів отримано нове критеріальне рівняння процесу тепловіддачі.

Исследован процесс уваривания пастообразных концентратов напитков. В результате проведенных экспериментов получено новое критеральное уравнение процесса теплоотдачи.