

масообміну, дозволили оптимізувати процес та розробити нову ресурс ошадну технологію виробництва нового харчового продукту в сухій формі – білково-мінерального концентрату. Отриманий природний продукт містить 70–75 % білка і 10 % мінеральних речовин, з яких 50–60 % складає кальцій. На продукт розроблено, узгоджено та затверджено нормативно-технічну документацію. Отримано висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи [7].

Білково-мінеральний концентрат можна використовувати як біологічно-активну добавку при лікуванні травм опорно-рухового апарату, при порушеннях обміну речовин в організмі або для людей з надмірними фізичними навантаженнями. Цей продукт виготовлено без використання агресивних речовин (лугів, неорганічних кислот та ін.), що робить його безпечним до вживання.

Висновки:

Проведені дослідження дозволили вибрати оптимальні режими і параметри тепломасообмінного процесу екстракції колагенвмісної сировини і на основі їх результатів була розроблена ресурс ошадна технологія виробництва цінного харчового продукту в сухій формі — білково-мінерального концентрату.

Література

1. Лемешева М. М. Птицеводство – развивающаяся отрасль // Сучасне птахівництво. – 2008р. – VI, №67. – с 2-5.
2. Антипова Л.В., Глотова И.А. Использование вторичного коллагенсодержащего сырья мясной промышленности. – СПб: ГИОРД, 2006. – 384 с.
3. Слуцкий Л.И. Современные представления о коллагеновых компонентах хрящевой ткани // Вопросы медицинской химии. – 1985. – Т. XXI, № 3. – С. 10-17.
4. Мазуров В.И. Биохимия коллагеновых белков М. «Медицина», 1974. – 246 с.
5. Щукин Е.Д., Коллоидная химия: учеб. для университетов и химико-технологических вузов \ Е.Д. Щукин, А.В. Перцов, Е.А. Амелина, - М.: Высш. шк., 2004. – 445 с.
6. E. Larson, B. Howlett, A. Jagendorf Artificial reductant enhancement of the Lowry method for protein determination // Analytical biochemistry 155, 243-248 (1986).
7. ТУ У 15.8 – 05417118 – 039 : 2008 «Концентрат сухой харчовий «Білково-мінеральний»».

УДК 66.081.63

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДУ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ ЗВОРОТНИМ ОСМОСОМ

Сидоренко С.В., Гуліснко С.В., Юдіна А.В., Тодорюк Т.В.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ

В роботі представлено детальну схему лабораторного стенду зі зворотно осмотичним модулем. Виконані експериментальні дослідження по очищенню розчинів NaCl при зміні вихідних концентрацій розчинів ($0,2 \cdot 10^{-3} \dots 6,5$ г/л) і робочих тисків (0,2...0,65 МПа), результати яких використані для побудови графічних залежностей зміни витрат перміату, ретанту та їх концентрацій від тиску.

In this work the detailed scheme of bench-scale system with reverse osmosis module is represented. The experimental studies of purification NaCl water solution were carried out in wide range of concentrations ($0,2 \cdot 10^{-3} \dots 6,5$ g/l) and working pressures (0,2...0,65 MPa). The results of experiments were used for building of curves of permeate and retant flow-rate, of permeate and retant concentration versus pressure.

Ключові слова: зворотній осмос, перміат, ретант, розчин.

На сьогоднішній день зворотній осмос є одним з ефективних методів очистки води. Цей метод забезпечує не тільки знесолення мінералізованих вод, але й їх очищення від більшості видів забруднень, у тому числі і радіоактивних.

Сучасні зворотно осмотичні установки дозволяють отримувати очищену воду високої якості для побутових та промислових потреб при незначних економічних витратах у порівнянні з іншими методами. Тому актуальною є задача детального дослідження можливостей роботи зворотно осмотичної мембрани в умовах зміни різних параметрів, до яких в першу чергу слід віднести: робочий тиск, вихідна концентрація розчинів, що очищуються, а також умов роботи та комплектації очисних стендів

допоміжними фільтрами механічними та вугільними, які покращують якість води та збільшують ресурс роботи високовартісних зворотно осмотичних модулів. Розв'язання поставленої задачі дозволить підібрати оптимальне (при мінімальній вартості всіх витрат на одиницю об'єму очищеної води) обладнання та режими його роботи.

Розв'язання поставленої задачі на першому етапі досягається проведенням дослідів при різних початкових концентраціях вихідного розчину та робочих тисках. На першому етапі експериментів змінювались концентрації вихідного розчину ($x_{1п}$) в межах від $2 \cdot 10^{-3}$..6, 5 г розчиненої солі NaCl л дистильованої води і тиски (P) в межах 0,15..0,7 МПа.

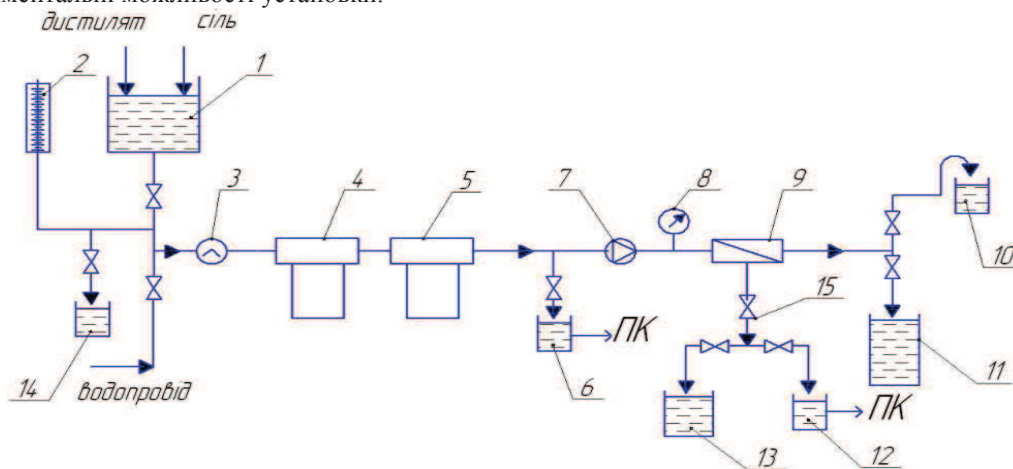
Експерименти проводилися на лабораторному стенді для комплексного очищення водних розчинів шляхом адсорбції та зворотного осмосу (рис.1) з використанням наступних стадій процесу, що здійснюються в відповідних апаратах:

- попереднє механічне очищення, відбувається в фільтрі 4, в якому картридж виготовлений з поліпропіленового волокна, що затримує різні механічні домішки;
- адсорбція летких субстанцій проходить у вугільному фільтрі 5;
- зворотній осмос, що здійснюється в мембранному модулі 9, є заключною стадією очищення води.

Стенд працює наступним чином. Вихідний водний розчин (суміш дистильованої води та солі), витрата якого вимірюється як витратоміром 3, так і мірником рівня 2 і секундоміром, із ємності 1 під гідростатичним тиском стовпа рідини подається на попередній механічний 20-мікронний фільтр 4, де очищується від механічних забруднень (іржи, піску і інших механічних домішок) і поступає далі до вугільного фільтру 5, який видаляє з водного розчину леткі субстанції (хлор та його з'єднання, органічні речовини, газу).

Після вугільного фільтру встановлено насос 7, що підвищує тиск в магістралі. Головним елементом стенду є рулонний мембранний модуль 9. Він видаляє з води розчинені в ній з'єднання NaCl. Стандартні модулі, що використовувались, мають робочу площу 1,5 м². Відповідно до паспортних даних при тиску 0,3 МПа можна отримати 3 л перміату за 10–40 хв. Стенд може працювати при тиску в водопровідній мережі 0,2 МПа. Але коли тиск в магістралі менший від 0,2 МПа, використовується насос 7.

Продуктивність установки по перміату і ретанту змінювалась шляхом регулювання голчастим вентилям 15 тиску в магістралі ретанту (0,15...0,65 МПа), що дозволяє суттєво розширити експериментальні можливості установки.



1 – ємність вихідного розчину, 2 – мірник рівня, 3 – витратомір, 4 – механічний фільтр, 5 – вугільний фільтр, 6,10,12,14 – вимірювальні ємності концентрацій відповідно розчину після вугільного фільтра, перміату, ретанту та вихідного розчину, 7 – насос, 8 – манометр, 9 – мембранний модуль, 11 – збірник перміату, 15 – голчастий вентиль.

Рис. 1 – Схема установки для очищення води з використанням зворотного осмосу

Вимірювання солевмісту розчинів відповідно вихідного після ємності 1, після вугільного фільтра 5 та мембранного модуля 9 (як ретанту, так і перміату) здійснювалось портативним приладом TDS, датчик якого занурювався в проточні відбірники 6,10,12,13. Всі вимірювання солевмісту розчинів здійснювались кожні 10 хвилин і заносились у ПК. Крім концентрації розчинів в експериментах фіксувались данні по витратам всіх потоків, час, тиск, температура, які одночасно вносились в ПК. За допомогою програми розраховувались дійсні та теоретичні значення основних параметрів зворотно осмотичного модуля та

всього стенду (селективність, проникненість, продуктивність та ін.). Крім того програма дозволяє отримувати графічні залежності основних параметрів від вихідних даних (тиск, початкова концентрація і ін.).

Таким чином на основі отриманих експериментальних даних можна розв'язати задачу збільшення ресурсу роботи високошвидкісного осмотичного мембранного модуля від надмірно швидкого виходу його з ладу за рахунок дослідження і наступного вибору найбільш ефективних і недефіцитних вугільних фільтрів (картриджів), заповнених різними сорбентами: дрібнозернистим активованим вугіллям, регенерованим БАУ, АГ-5, активованим антрацитом марки АА, сорбентом з кокосових горіхів.

З цією метою планується випробування кожної марки вугілля, шляхом пропускання через установку водних розчинів до моменту втрати осмотичним модулем здатності якісно очищати воду. Оптимальним вважатиметься вугільний фільтр, застосування якого забезпечує мінімальну сумарну вартість осмотичного модуля і вугільного картриджа (одного чи більше), який за той же термін роботи виходив з ладу.

На рисунку 2 приведені графічні залежності витрат ретанту (концентрату) та перміату (фільтрату) від робочого тиску, характер яких легко пояснити принципом роботи зворотно осмотичного фільтра при різних тисках: при перекритті голчастим краном вихідного отвору зростає тиск в магістралі, де рухається вихідний розчин (який на виході вже стає ретантом), що обумовлено зростанням гідравлічного тиску, а відповідно і зменшується витрата ретанту. Ці обставини (зростання тиску, тобто рушійної сили перед мембраною) в свою чергу обумовлюють зростання витрат перміату.

Представлені на рисунку 3 залежності зміни концентрації розчиненої солі на виході з установки відповідно ретанту ($x_{1к}$) і перміату (x_2) від зміни тиску (Δp) знаходять логічне пояснення на основі слідуєчих міркувань. Зростання концентрації ретанту ($x_{1к}$) при збільшенні робочого тиску (рис 3,а) можна пояснити проаналізувавши рівняння матеріального балансу по розчиненій речовині.

де L_0 — витрата вихідного розчину, що є сумарною витратою ретанту та перміату

$x_{1п}$ — концентрація вихідного розчину.

По-перше, добуток відповідно до експериментальних даних не суттєво (порівняно зі змінами L_0 та $x_{1п}$) зменшується і для якісного аналізу можна припустити, що ця величина стала.

По-друге, величина $x_{1п} x_2$ складає менше 1 % від L_0 , тому зменшення L_0 (приблизно в три рази відповідно до графіка (рис.2) призведе обов'язково до збільшення (відповідно до графіка (рис 3,а) приблизно 40 %.

При верхніх межах тиску здатними проходити через отвори в мембрані буде тим більша кількість молекул (x_2) чим більший тиск, але при певних тисках спостерігається мінімальне значення концентрації перміату, і при подальшому зменшенні тиску (представленні досліді проводились при постійному зменшенні тиску) уже спостерігалось зростання концентрації перміату, що можна пояснити негативним впливом концентраційної поляризації, яка нажаль завжди має місце в мембранних процесах.

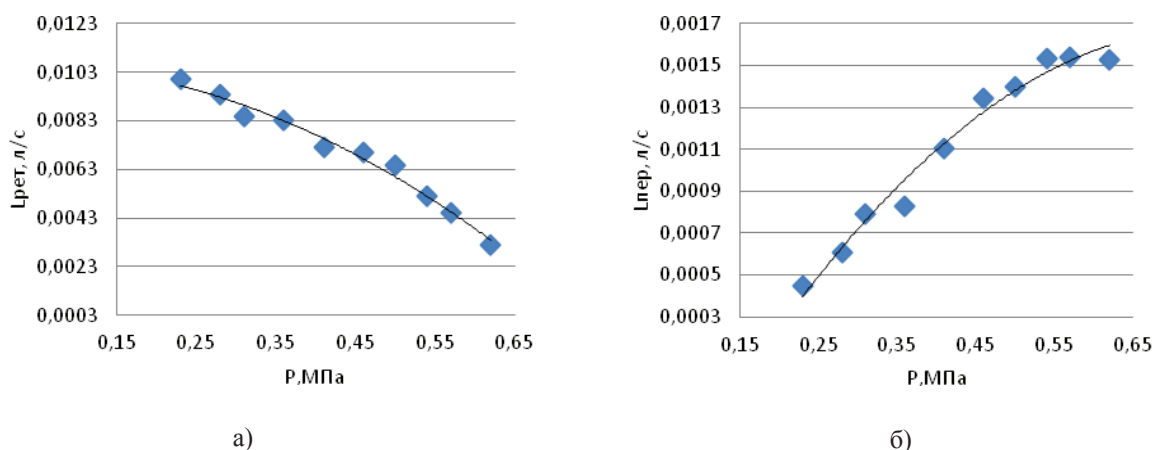


Рис. 2 – Залежність витрати ретанту (а), перміату(б) від тиску

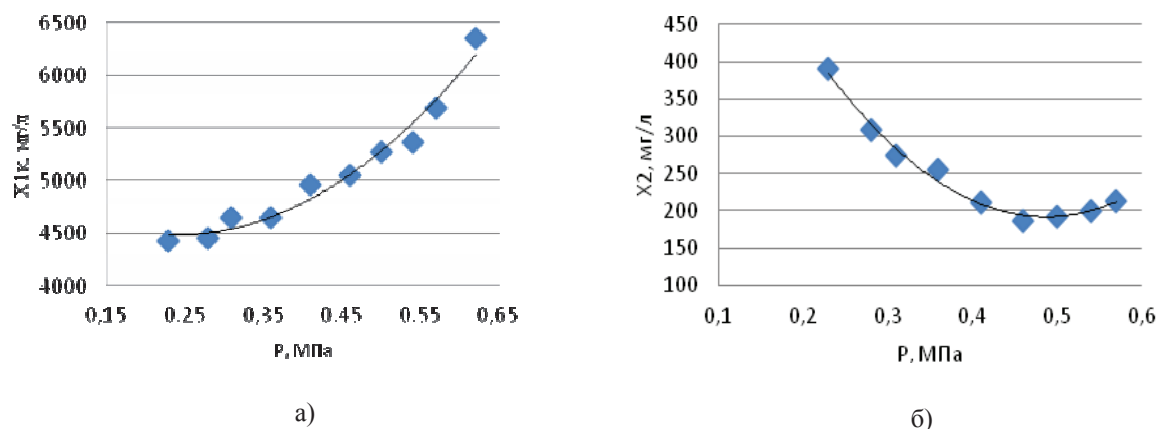


Рис. 3 – Залежність концентрації ретанту (а) та перміату (б) від тиску

Висновки:

Характер змін параметрів (L , x), що досліджувались для різних робочих тисків знаходять логічне пояснення, величина достовірності апроксимації експериментальних даних не перевищує 5 %, що свідчить про можливість проведення серійних дослідів на представленому стенді.

Наявність мінімуму на кривій залежності $x_2=f(\Delta p)$ застерігає від застосування надто великих робочих тисків, що може привести до погіршення якості (тобто зростання концентрації перміату (x_2) розчинів, що очищаються.

Література

1. Сидоренко С.В., Юдіна А.В. Дослідження очищення водних розчинів зворотнім осмосом// Збірка тез доповідей XII міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених „Екологія. Людина. Суспільство” (13–18 травня 2009 р., м. Київ, Україна).” - К.: 2009. - С. 88-89.
2. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов: Ч. 1-2.-М.: Химия, 1992.-612 с
3. Дытнерский Ю.И. Обратный осмос и ультрафильтрация. - М.: Химия, 1978. - 352 с.

УДК 66.081.63

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ СЕЛЕКТИВНОСТІ І ПРОНИКНЕНОСТІ ВІД КОНЦЕНТРАЦІЇ ХЛОРИСТОГО НАТРІЮ І ТИСКУ В АПАРАТІ ЗВОРОТНОГО ОСМОСУ

Сидоренко С.В., Гулієнко С.В., Юдіна А.В., Тодорюк Т.В.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ

Представлена математична модель процесу зворотного осмосу, визначені залежності селективності і проникненості від концентрації розчинів NaCl ($0,2 \cdot 10^3 \dots 6,5$ г/л) в діапазоні робочих тисків ($0,2 \dots 0,65$ МПа), що дозволило розрахувати вихід перміату, ретанту, концентрації перміату та площу робочої поверхні мембрани. Зроблені висновки, що пояснюють характер представлених графічних залежностей.

The mathematical model of reverse osmosis process is represented. The main dependences selectivity and permeability from concentration of NaCl water solutions ($0,2 \cdot 10^3 \dots 6,5$ g/l) in range of working pressure of $0,2 \dots 0,65$ MPa are defined. This allowed calculating an outturn of retante and permeate, concentration of retante and permeate and working surface area of membrane. It was drawn conclusions, which explains character of represented curves.

Ключові слова: зворотній осмос, перміат, ретант, селективність, проникненість.