

І.В. ЖИТНЕЦЬКИЙ**В.Л. ЯРОВИЙ**, кандидат технічних наук**В.М. ТАРАН**, доктор технічних наук
Національний університет харчових технологій

ВИЗНАЧЕННЯ ПРОНИКНОСТІ ТА СЕЛЕКТИВНОСТІ МЕБРАН ПРИ МІКРОФІЛЬТРАЦІЇ РОЗЧИНУ ЕФІРНОЇ ОЛІЇ М'ЯТИ ПЕРЦЕВОЇ

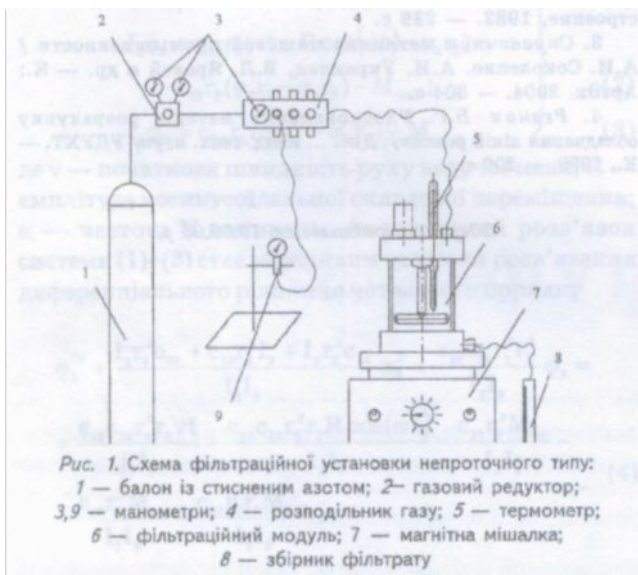
Наведено результати досліджень процесу мікрофільтрації розчину ефірної олії м'яти перцевої у воді. Визначено основні характеристики (проникність і селективність) мікрофільтраційних мембран і залежність цих характеристик від часу при концентруванні розчину ефірної олії м'яти перцевої у воді.

Ключові слова: мікрофільтрація, проникність, селективність, концентрування, динамічна мембрана.

Приведены результаты исследования процесса микрофильтрации раствора эфирного масла мяты перечной в воде. Определены основные характеристики (проницаемость и селективность) микрофильтрационных мембран и зависимость этих характеристик от времени при концентрировании раствора эфирного масла мяты перечной в воде.

Ключевые слова: микрофильтрация, проницаемость, селективность, концентрирование, динамическая мембрана.

Для визначення основних властивостей напівпроникних мембран, а також параметрів процесу мікрофільтраційного концентрування розчину ефірної олії м'яти перцевої (ЕОМП) у воді застосовувалась дослідна установка (рис. 1).



Фільтраційний модуль має такі характеристики: внутрішній об'єм — 200 мл, діаметр мембрани — 0,06 м, площа поверхні мембрани — 0,0025 м², робочий тиск — 0,01...0,6 МПа, габаритні розміри модуля 0,093х0,08х0,140 м.

Дослідження проводили з метою визначення основних характеристик (проникності, селективності) мікрофільтраційних мембран при концентруванні розчину ефірної олії м'яти перцевої у воді.

Для досліджень використовували мікрофільтраційні композиційні мембрани типу МФФК (ТУ 6-55-221-953-88): МФФК-1, МФФК-2, МФФК-3 з розмірами пор відповідно 0,15, 0,25, 0,45 мкм [3].

Експериментальні дослідження проводили при таких параметрах:

тиск у модулі $P = 0,05$ МПа, температура розчину $t = 20$ °С, концентрація розчину ефірної олії м'яти перцевої у воді $C_p = 0,07$ % (мас.).

Проникність і селективність мембран досліджуваних типів визначали за формулами [2]:

$$\text{проникність мембрани (питома продуктивність)} \\ G = W/(Ft), \quad (1)$$

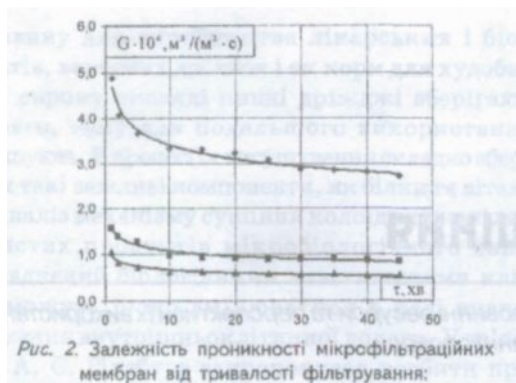
де W — об'єм (або маса) фільтрату, м³; F — площа поверхні мембрани, м²; t — тривалість процесу, с;

$$\text{селективність мембрани, \%} \\ \Phi = (1 - e/c_s) \cdot 100, \quad (2)$$

де c_1 і c_2 — концентрації речовини відповідно в початковому продукті та у фільтраті, %.

Початкову C_1 і кінцеву C_2 концентрації визначали за допомогою газорідинного хроматографа марки "Цвет-100" серії 163; температуру розчину в модулі — за допомогою термометра; тиск у фільтраційному модулі — за допомогою манометра; відлік часу від початку проведення процесу вимірювали секундоміром з точністю $\pm 0,2$ с.

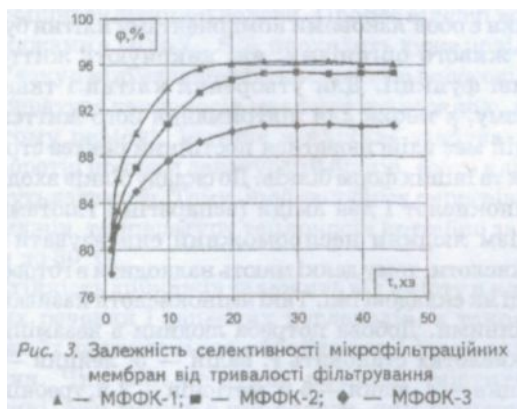
Результати експериментальних досліджень $G = f(t)$ при тиску $P = 0,05$ МПа та при температурі $t = 20$ °С у початковий період експлуатації розчину ЕОМП у дистильованій воді з концентрацією $C = 0,07$ % (мас.) показано на рис. 2. Аналіз наведених залежностей свідчить, що:



проникність, $M^3/(M^2 \cdot c)$, у початковий період становить відповідно: для МФК-1 — $1,04 \cdot 10^4$, МФК-2 — $1,59 \cdot 10^4$, МФК-3 — $4,87 \cdot 10^4$;

для всіх досліджуваних марок мембран з часом спостерігається зниження проникності. При цьому протягом 30...45 хв настає період стабілізації проникності, що відповідно становить, $M^3/(M^2 \cdot c)$: для МФК-1 — $0,54 \cdot 10^4$, МФК-2 — $0,87 \cdot 10^4$, МФК-3 — $2,8 \cdot 10^4$.

Результати досліджень селективності при тиску $P = 0,05$ МПа та при температурі $t = 20$ °С у початковий період експлуатації розчину ЕОМП у дистильованій воді з концентрацією $C_p = 0,07$ % (мас.) показано на рис. 3. Аналіз отриманих залежностей свідчить, що для всіх мембран протягом 15 хв відбувається різке підвищення селективності, а наступний проміжок часу від 15 до 25 хв характеризується більш плавним зростанням селективності. У проміжку часу від 25 до 45 хв процес характеризується постійним значенням селективності, яка відповідно становить, %: для МФК-1 — 96, для МФК-2 — 98, для МФК-3 — 90.

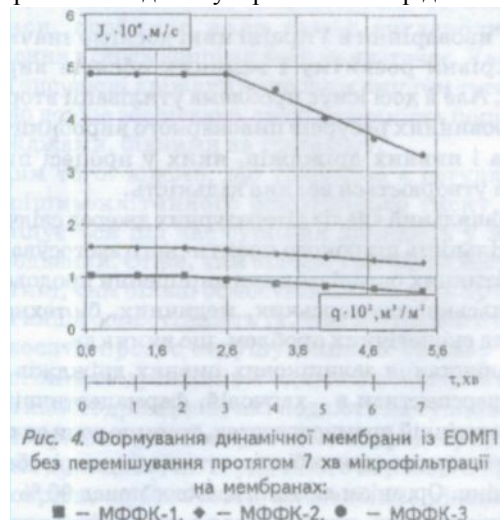


Зниження проникності та зростання селективності мікрофільтраційних мембран під час фільтрування пояснюється формуванням на поверхні мембрани додаткового фільтраційного шару з молекул ефірної олії, тобто формуванням динамічної мембрани, яке складається з декількох стадій. Спочатку відбувається стадія закупорювання пор, яка переходить у формування динамічної мембрани проміжного виду; процес звершується потовщенням мембранного шару на поверхні мембрани-підложки [1].

Щоб перевірити вищезгадані припущення, проведено дослідження формування динамічної мембрани на стадії закупорювання пор при концентруванні розчину ЕОМП.

На рис. 4 наведено залежності об'ємного потоку J_v від об'єму фільтрату q , що проходить через одиницю площі протягом 7 хв мембранного концентрування при тиску $P = 0,05$ МПа (концентрація розчину $C = 0,07$ % (мас.)). Аналіз отриманих результатів свідчить, що об'ємний потік залишається сталим протягом 2 хв для мікрофільтраційних мембран марок МФК-1 і МФК-2, для МФК-3 протягом — 3 хв. При подальшому відборі фільтрату об'ємний потік стрімко знижується, що свідчить про наявність стадії закупорювання пор.

Порівнюючи механізм формування динамічної мембрани на стадії закупорювання пор для мембран



типу МФК, можна зробити висновок, що на механізм формування динамічної мембрани впливає розмір пор мікрофільтраційних мембран, що підтверджують результати, отримані при дослідженні динамічних мембран у процесі концентрування желатину, які наведено в роботі [1].

Висновок. У результаті проведених досліджень визначено характеристики мембран (проникність і селективність) при концентруванні розчину з вмістом $C = 0,07$ % (мас.) ефірної олії м'яти перцевої у воді. Підтверджено припущення про формування динамічної мембрани на поверхні мікрофільтраційної мембрани, вплив її на проникність та селективність. Отримано графічні залежності формування динамічної мембрани на стадії закупорювання пор. Встановлено, що на тривалість формування динамічної мембрани впливає розмір пор мікрофільтраційної мембрани.

ЛІТЕРАТУРА

1. Брык М.Т., Цапюк Е.А. Ультрафильтрация. — К.: Наук. думка, 1989. — 288 с.
2. Дытнерский Ю. И. Баромембранные процессы. — М.: Химия, 1986. — 272 с.
3. Мембраны и мембранная техника: Каталог. — Черкассы: Полимеринтез, 1988. — 32 с.

Одержана, редколлегиею 22.11.05 р.