УДК 544.725.2:637.247

Г.В. Дейниченко, д-р техн. наук
З.О. Мазняк, канд. техн. наук
С.М. Алексієнко

ОЦІНКА РІВНЯ КОНЦЕНТРОВАНОЇ ПОЛЯРИЗАЦІЇ БІЛКА СКОЛОТИН НА ПОВЕРХНІ НАПІВПРОНИКНИХ МЕМБРАН

Надано теоретичну оцінку рівня концентраційної поляризації білка сколотин на поверхні напівпроникних мембран та досліджено зміну пористості активного шару мембран типу ГР в процесі ультрафільтрації сколотин.

Представлена теоретическая оценка уровня концентрационной поляризации белка пахты на поверхности полупроницаемых мембран и исследовано изменение пористости активного слоя мембран типа ГР в процессе ультрафильтрации пахты.

It is given theoretical estimation level to concentration polarization protein of buttermilk on surfaces permselective membranes and explored change of porosity of active layer membranes types GR in process ultrafiltration buttermilk.

Постановка проблеми у загальному вигляді. У сучасних економічних умовах на всіх етапах виробництва та переробки харчової сільськогосподарської сировини велика увага приділяється створенню та освоєнню нових ресурсозберігаючих технологій, а також удосконаленню існуючих технологічних процесів. Серед них особливу роль відіграють мембранні методи, зокрема ультрафільтрація (УФ), промислове застосування яких розпочалося в шістдесяті роки минулого сторіччя і які на сьогодні використовуються практично в усіх галузях промисловості. Застосування УФ в харчовій промисловості є особливо перспективним, оскільки вона дозволяє здійснювати очищення та концентрування харчових рідин без впливу температури, що сприяє зберіганню нативних властивостей харчових нутрієнтів, підвищувати ступінь використання окремих компонентів сировини, знижувати енергоємність процесів, отримувати продукти харчування підвищеної харчової цінності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Разом з тим, на сьогодні широкого розповсюдження УФ у харчовій промисловості України не набула. Насамперед це пов'язано з відсутністю об'єктивної інформації стосовно характеристик, властивостей та режимів експлуатації сучасних УФ-мембран, недосконалістю конструкцій

вітчизняних промислових УФ-установок, відсутністю вітчизняних ультрафільтраційних модулей малої потужності. Явну стримуючу роль у розширенні використання УФ, зокрема в молочній промисловості, відіграє недостатня кількість наукових досліджень процесів переробки молочної сировини з їх подальшим використанням у технологічних розробках.

Нами було досліджено властивості ультрафільтраційних напівпроникних мембран у процесі ультрафільтраційного концентрування сколотин. У дослідженнях використовували напівпроникні ультрафільтраційні мембрани ГР61ПП та ГР81ПП виробництва Інституту фізико-органічної хімії Національної академії наук Республіки Білорусь. Як предмет досліджень використовували сколотини, отримані методом перетворення високожирних вершків, які одержували на Куп'янському молочному комбінаті Харківської області [1].

Мета та завдання статті. Метою статті було провести на першому етапі досліджень оцінку рівня концентраційної поляризації білка сколотин на поверхні напівпроникних мембран. Для проведення досліджень концентраційної поляризації білкових молекул на поверхні напівпроникної мембрани частіше за все використовують фронтальну фільтрацію.

Становить інтерес розгляд процесу фронтальної ультрафільтрації (без перемішування). Залежно від співвідношення між розмірами часток твердої фази рідини, що розділяється, і порами мембрани процес розділення сколотин може протікати за різними механізмами:

- із повною закупоркою пор;
- із поступовою закупоркою пор;
- із утворенням осаду.

Виклад основного матеріалу дослідження. Ультрафільтрація із повною закупоркою пор на практиці зустрічається рідко, тому закономірності процесу не виявлені внаслідок непостійності фізичних властивостей осаду, що утворюється. Кінетику даного механізму ультрафільтрації можна описати такою залежністю:

$$V = V_{поч.} - k_1 \cdot Q_ф, \qquad (1)$$

де V – питома швидкість процесу, м/с; $V_{поч.}$ – початкова питома швидкість процесу, м/с; k_1 – коефіцієнт, який характеризує інтенсивність зменшення питомої швидкості процесу; $Q_ф$ – кількість пермеату, який отримано з 1 м^2 поверхні фільтрації, м^3.

Коли розмір пор мембрани істотно перевищує розмір часток твердої фази, процес ультрафільтрації проходить із поступовою закупоркою пор.

У початковий період формування осаду відбувається поступове блокування пор мембрани частками, що затримуються, а питома швидкість процесу записується у вигляді

$$V = V_{поч.} \cdot \left(1 - \frac{1}{2} k_2 \cdot Q_ф\right)^2, \qquad (2)$$

де k_2 – коефіцієнт, що характеризує інтенсивність зменшення питомої швидкості процесу.

Процес утворення осаду на поверхні мембрани без проникнення твердих часток у пори можна описати такою залежністю:

$$\frac{k_3 \cdot Q_ф}{2} = \frac{\tau}{Q_ф} - \frac{1}{V_{поч.}}, \qquad (3)$$

де k_3 – коефіцієнт, який характеризує інтенсивність зменшення питомої швидкості процесу; τ – тривалість процесу, с.

Рівняння (1)-(3), що надані вище, дозволяють виявити механізм процесу ультрафільтрації сколотин і встановити залежність між двома змінними (V і $V_{поч}$) [2;3].

Як показали проведені експериментальні дослідження, формування білкових відкладень сколотин на поверхні напівпроникної мембрани приводить до зміни її пористості, що повинно враховуватись під час розглядання процесу ультрафільтрації. Було проведено аналіз процесу блокування пор мембрани білковими частками.

Беручи до уваги те, що формування міцно закріплених відкладень білкових часток в основному закінчується на початковому етапі процесу ультрафільтрації та в подальшому опір цього шару практично не змінюється, можна оцінити пористість мембрани, яка блокована міцно закріпленими шарами, для різних випадків "пакування" часток.

Припустимо, що під час формування первинних шарів, які необоротно закріплені на поверхні мембрани, пористість мембрани m_* ($0 < m_* < m < 1$) змінюється у відповідності з моделлю Сліхтера при зміні укладання шарових часток від вільної до щільної. Ураховуючи те, що блокуванню міцно закріпленими білковими шарами піддаються робоча та опорна поверхні мембрани, позначимо відповідні

коефіцієнти пористості m_*^p, m_*^o. Приймемо, що $m_* = m_*^p$. Беручи до уваги ізотропність мембран типу ГР і відповідно до робочої гіпотези формування міцно закріплених шарів на опорному боці мембрани, припустимо, що $m_*^p = m_*^o$.

Позначимо коефіцієнт пористості реальної мембрани, блокованої міцно закріпленими відкладеннями, m_1 і для аналізу пористості її активного шару використаємо таке співвідношення:

$$0 < m_1 < m_* < m < 1. \qquad (4)$$

Таким чином, можна припустити, що в процесі осідання білкових часток сколотин у порах напівпроникної мембрани відбувається часткове блокування пор міцно закріпленими білковими відкладеннями, що знижує загальну пористість активного шару мембрани і потенційно впливає на її проникність.

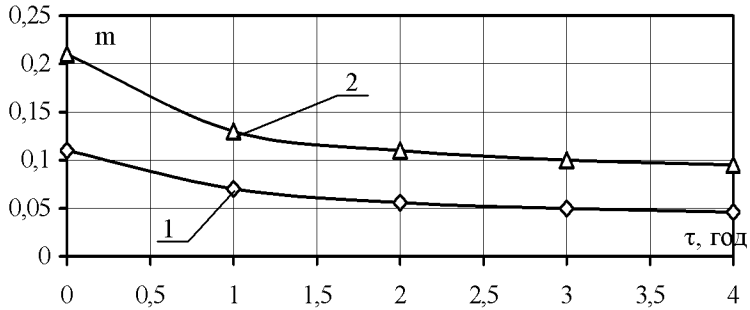

Рисунок – Зміна пористості активного шару мембран типу ГР у процесі ультрафільтрації сколотин: 1 – ГР81ПП; 2 – ГР61ПП

Для експериментального підтвердження цього припущення було проведено дослідження зміни пористості активного шару мембран типу ГР у процесі ультрафільтрації сколотин. Результати дослідження наведено на рисунку. Як свідчать дані рисунка, в першу годину ультрафільтраційного концентрування сколотин відбувається різка зміна пористості напівпроникних мембран типу ГР, що можна пояснити інтенсивним осіданням білкових часток сколотин на поверхню пор, їх міцним закріпленням і блокуванням пористості. Подальше зниження пористості мембран відбувається повільніше, що пояснюється зменшенням у часі щільності міцно закріплених білкових відкладень сколотин. І через 1,5...2,0 години пористість напівпроникних мембран майже не зменшується. Це, на наш погляд,

пояснюється тим, що вся поверхня пор мембрани перешкоджає підвищенню тиску в напірному каналі, за якого безпосередньо відбувається процес ультрафільтрації.

Висновки. Таким чином, на підставі проведених досліджень було зроблено висновок про те, що структура напівпроникних мембран змінюється не тільки за рахунок впливу надлишкового тиску в апараті, але й за рахунок впливу білкових відкладень сколотин.

Список літератури

1. Мазняк, З. О. Дослідження процесу ультрафільтраційного концентрування сколотин та його апаратурне оформлення [Текст] : – дис. …канд. техн. наук: 05.18.12 : захищена 28.11.2003: / Мазняк Захар Олександрович. – Х., 2003 – 177 с.

2. Черкасов, А. Н. Мембраны и сорбенты в биотехнологии [Текст] / А. Н. Черкасов, В. А. Пасечнік. – Л. : Химия, 1991. – 240 с.

3. Мак Кегни, М. Основные механизмы разделения твердых частиц и жидкости [Текст] / М. Мак Кегни // Супутник пивовара. – 1997. – № 1. – С. 19 – 24.

Отримано 30.09.2009. ХДУХТ, Харків.
© Г.В. Дейниченко, З.О. Мазняк, С.М. Алексієнко, 2009.

УДК 621.1.013

Т.Г. Мисюра, асист. *(НУХТ, Київ)*
В.Л. Зав'ялов, канд. техн. наук, доц. *(НУХТ, Київ)*
В.С. Бодров, канд. техн. наук, проф. *(НУХТ, Київ)*
Н.В. Попова, канд. техн. наук, асист. *(НУХТ, Київ)*

ІЄРАРХІЧНА СТРУКТУРНА СХЕМА ПРОЦЕСНО-АПАРАТУРНИХ ЕФЕКТІВ У РОБОЧОМУ ОБСЯЗІ КОЛОННОГО ВІБРОЕКСТРАКТОРА БЕЗПЕРЕРВНОЇ ДІЇ

Наведено ієрархічну структурну схему фізичних, гідродинамічних, термодинамічних та кінетичних ефектів навколо та всередині окремої твердої частинки в умовах її руху в суцільному рухомому рідкому середовищі. Запропоновано використання такої схеми як попередній аналіз системи "процес-апарат" під час розробки її математичного опису.

Приведено иерархическую структурную схему физических, гидродинамических, термодинамических и кинетических эффектов вокруг и внутри отдельной твердой частички в условиях ее движения в сплошной подвижной жидкой среде. Предложено использование такой схемы в качестве предварительного анализа системы "процесс-аппарат" при разработке ее математического описания.