

УДК 542.816**РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСУ
УЛЬТРАФІЛЬТРАЦІЙНОГО КОНЦЕНТРУВАННЯ РІДКИХ
ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНИХ ПОЛІДИСПЕРСНИХ СИСТЕМ**

Дейниченко Г. В., д.т.н.,

Мазняк З. О., к.т.н.,

Гузенко В. В., с.н.с.

Харківський державний університет харчування та торгівлі

Тел. (057) 349-45-56

Удовенко О.О., к.т.н.,

Омельченко О.В., к.т.н.

*Донецький національний університет економіки і торгівлі
ім. Михайла Туган-Барановського*

Анотація – у роботі висвітлено питання щодо технічного оснащення мембранного модуля з метою усунення концентраційної поляризації під час ультрафільтраційного концентрування рідких високомолекулярних полідисперсних систем. Розроблено пристрій для барботування біологічних рідин. Надано опис конструкції розробленого пристрою та принцип його роботи.

Ключові слова – процес, мембрана, ультрафільтрація, концентрування, барботування.

Постановка проблеми. В останні роки перспективним для переробки молока та рідких високомолекулярних полідисперсних систем (РВПС) є використання мембранних технологій. Тенденція до їх застосування у молочній промисловості пояснюється рядом факторів: низькі витрати електроенергії на проведення процесу, високий ступінь очищення та знезараження сировини з можливістю розділення їх на фракції, які містять усі компоненти та воду, що дозволяє отримати нові продукти різного функціонального призначення. Крім того, установки з мембранними модулями можна монтувати локально, не допускаючи змішування біологічних рідин молочного походження із загальним стоком підприємства, що значно знизить їх об'єм та дозволить вилучити цінні компоненти, які можуть використовуватися у виробництві [1].

При мембранному розділенні РВПС основною причиною, яка знижує продуктивність напівпроникної мембрани і ефективність

процесу в цілому, є концентраційна поляризація високомолекулярних речовин на поверхні мембрани. Для запобігання утворення поляризаційного шару необхідно передбачити в конструкції майбутнього мембранного модуля пристрій, який турбулізує потік полідисперсної системи, що розділяється [2].

Аналіз останніх досліджень. Мембранні процеси обробки (зокрема ультрафільтрація) РВПС відносяться до найбільш передових технологій сучасності. Висока ефективність використання ультрафільтрації у різних промислових технологіях, а також екологічність сприяли стрімкому зростанню в останні десятиріччя наукових та прикладних досліджень [3].

Поряд з цим, широкому впровадженню процесу ультрафільтраційного (УФ) концентрування перешкоджає зниження проникності мембран у процесі розділення РВПС, основною причиною чого називають утворення шару осаду на поверхні мембрани – тобто концентраційну поляризацію [4].

На сьогодні єдиної думки щодо способів ефективного впливу на інтенсивність прояву концентраційної поляризації немає. Багато авторів сходяться на думці, що найбільш перспективним напрямком її усунення є визначення гідродинамічних умов проведення баромембранного процесу, що сприяють зниженню інтенсивності формування шару концентраційної поляризації і, як наслідок, – зменшенню забрудненості мембранної поверхні частинками дисперсної фази [5].

Постановка завдання. Метою статті є розробка нового пристрою для забезпечення інтенсифікації процесу УФ-концентрування рідких високомолекулярних полідисперсних систем.

Основна частина. Серед способів активного впливу на процес формування шару концентраційної поляризації під час УФ-концентрування РВПС можна виділити механічні, фізичні та хімічні.

З усіх відомих способів активного впливу на процес формування шару концентраційної поляризації найбільш прийнятним з точки зору збереження нативних властивостей компонентів РВПС, що розділяються, є механічні способи. Незважаючи на наявну в літературі значну кількість способів та пристроїв механічного запобігання утворення поляризаційного шару на поверхні мембран, їх потенційні можливості далеко не вичерпані. Зокрема, перспективним представляється застосування процесу барботування потоку системи, що розділяється, з метою його додаткової турбулізації. Тому в науково-дослідній лабораторії «Нанотехнології харчових продуктів» Харківського державного університету харчування та торгівлі було

розроблено конструкцію пристрою для барботування біологічних рідин, який запобігає утворенню гель-шару на поверхні мембрани [6].

Основними недоліками існуючих барботерів є нерівномірність розповсюдження повітря у біологічних рідинах у процесі барботування та низька ефективність перемішування сировини внаслідок цього [7].

Так, існує пристрій для барботування біологічних рідин, що складається з корпусу круглої форми, гумової або керамічної перфорованої мембрани, каналу уводу повітря та ущільнюючої кришки. Повітря подається знизу таким чином, щоб наповнити щілину між корпусом та гумовою перфорованою мембраною. Розподіл повітря здійснюється в один бік [8].

Основним недоліком цього пристрою-прототипу є низька рівномірність розповсюдження повітря по всьому об'єму біологічної рідини.

Для забезпечення можливості проведення УФ-концентрування РВПС у режимі барботування була розроблена конструкція пристрою для барботування РВПС (барботера), що забезпечує імпульсну подачу газу всередину поділюваної рідкої системи. В основу даної розробки покладена задача удосконалення процесу інтенсифікації руху потоків біологічних рідин стислим повітрям або іншим газом з метою їх турбулізації [9].

Поставлена задача вирішується наступним чином. Розроблений пристрій виконано у вигляді тора і має дві поверхні, що поширюють всередині РВПС стиснене повітря або інертний газ. Сутність розробленої конструкції барботера у вигляді схематичного поздовжнього розрізу наведена на рис. 1.

Пристрій для барботування біологічних рідин складається з корпусу 1, силіконової дрібноперфорованої мембрани 2, патрубку для підведення стисненого газу або повітря 3, дроселюючого (розподільного) сопла 4, на якому розміщені патрубки нагнітання стисненого повітря (ребра жорсткості) 6, і кріплення (зачепа) 5. Така конструкція пристрою забезпечує герметичність і міцність кріплення пористої мембрани.

Робота пристрою для барботування біологічних рідин полягає у наступному. Повітря або інертний газ від зовнішнього джерела під тиском подається через патрубок 3 в дроселююче сопло 4, яке рівномірно вприскує крізь патрубки ребер жорсткості 6 стиснене повітря або інертний газ перед гумовою дрібноперфорованою мембраною 1. Повітря або інертний газ під тиском продавлюється через пори оболонки і потрапляє у біологічну рідину у формі дрібних бульбашок, які рівномірно розподіляються по всьому об'єму завдяки наявності двох поверхонь, що поширюють стиснений газ. Форма тора

дозволяє запобігти утворенню так званих мертвих зон у розглянутому пристрої.

Таким чином, розроблений пристрій для барботування біологічних рідин дозволяє рівномірно розподіляти стиснене повітря або інертний газ за всім об'ємом біологічної рідини без утворення «мертвих» зон і, як наслідок цього, інтенсифікувати процес турбулізації РВПС за їх ультрафільтраційного розділення.

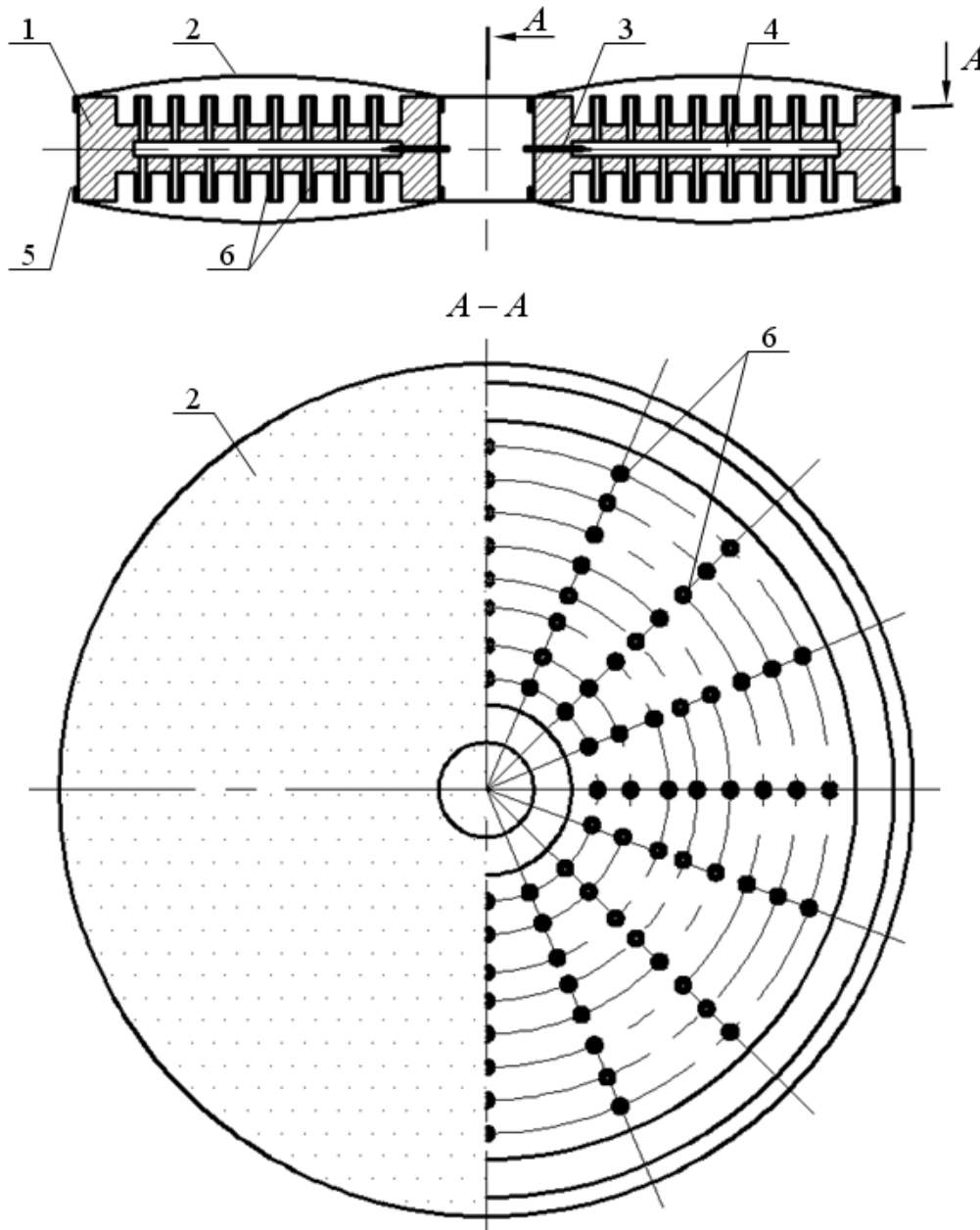


Рис. 1. Пристрій для барботування біологічних рідин: 1 – корпус; 2 – силіконова дрібноперфорована мембрана; 3 – патрубок підведення стисненого газу; 4 – дроселююче (розподільне) сопло; 5 – кріплення 6 – патрубки нагнітання стисненого повітря (ребра жорсткості).

Висновки. У процесі дослідження способів та існуючого обладнання для запобігання утворенню концентраційної поляризації на поверхні УФ-мембрани запропоновано пристрій для барботування біологічних рідин, який може бути успішно використаний у харчовій, фармацевтичній та мікробіологічній промисловості в процесі ультрафільтраційного концентрування рідких високомолекулярних полідисперсних систем, а також може використовуватися для водо підготовки та доочищення стічних вод різного походження.

Література:

1. *Дейниченко Г.В.* Ультрафільтраційні процеси та технології раціональної переробки білково-вуглеводної молочної сировини [Текст] / Г.В. Дейниченко, З.О. Мазняк, І.В. Золотухина. – Х. : Факт, 2008. – 208 с.

2. *Киричук І.І.* Очищення біологічних рідин молочного походження нанофільтрацією та зворотнім осмосом : дис. ... кандидата техн. наук : 05.18.12 [Текст] / Киричук Іванна Ігорівна. – К., 2015. – 137 с.

3. *Мазняк З.О.* Досліджування процесу ультрафільтраційного концентрування сколотин та його апаратурне оформлення : дис. ... кандидата техн. наук : 05.18.12 [Текст] / Мазняк Захар Олександрович. – Х., 2003. – 660 с.

4. *Миرونчук В.Г.* Мембранні процеси в технології комплексної переробки сироватки [Текст] / В.Г. Мирончук, Ю.Г. Змієвський. – К : НУХТ, 2013. – 153 с.

5. *Свитцов А.А., Одинцов Р.А.* Снижение влияния концентратной поляризации с помощью турбулизирующих элементов, выполненных в виде дисковых мешалок [Текст] / А.А.Свитцов // Крит. Технологии. Мембраны – 2001-№ 13 – с. 33-36.

6. *Дейниченко Г.В.* Пристрій для барботування біологічних рідин під час їх мембранної обробки [Текст] / Г.В. Дейниченко, З.О. Мазняк, О.В. Гафуров // Стратегічні напрями розвитку підприємств харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі : Міжнар. наук.-практ. конф. присвяч. 40-річчю Харк. держ. ун-т харч. та торг., 17 жовтня 2007 р. : тези доп. – У 2 ч. – Харків : ХДУХТ, 2007. – Ч. 1. – С. 219–220.

7. *Гулий І.С.* Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості [Текст] / І.С. Гулий, М.М. Пушанко, Л.О. Орлов та ін. – Вінниця: Нова книга, 2001. – 643 с.

8. Проспекти фірми «ІТТ FLYGHT АВ», Швейцарія.

9. Пат. 42722 Україна, МПК C02F9/08, B01D21/28 Пристрій для барботування біологічних рідин [Текст] / Дейниченко Г.В., Мазняк З.О., Гафуров О.В.; заявник та патентовласник Харк. держ. ун-

г харчув. та торгівлі. – № 200707852; заявл. 12.07.07; опубл. 27.07.09, Бюл. № 14.

**РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ
ПРОЦЕССА УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИОННОГО
КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ЖИДКИХ
ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ ПОЛИДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ**

Дейниченко Г.В., Мазняк З.А., Гузенко В.В., Удовенко О.А.,
Омельченко А.В.

Аннотация – в работе освещены вопросы относительно технического оснащения мембранного модуля с целью устранения концентрационной поляризации во время ультрафильтрационного концентрирования жидких высокомолекулярных систем. Разработано устройство для барботирования биологических жидкостей. Приведено описание конструкции разработанного устройства и принцип его работы.

**DEVELOPMENT EQUIPMENT FOR INTENSIFICATION OF THE
PROCESS OF ULTRAFILTRATION CONCENTRATION OF
LIQUID HIGHLY MOLECULAR POLY-DISPERSED SYSTEMS**

G. Deynichenko, Z. Maznyak, V. Guzenko, O. Udovenko, O. Omelchenko

Summary

This work is devoted to the question about technical equipment of the membrane module to eliminate the concentration polarization during the ultrafiltration concentration of liquid highly molecular poly-dispersed systems. The equipment for bubbling biological liquid is elaborated. The device of the construction of the elaborated equipment and its operating principle is described.