



НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

Харчова ПРОМИСЛОВІСТЬ

20

КИЇВ НУХТ 2016

Results of research and development operations on technology of foodstuff, chemical, biochemical, microbiological processes, devices, the equipment, automation of food productions and economy of the food industry are provided.

The journal was designed for scientists, engineers and technical personnel of the food industry

Journal «Food Industry» is included into the list of professional editions of Ukraine of technical sciences (Decree of MES of Ukraine # 241 from September 3, 2016), where the results of dissertations for scientific degrees of PhD and candidate of science can be published.

Publications are represented in authoring edition.

Висвітлені результати науково-дослідних робіт з технології харчових продуктів, хімічних, біохімічних, мікробіологічних процесів, апаратів, обладнання, автоматизації харчових виробництв та економіки харчової промисловості.

Розрахований на наукових та інженерно-технічних працівників харчової промисловості.

Журнал «Харчова промисловість» включено в перелік наукових фахових видань України з технічних та економічних наук (Наказ МОН України № 241 від 09.03.2016), в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук.

Статті друкуються в авторській редакції.

Editorial office address:

National University of
Food Technologies
Volodymyrska str., 68,
01601 Kyiv, Ukraine
(044) 287-92-45, 287-94-21
E-mail: tmipt_xp@ukr.net

Адреса редакції:

Національний університет
харчових технологій
вул. Володимирська, 68,
м. Київ, 01601
(044) 287-92-45, 287-94-21
E-mail: tmipt_xp@ukr.net

Recommended for publication by the
Academic Council of the National University of
Food Technologies.
Minutes of meeting № 5 of November, 2016

Рекомендовано вченою радою
Національного університету харчових
технологій.
Протокол № 5 від 24 листопада 2016 року

Редакційна колегія

Склад редакційної колегії журналу «Харчова промисловість»

Головний редактор
Editor-in-Chief

Анатолій Соколенко
Anatoliy Sokolenko

д-р техн. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

Відповідальний секретар
Accountable secretary

Сергій Токарчук
Serhiy Tokarchuk

канд. техн. наук, доц., Україна
Ph. D. As., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

Члени редакційної колегії:

Анатолій Ладанюк
Anatoly Ladanyuk

д-р техн. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

Олександр Серьогін
Oleksandr Ser'ohin

д-р техн. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

Тетяна Пирог
Tetyana Pyroh

д-р біол. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

Олександр Шевченко
Olexander Shevchenko

д-р техн. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

Лариса Арсен'єва
Larysa Arsen'yeva

д-р техн. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

Віктор Гуць
Viktor Huts'

д-р техн. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

Тамара Носенко
Tamara Nosenko

д-р техн. наук, доц., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

Віра Оболкіна
Vera Obolkina

д-р техн. наук, Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

Олена Сологуб
Olena Solohub

д-р екон. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

Віктор Ємцев
Viktor Yemtsev

д-р екон. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

Віра Юрчак
Vira Yurchak

д-р техн. наук, Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

Людмила Пешук
Lyudmyla Peshuk

д-р с-г. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

Віктор Доценко
Victor Dotsenko

д-р техн. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

Віталій Прибильський
Vitaliy Prybyl's'kyu

д-р техн. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

Галина Сімахіна
Halyna Simakhina

д-р техн. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

Олена Грабовська
Olena Grabovs'ka

д-р техн. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

РОЗДІЛ I. ТЕХНОЛОГІЯ

Сировина та матеріали

Сінат-Радченко Д.С., Масліков М.М., Масліков М.О., Осадча К.М. Теплофізичні властивості розчинів NaCl і CaCl₂ за криоскопічної температури

Сімахіна Г.О. Перспективи використання зеленої маси буряків на якісно новому рівні

Павлюковець І.Ю., Пирог Т.П. Синтез поверхнево-активних речовин *Acinetobacter calcoaceticus* IMV B-7241 на відпрацьованій соняшниковій олії за наявності екзогенних попередників

Дробот В.І., Махынко В.М., Скотар О.С. Використання ізоляту соєвого білка для підвищення харчової цінності хлібних виробів зниженої вологості (хлібних паличок)

Дорохович А.М., Дорохович В.В., Кохан О.О., Мазур Л.С., Божок О.С. Оцінка якості цукрозамінників за комплексним показником

Дорохович А.М., Петренко М.М. Хімічний склад «ідеального» харчового продукту і шляхи наближення до нього складу реальних харчових продуктів

Вороненко А.А., Івахнюк М.О., Пирог Т.П. Синтез екзополісахариду етаполану на суміші меляси і відпрацьованої олії

Пасічний В.М., Божко Н.В., Шалда І.С. Оцінка функціонально-технологічних властивостей січених напівфабрикатів з м'ясом качки

Арсеньєва Л.Ю., Мельниченко В.М. Зміна жирнокислотного складу жирової сировини під час термічного оброблення харчових продуктів

Кочубей-Литвиненко О.В., Іщенко В.М., Суходольська Н.П., Ярош Н.В. Оцінювання якості і стійкості до зберігання сухої молочної сироватки інструментальними та хемометричними методами

Технології: дослідження, застосування та впровадження

Євтушенко О.О., Шаран А.В., Кожевнікова М.І. Дослідження фізико-технологічних показників екструдованих кормів з використанням гарбуза

Шеманська Є.І. Шляхи збагачення харчового раціону людини есенціальними жирними кислотами

Старовойтова С.О. Перспективи використання пробіотичних мікроорганізмів з таназною активністю як основи продуктів функціонального харчування і бактеріотерапевтичних препаратів

Устименко І.М., Поліщук Г.С. Розроблення нового виду кисломолочного продукту комбінованого складу

SECTION I. TECHNOLOGY

Raw Materials and Materials

6 *Sinat-Radchenko D., Maslikov M., Maslikov M., Osadcha K.* Thermal properties of solutions of NaCl & CaCl₂ at the cryoscopic temperature

13 *G. Simakhina* Perspectives to use the green mass of beets on qualitatively new level

21 *Pavliukovets I., Pirog T.* Synthesis of *Acinetobacter calcoaceticus* IMV B-7241 surfactants on waste sunflower oil in the presence of exogenous precursors

28 *Drobot V., Makhynko V., Skotar O.* The use of soy protein for increasing nutritional value of bakery products of low humidity (breadsticks)

34 *Dorokhovych A., Dorokhovych V., Kokhan O., Mazur L., Bogok O.* Evaluation of quality of sweeteners by complex indicator

41 *Dorohovych A., Petrenko M.* The chemical composition of a perfect food product and the way of approaching composition to real food

49 *Voronenko A., Ivakhniuk M., Pirog T.* Exopoly-saccharide ethapolan synthesis on molasses and waste oil mixture

55 *Pasichniy V., Bozhko N., Shalda I.* Assessment of functional and technological properties of semi-finished chopped meat duck

61 *Arsen'eva L., Melnychenko V.* Determination of fatty acid composition different fats and changes during heat treatment

67 *Kochubei-Lytvynenko O., Ischenko V., Sukhodolska N., Yarosh N.* Assessment of dry whey quality and stability while storing by instrumental and chemometric methods

Technologies: Researches, Application and Introduction

75 *Yevtushenko O., Sharan A., Kozhevnikova M.* Reserch of physical and technological parameters extrusion feed with pumpkins

80 *Shemanska E.* Ways to enrich the human diet with essential fatty acids

86 *Starovoitova S.* Perspectives of using probiotic microorganisms with tannase activity as bases of functional food products and bacteriotherapeutic drugs

93 *Ustyimenko I., Polishchuk G.* Development of new type dairy product with combined composition of raw materials

Українець А.І., Харітон Т.Я. Розроблення способу отримання мафінів оздоровчого призначення

Сімахіна Г.О., Стеценко Н.О., Науменко Н.В. Особливості створення спеціалізованих харчових продуктів геродієтичного спрямування

РОЗДІЛ 2. ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ

Процеси харчових виробництв

Павелко В.І., Грибков С.В., Заславський А.І., Дмитренко Д.С. Математичне моделювання процесу термічної обробки м'ясних виробів

Пащенко Б.С., Литвиненко О.А., Штефан Є.В. Перспективні матеріали для фільтраційних мембран харчової промисловості

Дубковецький І.В., Юрчак В.Г., Рожно О.В., Казьміршиєн В.О. Дослідження процесу сушіння, тепло- і масообмінних характеристик безглютенних макаронних виробів

Обладнання та устаткування

Соколенко А.І., Васильківський К.В., Степанець О.І. Рекуперація кінетичної енергії в технологічних машинах

Бабанов І.Г., Михайлов В.М., Бабкіна І.В., Шевченко А.О., Михайлова С.В. Способи і апарати для електроконтактної обробки харчової сировини

Пакування: розробка, дослідження, переробка

Горчакова О.М., Якимчук М.В., Іванова Л.І., Якимчук В.М. Дослідження ефективності роботи пневмоприводу з функцією рекуперації енергії в пристроях пакувального обладнання

Керування виробничими процесами

Кишенько В.Д., Гончаренко Б.М., Лобок О.П. Реалізація сценаріїв керування технологічними процесами хлібопекарського виробництва

Савчук О.В., Ладанюк А.П., Власенко Л.О. Інтелектуальна система підтримки прийняття рішень для багатоасортиментного виробництва

Енергетика та виробничі процеси

Гапонюк І.І. Техніко-економічні аспекти рекуперації теплоти відпрацьованих газів

100 Ukrainets A., Khariton T. Method of health improvement maffin obtaining development

107 Simakhina G., Stetsenko N., Naumenko N. The specifications of designing the special food-stuffs with gerodietetic destination

SECTION 2. PROCESSES AND EQUIPMENT

Processes of Food Industries

115 Pavelko V., Hrybkov S., Zaslavskiy A., Dmytrenko D. Mathematical modeling of thermal processing of meat products

123 Pashchenko B., Lytvynenko O., Shtefan E. The promising materials for the filtration membranes of the food industry

130 Dubkovetskiy I., Yurchak V., Rozhno O., Kazmiryshen V. Study of the drying process, heat- and mass-transfer characteristics of gluten-free pasta

Machinery and Equipment

138 Sokolenko A., Vasilkovskiy K., Stepanets O. Recovery of kinetic energy in industrial machines

146 Babanov I., Mikhaylov V., Babkina I., Shevchenko A., Mikhaylova S. Methods and apparatus for the electrocontact treatment of raw materials

Packing: Development, Researches, Processing

153 Gorchakova O., Yakymchuk M., Ivanova L., Yakymchuk V. Research of the work efficiency of the pneumatic drive with the function of energy recovery in the devices of the packing equipment

Control of Production Processes

161 Kyshenko V., Goncharenko B., Lobok O. The scenario process control bakery

167 Savchuk O., Ladanyuk A., Vlasenko L. Intelligent decision support system for multiproduct production

Power engineering and productions

175 Gaponyuk I. Intensification of heating of grain is in dryer by gases with enhanceable maintenance of moisture

УДК 542.816:666.3-127-184

THE PROMISING MATERIALS FOR THE FILTRATION MEMBRANES OF THE FOOD INDUSTRY

B. Pashchenko, O. Lytvynenko, E. Shtefan

National University of Food Technologies

Key words:	ABSTRACT
the filter membrane elements, ceramic materials, durability	The results of experimental research of the wear resistance of ceramic materials for the manufacture of membranes for food and processing industry are present in the article. The authors are considered advantages of ceramic elements in comparing with polymer and also methods of their manufacturing. Experiments for determining of the mechanical stability of the perspective construction materials for the manufacture of the membrane filter elements are conducted. High strength indicators of the technical ceramics which are depending on the content of the base component are proven, especially materials based on aluminum oxide for the manufacturing the membrane filter elements, which providing conditions hygienic design of the technological equipment. It is found that the high strength characteristics are providing a dynamic stability of membrane and long term of their exploitation.
Article history:	
Received 10.10.2016 Received in revised form 15.10.2016 Accepted 14.11.2016	
Corresponding author: hoykke@gmail.com	

ПЕРСПЕКТИВНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ФІЛЬТРАЦІЙНИХ МЕМБРАН ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Б.С. Пащенко,

О.А. Литвиненко, д-р техн. наук,

Є.В. Штефан, д-р техн. наук

Національний університет харчових технологій

У статті наведено результати експериментальних досліджень зносостійкості керамічних матеріалів для виготовлення мембран для харчової та переробної промисловості. Проведено експерименти з визначення механічної стійкості перспективних конструкційних матеріалів для виготовлення мембранних фільтрувальних елементів. Встановлено, що високі міцнісні характеристики забезпечують динамічну стійкість мембран і тривалий термін їх експлуатації.
Ключові слова: *фільтраційні мембранні елементи, керамічні матеріали, зносостійкість.*

Постановка проблеми. Одним із пріоритетних науково-технологічних напрямків розвитку харчової промисловості є впровадження сучасних мембранних технологій, що забезпечує енергетично- та екологічно раціональні варіанти реалізації процесів розділення та концентрування різноманітних рідинних середо-

вищ шляхом фільтрації із використанням установок з мембранними фільтрувальними елементами [1].

У цих мембранних елементах використаний принцип тангенційної (перехресної, динамічної) фільтрації (рис. 1.), при якій потік оброблюваної рідини рухається паралельно фільтрувальній поверхні, а рух крізь саму мембрану відбувається не тільки за рахунок перепаду тисків на мембрані, але й унаслідок броунівського руху частинок і турбулентного переміщення потоку.

У процесі фільтрації рідина протікає крізь канали мембрани, а частинки з розмірами, меншими за розмір пор мембрани, проникають крізь мембрану, утворюючи очищену рідину — пермеат [2].

Частинки, розміри яких більші за розмір пор, відносяться потоком рідини з поверхні мембрани, утворюючи концентрат.

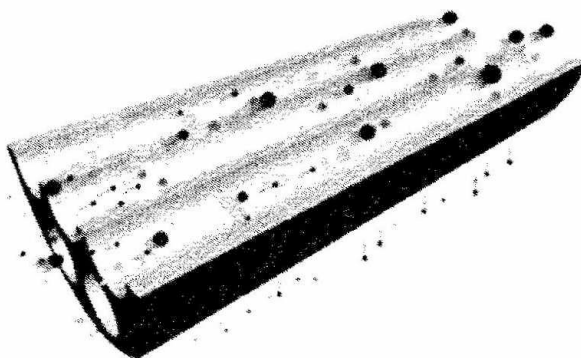


Рис. 1. Тангенційна (перехресна або динамічна) фільтрація крізь мембрану

Особливо ефективною в процесі розділення є тангенційна (перехресна, динамічна) фільтрація, що характеризується високими фільтраційними швидкостями і продуктивністю технологічних установок, але вона вимагає багаторазової циркуляції оброблюваної рідини крізь мембранні фільтраційні елементи (МФЕ).

Однак при реалізації такого типу фільтрації поступово знижується продуктивність МФЕ, що обумовлюється забиванням пор частинками з концентрату. Для відновлення фільтраційної здатності МФЕ використовується регенерація (промивання). Промивання МФЕ проводиться при збільшених швидкостях руху промивною рідиною крізь канали МФЕ, чим забезпечується «вимивання» частинок концентрату з пор і їх видалення з каналу МФЕ, можливе використання «зворотного» промивання з використанням хімічних розчинів. Унаслідок цього мембрани можуть змінювати як свої фізико-механічні властивості, так і експлуатаційні, зокрема селективність [3—5].

У харчовій і переробній промисловості важливим напрямом є вибір перспективних матеріалів, які є нетоксичними, інерційними до складників харчових продуктів, мийних розчинів тощо. Водночас, вони мають бути стійкими до особливих умов експлуатації та не забруднювати оброблюваний продукт.

Отже, вибір хімічно-стійких експлуатаційно надійних матеріалів для виготовлення МФЕ є актуальним.

Метою дослідження є визначення механічної зносостійкості перспективних пористих конструкційних матеріалів для виготовлення МФЕ, що дозволить

спрогнозувати експлуатаційну надійність мембранних елементів для розділення рідкофазних середовищ.

Матеріали і методи. Заслуговує на увагу використання керамічних матеріалів, в т.ч. на основі оксиду алюмінію (Al_2O_3). Вони відзначаються високою твердістю і корозійною стійкістю в різноманітних технологічних середовищах. Наприклад, для харчової промисловості фірма «CeraBar» (Німеччина) виготовляє деталі різноманітного технологічного призначення з практично чистого Al_2O_3 . Їх використання, крім високих технологічних показників, забезпечує високий рівень санітарно-гігієнічного стану обладнання [6]. Завдяки своїм фізико-механічним властивостям кераміка є перспективним конструкційним матеріалом для виготовлення робочих елементів технологічного обладнання, зокрема МФЕ.

У науково-технічній літературі дані про механічну стійкість зазначених матеріалів обмежені або суперечливі.

Встановлено, що в керамічних матеріалах унаслідок механічної дії виникають пружні деформації, які спричиняють виникнення поверхневих тріщин та їх поступове руйнування. Експериментальні дослідження механічного руйнування зразків з керамічних матеріалів показують, що за зносостійкістю вони не поступаються традиційним конструкційним матеріалам. Найбільшу зносостійкість мають керамічні матеріали на основі карбїду бора, дещо меншу — на основі оксиду алюмінію Al_2O_3 [6].

Таким чином, фізико-механічні, хімічні та експлуатаційні властивості технічної кераміки на основі оксиду алюмінію визначаються вмістом Al_2O_3 , співвідношенням фазових складових, домішок і зв'язувальних компонентів, залежністю визначальних кристалічних фаз — мулітової, корундової та склоподібної, розміром, формою й характером розподілу фазових складових, структурою та пористістю зразка (зі збільшенням пористості характеристики міцності зменшуються), величиною і щільністю розподілу пор, їх формою та розміщенням, природою і властивостями й температурою оточуючого середовища.

Результати досліджень. Авторами досліджувалась механічна стійкість зразків керамічних матеріалів з різним вмістом оксиду алюмінію, зокрема технічного фарфору (УФ 53) та корундової кераміки (рис. 2.). Інтенсивність зношування визначали за втратою маси зразками ваговим методом.

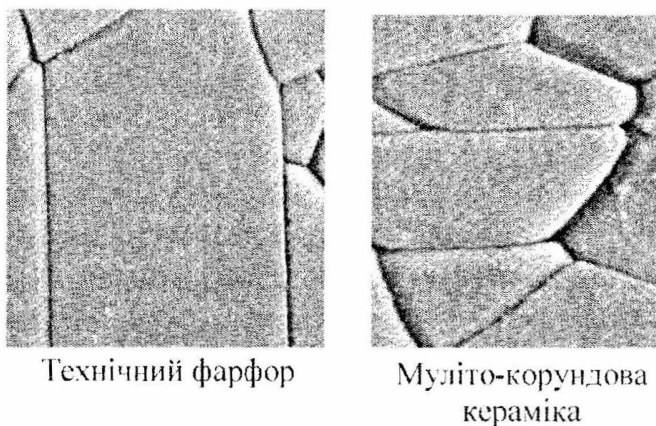


Рис. 2. Мікрофотографія зразка досліджуваної кераміки (x5000)

Механічну зносостійкість технічної кераміки досліджували під дією ультразвукової кавітації на установці з магнітострикційним вібратором УЗДН-2Т, що надає можливість визначити зносостійкість матеріалів у досить «жорстких» умовах. Механізм дії ультразвукової кавітації подібний гідродинамічній, що дає змогу одержати порівняльні результати зносостійкості за нетривалий період. Досліджувані зразки у вигляді циліндрів одержували з попередньо помеленого технічного глинозему, що є сумішшю оксиду алюмінію різних модифікацій. Вихідний матеріал подрібнювали до 15...30 мкм на вібротолі, просіювали, змішували з пластифікатором ПВС (полівініловий спирт), піддавали пресуванню та подальшому спіканню.

Температура спікання дозволила перевести глинозем в α -форму, внаслідок чого відбулась його усадка та збільшився вміст дрібних складових, що підвищує фізико-механічні властивості зразків.

Аналіз одержаних результатів у вигляді залежності швидкості втрати маси зразками за час досліджень (рис. 4, 3) показує, що характер зношування обох зразків при частоті коливань магнітострикційного вібратора 22 кГц має однаковий характер, але загальна втрата маси зразком з технічного фарфору суттєво більша, ніж для зразка з корундової кераміки. Це можна пояснити підвищеним вмістом оксиду алюмінію у зразку з корундової кераміки і показником ударної в'язкості, який можна вважати подібним в'язкості руйнування.

Відомо, що матеріали з слабкими границями зерен, зокрема з підвищеним вмістом склофазы, руйнуються міжзеренно.

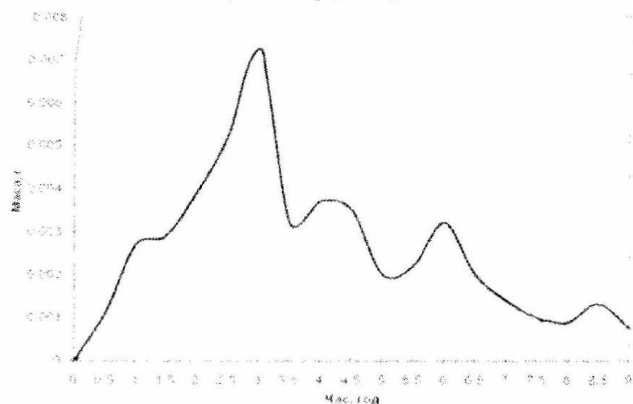


Рис. 3. Залежність швидкості втрати маси зразків з технічного фарфору від часу досліджень

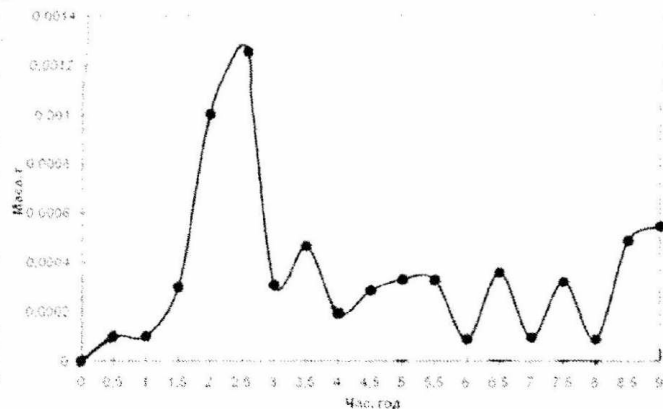


Рис. 4. Залежність швидкості втрати маси зразків з корундової кераміки від часу досліджень

Мікроскопічний аналіз показав, що руйнування зразків здійснюється переважно по склоподібній фазі, яка міститься по границям зерен оксиду алюмінію.

Наведені залежності підтверджують, що характер зношування полягає в поступовому накопиченні енергії напруження на поверхні зразка і стрибкоподібне її вивільнення з руйнуванням матеріалу. Зношувана поверхня поступово оновлюється за рахунок підповерхневих об'ємів, які менше піддаються руйнуванню.

Для зразків з технічного фарфору і корундової кераміки встановлено циклічний характер зміни швидкості зношування протягом тривалості випробувань. У

керамічних матеріалах виникають дефекти структури — пори, тріщини, що визначається складом і технологією їх виготовлення. Зокрема, більша частина дефектів, переважно у вигляді мікротріщин, виникає саме під час спікання та подальшого охолодження зразків. Ці мікротріщини будуть збільшуватись навіть при незначних навантаженнях і за теорією А. Гриффітса їх наявність як на зовнішній поверхні, так і в середині зразка сприяє накопиченню концентрацій напружень, що призводить до збільшення розмірів тріщин і подальшого руйнування зразка.

Крім того, керамічні мембрани відрізняються високою хімічною і температурною стійкістю. Вони мають багатошарову структуру, що складається з високопористої матриці з нанесеними на її поверхню внутрішніми каналами у вигляді розділювальних шарів. Такі мембранні елементи можуть бути у вигляді одно- та багатоканальних циліндричних елементів і застосовуються для мікрофільтрації та ультрафільтрації середовищ з розмірами часточок від 0,5 до 0,01 мкм.

Керамічні мембрани полегшують умови реалізації процесу фільтрації. Крім того, вони порівняно з полімерними, забезпечують краще безрозбірне миття установки, більш якісно регенеруються в процесі мийки, мають більш високу продуктивність.

Перевагами керамічних мембран є приблизно однакові розміри пор; високий коефіцієнт пористості; висока продуктивність; можливість відновлення фільтраційних властивостей при регенерації мембрани, в тому числі способом зворотного промивання; можливість багаторазової стерилізації паром або хімічними реагентами; можливість фільтрування високов'язких середовищ; висока температура експлуатації до 400 °С; стійкість в агресивних середовищах і в ерозійних потоках зі швидкостями 5—10 м/с; можливість експлуатації при високих перепадах тиску (1—1,5 МПа) при фільтруванні і зворотному промиванні; висока (90—95%) пористість і тріщиностійкість [7].

Виробництво керамічних мембран ґрунтується на послідовному отриманні пористої керамічної заготовки з нанесенням на неї тонкого розділювального шару, який відрізняється мінімальними розмірами не менше 0,1 мкм (диспергованих частинок) для утворення пор розміром до 0,05 мкм.

Керамічна основа формується шляхом екструзії формувальної маси, в яку введено пластифікатор (масло, гліцерин тощо) і випалювані добавки (тирса, вугілля, торф тощо). В результаті утворюється твердий пористий керамічний матеріал, частинки якого сполучені хімічними зв'язками.

Проміжний шар, який заповнює пори заготовки (підкладки), наноситься шляхом фільтрації суспензії дрібнодисперсного матеріалу. Після формування шару проводиться випалювання добавок для утворення пор (рис. 5).

Існують два варіанти нанесення селективних шарів на керамічні трубчасті мембрани: нанесення селективного шару на зовнішню поверхню трубчастої підкладки або нанесення селективного шару на внутрішню поверхню.

Такі мембрани призначені для роботи в режимі тангенційної фільтрації, регенеруються зворотним промиванням фільтратом і очищенням висококонцентрованими кислотами й лугами.

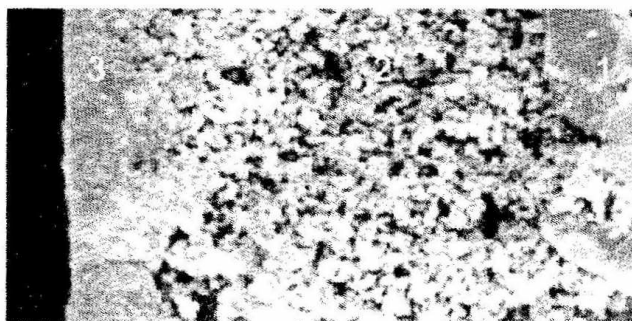


Рис. 5. Мікрофотографія шарів керамічної мембрани (x2500):

1 — фільтруючий; 2 — проміжний; 3 — опорний

Технологічні властивості керамічних мембран суттєво залежать від технології виготовлення й матеріалу, який використовується. На думку авторів, найбільш перспективним методом виготовлення керамічних фільтрувальних елементів є технологія пресування із подальшим спіканням. Відмітимо, що цей спосіб отримання дисперсних матеріалів достатньо розповсюджений у сучасних технологіях виготовлення елементів різноманітного технологічного обладнання. При цьому властивості кінцевого виробу можуть бути різними. Зокрема, регулюючи зусилля пресування, можливо задати для елемента, який виготовляється, різні види і розміри пор, що є необхідним при виробництві керамічних мембран.

Відомо, що керамічні мембранні елементи ефективні при очищенні природної води, обробленні плодоягідних соків у харчовій і переробній промисловості, вилученні амінокислот, цукрів та інших високомолекулярних сполук у фармацевтичній промисловості тощо. Серед перспективних напрямків застосування треба зазначити молочну промисловість, де керамічні мембрани можуть використовуватись при вилученні білків з продуктів переробки сировини. Це підвищить не лише ефективність процесу, але й забезпечить найбільш високі санітарно-гігієнічні вимоги до виробництва.

Висновки. Встановлено, що керамічні матеріали на основі оксиду алюмінію для виготовлення мембранних фільтрувальних елементів забезпечують умови гігієнічного проектування технологічного обладнання. Експериментально доведені високі міцності показники технічної кераміки залежно від вмісту базового компонента. Показано, що використання керамічних мембран має широкі перспективи застосування навіть при ускладнених умовах експлуатації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Опыт использования мембранных технологий для очистки и опреснения воды / [Десятков А.В., Баранов А.Е., Баранов Е.А. и др.]. — М.: Химия, 2008. — 240 с.
2. Змієвський, Ю.Г. Визначення основних характеристик гідрофобної мікрофільтраційної мембрани марки МФФК-3 при мембранній дистиляції / Ю.Г. Змієвський, В.Г. Мирончук, Л.В. Цюпко, Д.Д. Кучерук // Харчова промисловість. — 2010. — № 10. — С. 90—94.
3. Milić, J.K. Ultrafiltration of oil-in-water emulsion by using ceramic membrane: Taguchi experimental design approach / J. K. Milić, I. Petrinić, A. Goršek, M. Simonič // Central European Journal of Chemistry. — 2014. — № 12(2). — P. 242—249.
4. Jedidi, I. New ceramic microfiltration membranes from mineral coal fly ash / I. Jedidi, S. Sardi, S. Khmakem // Arabian Journal of Chemistry. — 2009. — № 2. — P. 31—39.

5. Брык, М.Т. Энциклопедия мембран / М.Т. Брык. — К.: Киево-Могилянская академия, 2005. — 660 с.

6. Nekoz, A. Predicting of durability of ceramic working cavitation devices / A. Nekoz, A. Litvinenko, S. Jastreba // *British Journal of Science, Education and Culture*. — 2014. — № 2(6). — Vol. I. — 174—178.

7. Pérez-Gálvez, R. Operation and cleaning of ceramic membranes for the filtration of fish press liquor / R. Pérez-Gálvez, E. M. Guadix, J. P. Bergé // *Journal of Membrane Science*. — 2011. — Vol. 384(1—2). — 142—148.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ МЕМБРАН ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Б.С. Пащенко, А.А. Литвиненко, Є.В. Штефан
Национальный университет пищевых технологий

В статье приведены результаты экспериментальных исследований износостойкости керамических материалов для изготовления мембран для пищевой и перерабатывающей промышленности. Проведены эксперименты по определению механической устойчивости перспективных конструкционных материалов для изготовления мембранных фильтрующих элементов. Установлено, что высокие прочностные характеристики обеспечивают динамическую устойчивость мембран и длительный срок их эксплуатации.

Ключевые слова: *фильтрационные мембранные элементы, керамические материалы, износостойкость.*