

УДК 628.349.094.3:547.362.1

<sup>1</sup>В.В. Трачевський, к.х.н., доц.  
<sup>2</sup>К.І. Молозовенко, студ.  
М.В. Зінченко, студ.

## ПЛАЗМОХІМІЧНЕ МОДИФІКУВАННЯ ПОВЕРХНІ ПОЛІЕТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТНИХ МЕМБРАН

Національний авіаційний університет

<sup>1</sup>E-mail: sg.kiev@zeos.net<sup>2</sup>E-mail: rina93731@mail.ru

*Розглянуто вплив низькотемпературної плазми на поверхню поліетилентерефталатних мембран. Показана можливість отримання поліетилентерефталатних мембран із необхідними поверхневими властивостями.*

**Ключові слова:** гідрофільність, мембрана, плазма, поверхня, полімеризація.

### Постановка проблеми

Мембранна технологія успішно використовується в харчовій, електронній, хімічній промисловості, фармакології, медицині, в очищенні промислових стічних вод, опрісненні води та водопідготовці.

Найважливішою перевагою мембранних технологій є:

- висока ефективність;
- простота апаратурного оформлення;
- низька енергоємність;
- економічність;
- екологічність;
- можливість проведення процесів при температурі навколишнього середовища та без фазових переходів.

Основною проблемою при реалізації будь-якого мембранного методу є вибір мембран, які максимально відповідають умовам процесу розділення.

Кожна група технологічних завдань потребує для свого вирішення спеціально «сконструйованої» мембрани, тому прогрес у використанні процесів мембранного розділення тісно пов'язаний з виробництвом мембран з різними характеристиками пористої структури та властивостями поверхні.

Однак незалежно від сфери застосування і структури мембрани існують критерії, що визначають їх придатність і якість:

- висока проникність;
- затримувальна здатність;
- достатня механічна, хімічна і термічна стабільність.

Вимоги високої проникності, з одного боку, і високої затримувальної здатності та механічної стійкості, з другого боку, частково суперечать

одна одній і вимагають оптимального компромісу. На сьогодні є лише обмежена кількість пористих полімерних мембран, що задовольняють такі вимоги. У зв'язку з цим виникла потреба більш гнучкого застосування відомих мембран для вирішення конкретних завдань.

Увагу дослідників усе частіше привертає можливість модифікування поверхні пористих полімерних мембран такими методами:

- нанесення селективних шарів з розчинів полімерів;
- полімераналогічні перетворення поверхневих шарів мембрани, які відбуваються в результаті хімічної взаємодії функціональних груп поверхні мембрани і речовини модифікатора;
- прищеплена полімеризація різних мономерів на поверхню мембрани хімічним, радіаційним, ультрафіолетовим та плазма-ініціюванням;
- обробка поверхнево-активними речовинами.

### Аналіз досліджень і публікацій

Забрудненню мембран можуть сприяти адсорбційні процеси. Для зменшення їх впливу важливо підбирати мембрани певної хімічної природи.

Вибір матеріалу мембрани залежить від того, якій властивості цього полімерного матеріалу запобігають адсорбції та відкладанню осаду на поверхні мембрани.

Гідрофобні мембрани проявляють високу термічну та хімічну стабільність. Однак через їх гідрофобну природу вода не змочує поверхню мембрани. Перед використанням для фільтрації водних розчинів мембрани потрібно попередньо обробляти, наприклад, змочувати спиртом. Змочування таких мембран дозволяє усунути необхідність створення надлишкового тиску.

Все більше уваги привертають до себе гідрофільні мембрани через їх слабку тенденцію до адсорбції. Адсорбція розчинних речовин здійснює негативний вплив на об'ємний потік, тому що адсорбційний шар чинить додатковий опір масопереносу і відповідно приводить до зменшення потоку. Крім того, адсорбційний шар спричиняє труднощі в регенерації мембран.

Незважаючи на те, що гідрофобні полімерні мембрани мають цінні технологічні характеристики:

- стійкість до дії лугів і кислот;
- термічна стабільність.

Для багатьох баромембранних процесів необхідні гідрофільні мембрани, сформовані з полімерів, які мають гідрофільні функціональні групи. Для введення цих груп у мембрану використовують різноманітні методи модифікування [1; 2].

Останнім часом значна увага зосереджена на модифікуванні поверхні полімерів для їх застосування в різних галузях.

Одним із сучасних простих та універсальних методів модифікування є прищеплення полімеризація для поліпшення властивостей полімерів [3].

Прищеплена полімеризація на мембранній поверхні може здійснюватися за допомогою поєднання фізичних та хімічних процесів [4].

**Мета** роботи – розробити методику модифікації, яка дозволить підвищити експлуатаційні характеристики поліетилентерефталатних мембран.

#### Метод прищепленої полімеризації

Модифікування мембран методом прищепленої полімеризації має такі переваги перед іншими методами модифікування:

- просте та контрольоване введення прищеплених ланцюгів;
- висока щільність;
- точна локалізація прищеплених ланцюгів на поверхні мембрани.

Ковалентне приєднання прищеплених ланцюгів до мембранної поверхні запобігає розшаруванню та забезпечує довготривалу хімічну стабільність уведених ланцюгів.

Залежно від конкретних умов для прищеплення полімерних ланцюгів на мембранній поверхні можуть застосовуватися різні методи [5].

Методи прищепленої полімеризації можна поділити на дві основні групи:

- процеси «прищеплення з»;
- процеси «прищеплення на».

У випадку застосування методів першої групи реакційно здатні групи містяться на кінцях або на бічних ланцюгах попередньо утворених полімерів [6].

Методи другої групи передбачають використання активних груп, що існують на поверхні мембрани, для ініціювання полімеризації мономерів.

Вплив часу плазмохімічної полімеризації N-вініл-2-піролідону на ступінь прищеплення полівінілпіролідону СП<sub>ПВП</sub> наведено в табл. 1.

Таблиця 1

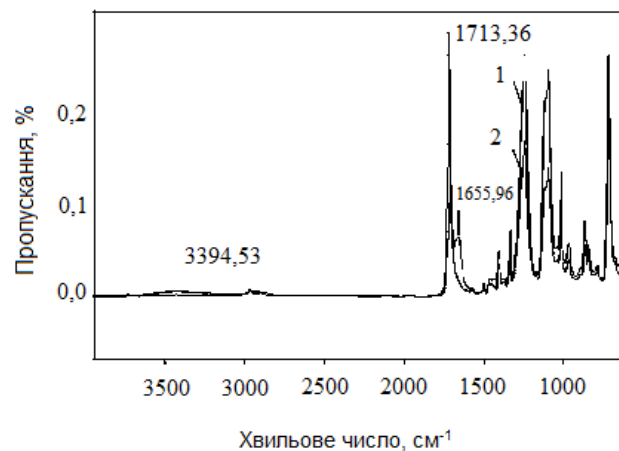
**Вплив часу дії плазми на ступінь прищеплення**

Час, хв	0	1	5	10	20	30
СП <sub>ПВП</sub> , %	0	1,6	5,1	8,5	9,8	10,7

Вплив факторів один на одного в кожному індивідуальному випадку дають унікальну мембрану, властивості якої можна отримати повторно. Слід уникати наявності домішок, що обривають реакцію прищеплення, спричиняють проникнення повітря.

Як видно з інфрачервоного спектра мембран (див. рисунок), поява нового піка поглинання з довжиною хвилі 1655 см<sup>-1</sup> відповідає коливанням амід-карбонільної групи в кільці N-вініл-2-піролідону.

Крім того, з підвищенням ступеня прищеплення полівінілпіролідону зростає інтенсивність цих піків.



Інфрачервоні спектри мембран до 1 і після 2 плазмохімічної полімеризації

Абсорбція при  $1713\text{ см}^{-1}$  є типовою для ароматичних сполук C–H та C=O.

Зростання інтенсивності піка спостерігається при  $3394\text{ см}^{-1}$ .

Гідрофілізацію одержаних мембран вивчали вимірюванням крайових кутів змочування її поверхні водою методом сидячої краплі (табл. 2).

Таблиця 2

**Крайові кути змочування мембран водою до і після плазмохімічної полімеризації**

Мембрана	Кут змочування, град.
Початкова	75
5 хв	50
10 хв	37

Отримані результати вказують на істотну гідрофілізацію поверхні поліетилентерефталатних мембран.

**Висновки**

1. Розроблено методику прищеплення вінілпіролідону на поліетилентерефталатні мембрани (10 % ВП,  $t = 10$  хв). Показано, що ступінь прищеплення становить 8,5 %, кут змочування  $40^\circ$ .

2. Розроблено методику прищеплення акрилової кислоти. Досліджено функціональні та транспортні характеристики (1 % акрилової кислоти,  $t = 10$  хв). Показано, що ступінь прищеплення становить 12,4 %, кут змочування  $36^\circ$ .

3. Розроблено методику утворення комплексу ПВП-I на поверхні поліетилентерефталатних мембран та досліджено бактеріальні характеристики отриманої мембрани.

**Література**

1. Keszler B. Modified polyetersulfone membranes / B. Keszler, G. Kovacs, A. Toth // J. Membr. Sci. – 1991. – Vol. 62, N 2. – P. 201–210.

2. Yan W. UV-radiation grafting of acrylamide onto cellulose acetate reverse osmosis membrane / W. Yan, P. Yang, Y. Wang // Shuichuli Jishu. – 1988. – Vol. – P. 213–222.

3. Polymer surface with graft chains. / Koichi Katoa, Emiko Uchidab, En-TangKangc, Yoshikimi Uyamaa, Yoshito Ikada // Progress in Polymer Science. – 2003. – Vol. 28, N 1. – P. 209–259.

4. Uyama Y. Surface modification of polymers by grafting / Y. Uyama, K. Kato, Y. Ikada // Adv. Polym. Sci. – 1998. – Vol. 137, N 1. – P. 1–39.

5. Emilio Bucio. Radiation-induced grafting of functional acrylic monomers onto polyethylene and polypropylene films using acryloyl chloride / Bucio Emilio, Cedillo Gerardo // Polymer Bulletin. – 2001. – Vol. 46, N 1. – P. 115–121.

6. Shtanko N.I. The use of radiation-induced graft polymerization for modification of polymer track membranes / N.I. Shtanko, V.Ya. Kabanov. // Beam Interactions with Materials and Atoms. – 1999. – Vol. 151, N 2. – P. 416–422.

Стаття надійшла до редакції 18.06.2012.