УДК 678.745.3:544.725.7:542.816

Потворова Н. В., Вакулюк П. В., Фуртат І. М., Лаврик В. І., Бурбан А. Ф.

ІММОБІЛІЗАЦІЯ ХІТОЗАНУ НА ПОВЕРХНІ МОДИФІКОВАНИХ АКРИЛОВОЮ КИСЛОТОЮ ПОЛІАКРИЛОНІТРИЛЬНИХ МЕМБРАН

Розроблено методику іммобілізації хітозану на поверхні поліакрилонітрильних (ПАН) мембран, попередньо модифікованих шляхом УФ-ініційованої прищепленої полімеризації акрилової кислоти. Досліджено транспортні, функціональні та антибактеріальні властивості отриманих мембран. Наявність прищепленої поліакрилової кислоти (ПАК) та хітозану підтверджено ІЧ-спектроскопічними дослідженнями. Даними ζ-потенціометрії підтверджено, що внаслідок іммобілізації хітозану поверхня мембран набуває позитивного заряду. Встановлено, що мембрани з іммобілізованим хітозаном характеризуються тривалою бактерицидною дією щодо грамнегативних бактерій Escherichia coli шт. НВ 101.

Ключові слова: іммобілізація хітозану, антибактеріальна активність, поліакрилонітрильні мембрани, УФ-ініційована прищеплена полімеризація, модифікування, акрилова кислота.

Біозабруднення та біодеструкція є основними перешкодами тривалого використання поліакрилонітрильних (ПАН) мембран [1]. Під час тривалої роботи фільтраційних установок на поверхні мембрани разом із продуктами розділення осідають бактерії, які активно розмножуються та утворюють біоплівку, тим самим руйнуючи селективну поверхню мембрани та сприяючи вторинному забрудненню очищеної води продуктами їхнього метаболізму [2]. Тому для запо-

© *Потворова Н. В., Вакулюк П. В., Фуртат І. М., Лаврик В. І., Бурбан А. Ф.*, 2012

бігання біозабрудненню розробляють методи модифікування ПАН мембран антибактеріальним речовинами [3]. Нині для отримання мембран із антибактеріальними властивостями використовують природний антибактеріальний агент полімерної будови хітозан, який характеризується біосумісністю, низькою токсичністю та широким спектром антибактеріальної дії [4; 5].

Функціональні групи хітозану ($-NH_3^+$) здатні утворювати зв'язки з активними центрами на поверхні полімерної мембрани, завдяки чому він міцно іммобілізується на ній [6]. Для створення таких центрів поверхні мембрани активують шляхом гідролізу, обробки ініціаторами, попереднім прищепленням мономерів із реакційноздатними групами [7]. Останній метод, або монофункціоналізація мономерами поверхні ПАН мембран передбачає широке використання таких мономерів, як акрилова, метакрилова кислота, вінілацетат та ін. [8] Після прищеплення мономерів на поверхні ПАН мембран утворюються негативно заряджені карбоксильні групи. Прищеплення мономерів дає змогу, з одного боку, гідрофілізувати поверхню ПАН мембрани, а з іншого – слугувати активними центрами для зв'язування та утримання функціональних груп антибактеріальних сполук, зокрема хітозану [9; 10].

Тому метою нашої роботи було іммобілізувати хітозан на поверхні модифікованих акриловою кислотою поліакрилонітрильних мембран і дослідити їхні транспортні**,** функціональні та антибактеріальні властивості.

Матеріали та методи

Мембрани

Використано мікрофільтраційні поліакрилонітрильні мембрани марки ПАН–100 із середнім діаметром пор 100 мкм МИФИЛ (Білорусія).

Речовини для модифікування

Для модифікування використовували: ініціатор фотоініційованої полімеризації бензофенон (БФ) (Fluka, Німеччина), мономер акрилову кислоту (АК) (Fluka, Німеччина). Для надання мембрані антибактеріальних властивостей було іммобілізовано хітозан з молекулярною масою 400 000 (Fluka, Німеччина).

Обладнання та розрахунки

Для дослідження об'ємного потоку води (J_v, л/(м^2·год.) крізь мембрану використовували стандартну циліндричну комірку непроточного типу Amicon 8200 (виробництво Millipore Corporation, США).

Для УФ-ініційованої прищепленої полімеризації застосовували фотохімічний реактор (рис. 1).

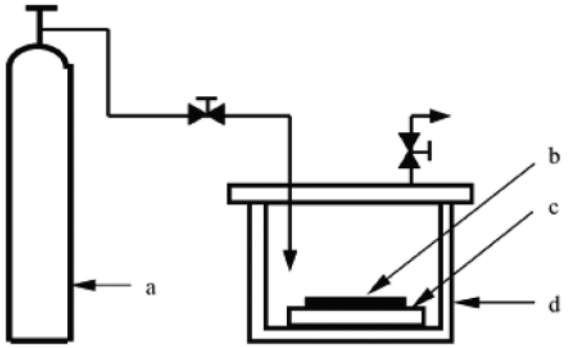

Рис. 1. Комірка для УФ-ініційованого прищеплення мономерів (*a* – балон із аргоном, *b* – мембрана, *c* – ємність із розчином мономеру, *d* – кварцова комірка)

Ступінь прищеплення (СП, %) АК розраховували за формулою:

$$СП = (M_{модиф.} - M_0)/M_0 \cdot 100\ \%,$$

де M_0 – маса вихідної мембрани; $M_{модиф.}$ – маса модифікованої мембрани.

Модифікування мембран

Модифікування мембран проводили у дві стадії: на першій – мембрани витримували у розчині ініціатора бензофенона з концентрацією 1–6 % (мас) протягом 5–40 хв при кімнатній температурі для адсорбції ініціатора; на другій – прищеплювали акрилову кислоту (АК) із водного розчину 1 25 % (мас) шляхом УФ-ініційованої прищепленої полімеризації протягом 5–40 хв при температурі 40 ± 5 ºС в атмосфері аргону. Після закінчення реакції мембрану відмивали у дистильованій воді протягом 6 год. Хімічну реакцію проводили за такою схемою:

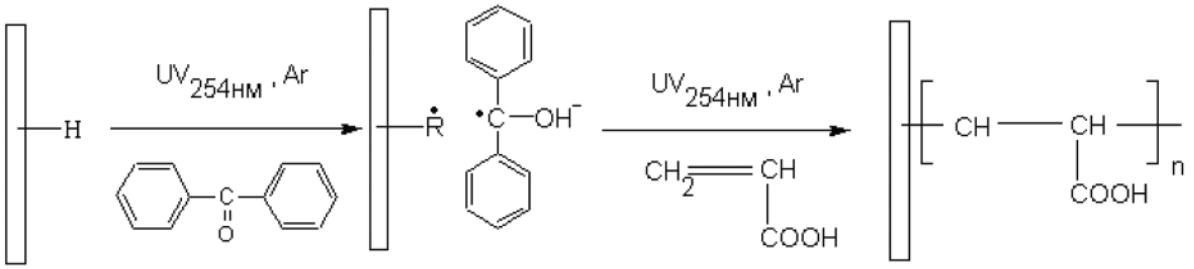

Схема УФ-ініційованої прищепленої полімеризації АК до ПАН мембрани

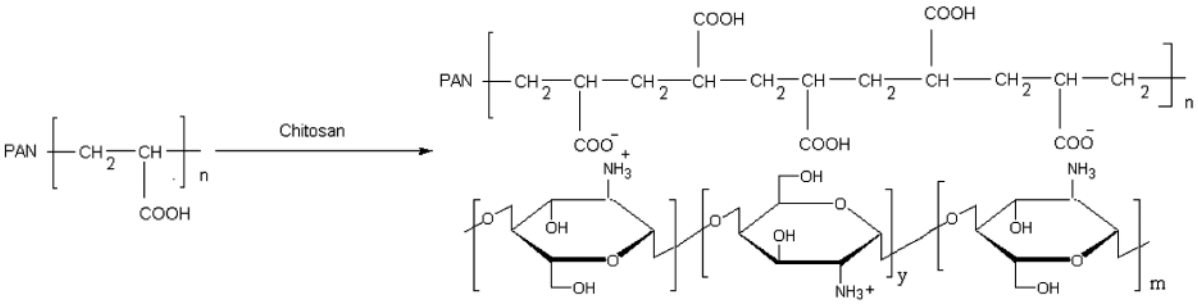

Схема іммобілізації хітозану на попередньо прищеплений до ПАН мембрани шар поліакрилової кислоти

Іммобілізація хітозану

ПАН мембрани з активованою поверхнею занурювали у розчин хітозану при кімнатній температурі та витримували протягом 0,5–24 год., після чого промивали в дистильованій воді.

Вимірювання крайових кутів змочування методом сидячої краплі

Гідрофільність мембран вивчали шляхом вимірювання крайових кутів змочування методом сидячої краплі. Краєві кути змочування поверхні мембрани вимірювали за допомогою цифрової фотокамери (Olympus C-765 Ultra Zoom) та обробляли у програмі Adobe Photoshop 7.0. Значення контактних кутів усереднювали вибіркою із 10; похибка вимірювання становила ±3º.

Інфрачервона спектроскопія (ІЧ-спектроскопія)

Дослідження поверхневих шарів зразків мембран проводили на спектрометрі UR-20 методом багаторазового порушеного повного відбиття (МБППВ) із використанням приставки МБППВ. Цей метод дає змогу отримати ІЧ-спектри відбиття з поверхневого шару зразка до глибини близько 2–3 мкм.

Визначення ξ потенціалу мембрани

Вимірювання поверхневого заряду (ξ потенціал мембран) проводили на електрокінетичному аналізаторі (EKA, Anton Paar GmbH) відносно $1 \cdot 10^{-3}$ М розчину KCl.

Визначення бактерицидних властивостей мембрани

Бактерицидну активність мембран визначали щодо штаму *Escherichia coli* HB 101. У дослідах застосовували добову культуру бактерій, вирощену на живильному агарі (Difco, США), з якої виготовляли суспензію клітин у фізіологічному розчині NaCl концентрацією 10^6 клітин/мл. Суспензію клітин стандартизували спектрофотометрично із застосуванням денситометра DEN-1 (Biosan, Латвія). Після розведення до концентрації 10^3 клітин/л суспензію об'ємом 100 мл, пропускали крізь досліджувану мембрану до сухого залишку. Після фільтрації мембрану інкубували на діагностично-диференційному середовищі Ендо за температури 37 °С протягом доби. Бактерицидну активність визначали як відсоток колонієутворювальних одиниць, що виросли на дослідженій мембрані, порівняно з контролем. Контролем слугувала немодифікована мембрана.

Результати та обговорення

Одним із способів іммобілізації бактерицидних речовин на мембранах є формування на їхній поверхні інтерполімерних комплексів. Для цього до поверхні мембран попередньо прищеплюють високомолекулярні речовини, які є комплементарними до бактерицидних полімерів і легко утворюють з ними полімер-полімерні комплекси. При цьому відбувається монофункціоналізація поверхні мембран, тобто утворення на їх поверхні шару з реакційно-здатних груп полімеру-модифікатора, спроможних до подальшого зв'язування селективного шару з антибактеріального полімеру [11].

Метод УФ-ініційованої прищепленої полімеризації – один із методів отримання на поверхні мембрани великої кількості функціональних центрів, які надають їй специфічних функціональних (фізико-хімічних і транспортних) характеристик. Перевагою цього методу є збереження основного полімеру в масі, причому модифікування відбувається лише у приповерхневому шарі [12].

Для отримання на поверхні поліакрилонітрильних мембран функціональних груп використовували акрилову кислоту (АК), як ініціатор – бензофенон. У результаті УФ-ініційованої полімеризації акрилової кислоти на поверхні поліакрилонітрильної мембрани було з'ясовано, що на кількість прищепленої АК впливає: концентрація ініціатора, мономера, тривалість УФ-ініційованої полімеризації. Вплив концентрації ініціатора полімеризації бензофенону у розчині на кількість прищепленої ПАК наведено на рис. 2.

Дослідження впливу концентрації БФ (1–6 %) на ступінь прищеплення АК дає можливість

стверджувати, що збільшення концентрації бензофенону в розчині до 2 % призводить до зростання ступеня прищеплення ПАК (мас) (рис. 2). Це можна пояснити збільшенням кількості активних центрів на поверхні мембрани. Слід зазначити, що за концентрацій вищих, ніж 6 %, спостерігається втрата механічної міцності мембрани, тому подальше підвищення концентрації ініціатора недоцільне.

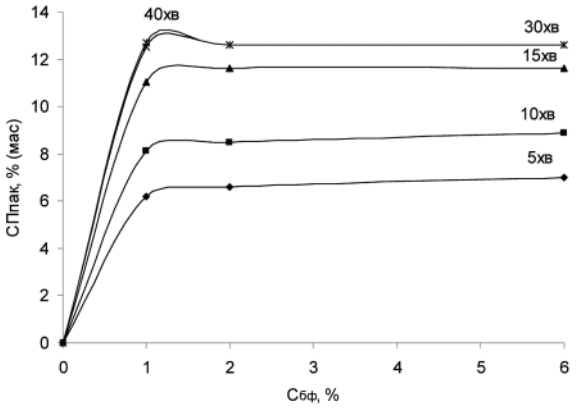

Рис. 2. Вплив концентрації БФ ($С_{БФ}$, %) та тривалості УФ-ініційованої полімеризації (τ, хв) на ступінь прищеплення АК 1 % ($СП_{ПАК}$, %)

Крім того, показано, що чим довше триває процес прищепленої полімеризації (рис. 2), тим вищий ступінь прищеплення ПАК. Це зростання відбувається лише до певного значення (тривалість модифікування 30 хв) і в подальшому майже не змінюється. Це пов'язано зі збільшенням в'язкості утвореного кополімеру біля поверхні мембрани та гомополімеру в розчині, внаслідок чого нові порції мономеру не здатні дифундувати до поверхні й приєднуватися до ланцюга, що подовжується.

Визначення ступеня прищеплення ПАК від концентрації мономера АК засвідчує, що з підвищенням концентрації розчину АК збільшується кількість прищепленого полімеру та зростає маса мембрани. Однак за концентрацій АК, вищих, ніж 10 %, кількість прищепленої ПАК зменшується (табл. 1). Це може бути пов'язано із переважанням процесу гомополімеризації у розчині, уповільненням дифузії мономеру до поверхні мембрани крізь утворений шар прищепленого кополімеру, адсорбцією мономеру до поверхні без утворення ковалентного зв'язку.

Результати, наведені на рис. 1 і в табл. 2, свідчать, що УФ-ініційована полімеризація АК є ефективною для модифікування ПАН мембран. На ступінь прищеплення ПАК впливають: концентрація розчину бензофенону (2–6 %), тривалість опромінювання мембрани (5–40 хв) та концентрація розчину мономеру (1–25 %). Під час досліджень встановлено, що оптимальними умовами прищепленої полімеризації АК, за яких досягається значне прищеплення ПАК і не руйнується мембрана, є концентрація розчину БФ 1 %, тривалість опромінювання 30 хв та концентрація розчину АК 1 %.

Таблиця. 1. **Вплив концентрації розчину АК ($С_{АК}$, %) на ступінь прищеплення ПАК ($С_{ПАК}$, %)**

$С_{АК}$, %	$СП_{ПАК}$, %
0	0
1	8,1
3	8,0
10	5,7
20	6,1
25	6,1

Тривалість прищепленої полімеризації – 10 хв, концентрація БФ – 1 %.

Прищеплення ПАК до поверхні ПАН мембран призводить до зменшення їхньої водопроникності, ймовірно, це відбувається за рахунок часткового перекривання пор прищепленим полімером. Зміна величини водопроникності мембран після проведення прищепленої УФ-ініційованої полімеризації АК на їх поверхні наведено як графік на рис. 3. Показано, що найбільша зміна водопроникності модифікованих мембран спостерігається при максимальній концентрації ПАК (рис. 3).

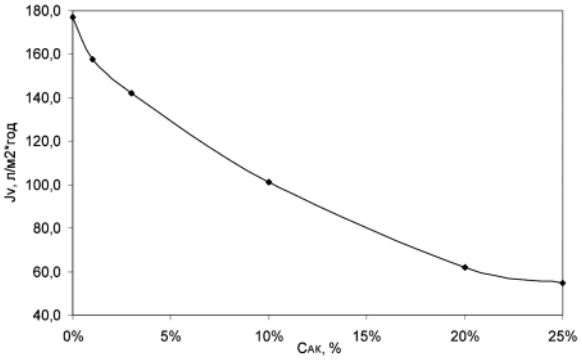

Рис. 3. Залежність об'ємного потоку води (J_v, л/м^{2}год.) крізь мембрану з прищепленою ПАК від концентрації АК ($С_{АК}$, %) (τ = 10 хв, $С_{БФ}$ 1 %)

Структурні зміни на поверхні мембрани визначали методом ІЧ-спектроскопії. На ІЧ-спектрах поверхні мембрани з'являється смуга поглинання 3423,10 см$^{-1}$, що відповідає валентним коливанням О-Н зв'язку, смуга 1727,82 см$^{-1}$, яка відповідає валентним коливанням С = О зв'язку карбоксильної групи, смуга 1358,87 см$^{-1}$ деформаційних коливань О-Н карбоксильної групи. Зникнення смуги поглинання 224°см$^{-1}$, яка відповідає за коливання -С≡N груп, зумовлене зменшенням кількості нітрильних груп на поверхні мембрани.

Електроповерхневі властивості модифікованих ПАН мембран вивчали шляхом вимірюван-

ня ξ-потенціалу поверхні мембран, наведеного на рис. 4.

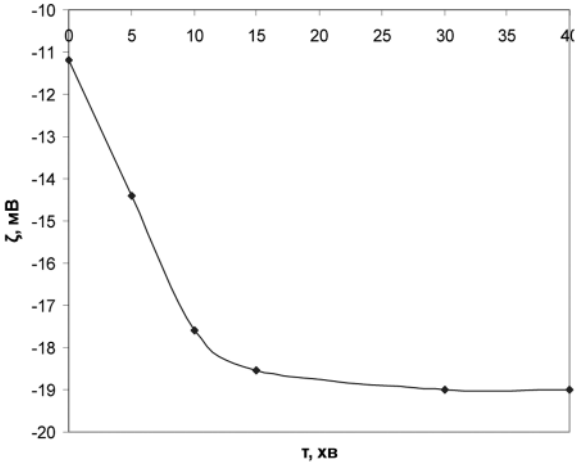

Рис. 4. ξ-потенціал поверхні ПАН мембран (ξ, мВ) залежно від тривалості їхнього модифікування (τ, хв)

Під час прищепленої полімеризації АК до поверхні мембран відбувається зміна значення ξ-потенціалу мембрани від –11,20 ± 0,6 мВ до –19,28 ± 0,6 мВ, зумовлена появою на поверхні значної кількості негативно заряджених карбоксильних груп. Проте зі збільшенням тривалості модифікування поверхневий заряд мембран із часом майже не змінюється. Це вказує на те, що кількість поверхневих груп при подальшій прищепленій полімеризації АК на поверхні ПАН збільшується несуттєво.

Прищеплення поліакрилової кислоти впливає також і на зміну крайового кута змочування. Для немодифікованої ПАН мембрани кут змочування становить 60 ± 3º, тоді як для модифікованої ПАК – 32 ± 3º. Отримані результати свідчать про істотну гідрофілізацію поверхні модифікованої мембрани порівняно з немодифікованою ПАН мембраною.

Активування поверхні ПАН мембран шляхом створення на ній реакційноздатних полярних карбоксильних груп ПАК дає можливість зв'язати катіонактивний нітрогеновмісний антибактеріальний агент хітозан. Тому на наступному етапі роботи отримано поліакрилонітрильні мембрани із антибактеріальними властивостями. Для цього на модифіковану поліакриловою кислотою ПАН мембрану іммобілізували хітозан.

Унаслідок визначення ступеня іммобілізації хітозану на поверхню поліакрилонітрильної мембрани із прищепленою ПАК з'ясовано, що на цей показник впливає два чинники, а саме кількість попередньо прищепленої ПАК та тривалість іммобілізації хітозану (табл. 2). Ми встановили, що найбільший ступінь прищеплення хітозану спостерігається протягом 180 хв іммобілізації хітозану на мембрані з прищепленою ПАК (1 % розчин АК). Значення концентрації розчину мономеру АК відповідає максимальному ступеню прищеплення АК (табл. 1).

Таблиця 2. **Залежність ступеня іммобілізації хітозану до поверхні ПАН мембран, попередньо модифікованих ПАК, від тривалості іммобілізації хітозану ($\tau_{хітозан}$, хв) та концентрації АК ($C_{АК}$, %).**

Ступінь прищеплення хітозану, %			
$C_{АК}$, % / $\tau_{хітозан}$, хв	0 %	1 %	3 %
30	0,1	1,3	2,5
60	0,1	2,9	3,2
120	0,1	4,6	3,9
180	0,2	5,2	3,8

$\tau_{хітозан}$ – тривалість іммобілізації хітозану до мембран, хв; $C_{АК}$ – концентрація розчину АК для прищепленої полімеризації.

Продуктивність мембран має значення для їхнього практичного застосування, тому було визначено водопроникність модифікованих ПАН мембран з іммобілізованим на них хітозаном. Отримані дані свідчать, що зі збільшенням часу іммобілізації хітозану на мембрану водопроникність мембрани знижується (табл. 3) – це пов'язано із частковим перекриванням пор мембрани молекулами хітозана. Результати в табл. 3 свідчать про те, що максимальне зменшення водопроникності отриманих мембран спостерігається протягом 180 хв іммобілізації хітозану. Вказані умови відповідають найбільшому ступеню прищеплення ПАК (табл. 1, рис. 4) та максимальному ступеню іммобілізації хітозану (табл. 2).

Таблиця 3. **Вплив тривалості іммобілізації хітозану (τ, хв.) до поверхні ПАН мембран, попередньо модифікованих ПАК, на водопроникність отриманих мембран (J_v, л/(м²·год.)**

τ, хв	J_v, л/(м²·год.)
30	196,80
60	152,20
120	130,0
180	86,03
210	89,0

τ – тривалість модифікування, хв, J_v – водопроникність, л/(м²·год.)

Ефективність іммобілізації хітозану на попередньо модифіковані поліакриловою кислотою мембрани вивчали за зміною значення ξ-потенціалу поверхні мембран (рис. 5). Було показано, що в результаті 120 хв контакту ПАН мембрани, модифікованої ПАК, з розчином хітозану початкове значення поверхневого заряду мембрани із прищепленою ПАК змінилося від –19,28 ± 0,6 мВ до +3,16 мВ. Такий результат свідчить про перезарядку початкової поверхні мембрани внаслі-

док іммобілізації хітозану із позитивно зарядженими групами. Вимірювання поверхневого заряду мембрани, яку витримували в розчині хітозану протягом 180 і 240 хв, показало, що поверхневий заряд мембрани досягає значення +5,6мВ і +9,05 мВ відповідно, і далі цей показник залишається сталим. Такий результат свідчить про те, що відбувається повне адсорбційне насичення зовнішньої поверхні та пор мембрани хітозаном і подальше його прищеплення не відбувається.

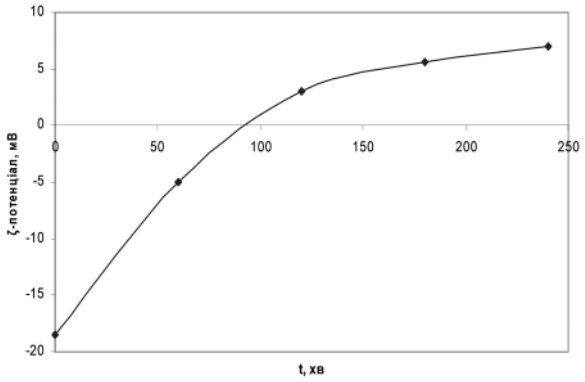

Рис. 5. ξ-потенціал поверхні мембран, модифікованих ПАК, від тривалості процесу іммобілізації хітозану

Вивчення зміни значення крайового кута змочування поверхні модифікованих ПАН мембран показало, що для ПАН мембрани із прищепленою ПАК та мембран з іммобілізованим на поверхні ПАК хітозаном це значення залишається сталим ($\theta = 32 \pm 3^{\circ}$). Отже, порівнюючи значення кута змочування для початкової ПАН мембрани ($\theta = 60^{\circ}$) та модифікованої ПАК і хітозаном ($\theta = 32 \pm 3^{\circ}$) можемо підсумувати, що негативно заряджені групи ПАК і позитивно заряджені групи хітозану суттєво гідрофілізують поверхню ПАН мембрани.

Структурні зміни на поверхні ПАН мембрани перевіряли ІЧ-спектроскопією. Так, на ІЧ-спектрах з'являються смуги поглинання 3436,47 $см^{-1}$, які відповідають валентним симетричним коливанням вільної NH_2 групи, 3273,19 $см^{-1}$, що відповідає валентним коливанням зв'язаної -NH групи. Крім того, зміщення смуги валентних коливань вільної аміногрупи є наслідком зв'язування макромолекул хітозану з активованою поверхнею ПАН мембрани.

Антибактеріальні властивості ПАН мембран із прищепленою ПАК та хітозаном вивчали щодо штаму *Escherichia coli* НВ 101 (табл. 4). Отримані результати засвідчують, що впродовж 180 хв іммобілізації на них хітозану у мембран формується 100 % бактерицидність і залишається стабільною при збільшенні тривалості іммобілізації хітозану. Таким чином, бактерицидна активність мембран зростає зі збільшенням кількості хітозану, іммобілізованого на її поверхні мембран, і сягає максимального значення при адсорбційному насиченні поверхні хітозаном (табл. 2).

Таблиця 4. **Бактерицидність мембрани від залежно тривалості витримування мембрани в розчині хітозану**

$\tau_{хіт}$, хв	0	60	120	180	1440
Бактерицидність	++++	++	+	-	-

Примітка: «-» – ріст в мікроорганізмів відсутній, «+» – поодинокі колонії, «++++» – суцільний ріст; на початкові ПАН мембрані спостерігався суцільний ріст колоній.

Крім антибактеріальної активності у мембран, велике значення має тривалість її збереження. Тому вивчали тривалість прояву бактерицидної активності мембран з іммобілізованим на поверхні хітозаном (табл. 5). Отримані результати показали, що бактерицидні властивості ПАН мембран з прищепленою ПАК та іммобілізованим хітозаном залишаються стабільними упродовж 30 діб, протягом яких не було росту культури *Escherichia coli* НВ 101.

Таблиця 5. **Залежність бактерицидної активності модифікованих хітозаном мембран від тривалості їхнього витримування у воді**

$\tau_{витр}$, діб	0	10	20	30	40	50	60
Бактерицидність	-	-	-	-	+	+	++

Примітка: «-» – ріст в мікроорганізмів відсутній, «+» – поодинокі колонії, «++++» – суцільний ріст; на початкові ПАН мембрані спостерігався суцільний ріст.

При тривалому застосуванні модифікованих мембран спостерігався незначний ріст сторонньої мікрофлори (тобто на поверхні мембран упродовж інкубаційного періоду за нестерильних умов було зареєстровано поодинокі колонії мікроорганізмів). Це дає підставу стверджувати про стійкість антибактеріального шару та уможливлює використання цих мембран на практиці.

Висновки

Отже, під час досліджень розроблено методику фізико-хімічного модифікування поверхні ПАН мембран шляхом УФ-ініційованої прищепленої полімеризації акрилової кислоти та подальшої іммобілізації хітозану. Наявність ПАК та хітозану підтверджено ІЧ-спектроскопією та ζ-потенціометрією. Встановлено, що ПАН мембрани із прищепленою ПАК та іммобілізованим хітозаном виявляють антибактеріальні властивості щодо бактерій штаму *Escherichia coli* НВ 101 і зберігають цю здатність протягом тривалого періоду.

Література

1. Buchenska J. Polyamide Fibers (PA6) With Antibacterial Properties / J. Buchenska // Appl. Polym. Sci. – 1996. – Vol. 61. – P. 567–576.
2. Broxton P. A study of the antibacterial activity of some polyhexamethylene biguanides towards Escherichia coli ATCC 8739 / P. Broxton, P. M. Woodcock, P. Gilbert // J. Appl. Bacteriol. – 1983. – Vol. 54. – P. 345–353.
3. Tiller J. C. Designing surface that kill bacteria on contact / J. C. Tiller, C. J. Liao, K. Lewis // Appl. biolog. Sci. – 2001. – Vol. 98. – P. 5981–5985.
4. Devlieghere F. Chitosan antimicrobial activity, interactions with food components and applicability as a coating on fruit and vegetables / F. Devlieghere, A. Vermeulen, J. Debevere // Food Microbiology. – 2004. – Vol. 21. – P. 703–714.
5. Sokker H. H. Synthesis and characterization of hydrogels based on grafted chitosan for the controlled drug release / H. H. Sokker, A. M. Abdel Ghaffar, Y. H. Gad, A. S. Aly // Carbohydrate Polymers. – 2009. – Vol. 75 (2). – P. 222–229.
6. Ulbricht M. Photo-induced graft polymerization surface modifications for the preparation of hydrophilic and low-protein-adsorbing ultrafiltration membranes / M. Ulbricht, H. Matuschewski, A. Oechel // J. Membr. Sci. – 1996. – Vol. 151. – P. 31–47.
7. Ulbricht M. Polyacrylonitrile enzyme ultrafiltration membranes prepared by adsorption, cross-linking, and covalent binding / M. Ulbricht, A. Papra // Enzyme Microb. Technol. – 1997. – Vol. 20. – P. 61–67.
8. Мурланова Т. В. Іммобілізація хітозану на поверхні трекових поліетилентерефталатних мембран / Т. В. Мурланова, П. В. Вакулюк, А. Ф. Бурбан // Наукові записки НаУКМА. Хімічні науки і технології. – 2007. – Т. 66. – С. 27–32
9. Chou T. Chitosan enhances platelet adhesion andaggregation / T. Chou, E. Fu, C. Wu // Biochem. Biophys. Res. Commun. – 2003. – Vol. 302. – P. 480–483.
10. Ye P. Chitosan-tethered poly(acrylonitrile-co-maleicacid) hollow fiber membrane for lipase immobilization / P. Ye, Z. Xu, A. Che // Biomaterials. – 2005. – Vol. 26. – P. 6394–6403.
11. Жданов Г. С. Основные подходы к модифицированию трековых мембран из полиэтилентерефталата / Г. С. Жданов, Н. К. Китаева, Е. А. Баннова, Л. В. Миняйло // Критические технологии. Мембраны. – 2004. – № 2. – P. 22.
12. Cook J. Surface Modification of Polymeric Films and Fabrics by UV Graft Copolymerization / J. Cook, I. Smith // Tech. and Applications coating. – 2003. – Vol. 1. – P. 1–5.

N. Potvorova, P. Vakuliuk, I. Furtat, V. Lavryk, A. Burban

CHITOSAN IMMOBILIZATION ON THE SURFACE OF POLACRYLONITRILE MEMBRANES, MODIFIED BY UV-INITIATED GRAFT POLYMERIZATION OF ACRYLIC ACID

A method of chitosan immobilization on the surface polyacrylonitrile (PAN) membranes, previously modified by UV-induced graft polymerization of acrylic acid on the surface, is developed. Transport, functional and antibacterial properties of the membranes is investigated. Chemical grafting of polyacrylic acid and chitosan to the membrane surface is proved by IR-spectroscopy. As a result of chitosan immobilization membranes charge positively, which is proved by ξ-potentiometry data. It was established that chitosan immobilized PAN membranes have the prolonged antibacterial properties relatively to gram-negative bacterium Escherichia coli HB 101.

Keywords: chitosan immobilization, antibacterial properties, polyacrylonitrile membranes, UV-induced graft polymerization, modified, acrylic acid.

Матеріал надійшов 23.05.2012