

Вортман М. Я., Клименко Н. С., Шевченко В. В.,
Вакулюк П. В., Бурбан А. Ф., Брик М. Т.

СИНТЕЗ ЙОНОГЕННИХ АМІНОВМІСНИХ ОЛІГО- І ПОЛІЕТЕРІВ ТА ВИКОРИСТАННЯ ЇХ ДЛЯ МОДИФІКУВАННЯ МЕМБРАН

Досліджено процес модифікування поверхні поліетилентерефталатних (ПЕТФ) трекових мембран дифільними йоногенними аміновмісними оліго- і поліетерами з різною хімічною природою кислотних груп у своєму складі. Проведені дослідження показали, що величина адсорбції цих сполук на мембранах залежить від концентрації їх розчинів та тривалості процесу модифікування. Встановлено, що адсорбція йоногенних сполук викликає суттєву зміну характеристик мембран (гідрофобно-гідрофільний баланс поверхні, селективність та хімічна природа поверхні).

Вступ

Останнім часом для очищення та демінералізації розчинів із низьким вмістом солей використовують синтетичні полімерні мембрани з йоногенними групами (заряджені мембрани) [1]. Широкі можливості для отримання заряджених мембран відкриває модифікування мембран, яке можна проводити різними методами [2]. Хімічне та фізико-хімічне модифікування гідрофобних мембран [3] дає змогу, з одного боку, гідрофілізувати їхню поверхню (у т. ч. поверхню пор), а з іншого - надати мембранам специфічні розділювальні характеристики за рахунок утворення на їхній поверхні тих чи інших функціональних груп [4]. Крім того, відомо [5], що модифікування мембран часто супроводжується суттєвою зміною їх структурних та транспортних характеристик. Одним із найбільш ефективних і простих методів є модифікування мембран за допомогою поверхнево-активних речовин (ПАР). У нашій роботі для надання заряду поверхні мікрофільтраційних трекових мембран було використано дифільні йоногенні аміновмісні оліго- і поліетери з різною хімічною природою кислотних груп у своєму складі. Найбільш зручними матеріалами для дослідження адсорбційних властивостей є мембрани з циліндричною геометрією пор - трекові мембрани. Вузький розподіл пор за розмірами дає змогу виключити проблеми, що по-

в'язані зі звивистістю порових каналів полімерних мембран, отриманих іншими методами [6]. Відомо [7], що адсорбція йоногенних сполук з водних розчинів на поверхні мембран приводить до істотної зміни їх розділювальних характеристик. У зв'язку з цим слід очікувати, що адсорбція йоногенних сполук буде значно впливати не тільки на гідрофільність мембран, а й на їх селективність, порову структуру та природу поверхні. З огляду на викладене, метою цієї роботи було вивчення закономірностей адсорбції йоногенних аміновмісних оліго- і поліетерів з водних розчинів на поверхні трекових поліетилентерефталатних мембран для отримання заряджених мембран та дослідження їх розділювальних характеристик.

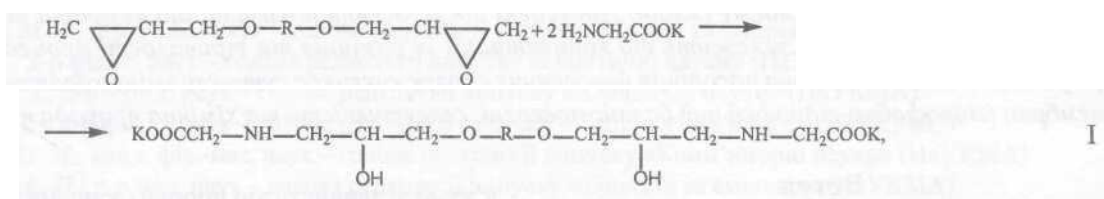
Матеріали і методи

У роботі було використано трекові поліетилентерефталатні мембрани з розміром пор 0,05 мкм (виробництво ОІЯД м. Дубна, Росія).

Вихідними компонентами для синтезу йоногенних аміновмісних оліго- і поліетерів були діановий та аліфатичний епоксидні олігомери Епікот-828 ММ 360 г/моль та ДЕГ-1 ММ 290 г/моль, епоксид разгалуженої будови - Лапроксид ММ 680, а також кополімер оксиду етилену та пропілену - Проксанол ММ 3000 г/моль. Дані відправні сполуки перед використанням сушили

¹ Вортман М. Я., Клименко Н. С., Шевченко В. В.,
Вакулюк П. В., Бурбан А. Ф., Брик М. Т., 2004

у вакуумі за температури 80 °С. Як подовжені ланцюги було використано моноетаноламін (МЕА), амінооцтову кислоту (АОК), сульфанилову кислоту (САК), р-аміносірчану кислоту (Р-АЕСК). Як реагенти, що надають кислотну функцію, використовували пропансультон (ПНС) і фталевий ангідрид (ФА). МЕА та ПНС очищали перегонкою, ФА - *сублімація*. АОК, САК та Р-АЕСК - перекристалізацією. Логарифмічну приведену в'язкість (η_{sp}) синтезованих сполук визначали у вигляді їх 0,5 % розчинів у диметилформаміді за температури 25 °С. ІЧ-спектри амфолітних олігоєфірів знімали на спектрометрі UR-20 у діапазоні коливань 400-3800 cm^{-1} . Концентраційну залежність поверхневого натягу вимірювали за видозміненим методом Вільгельмі [8, 9] за температури 20 °С. Викорис-



де $\text{R} = \text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2$.

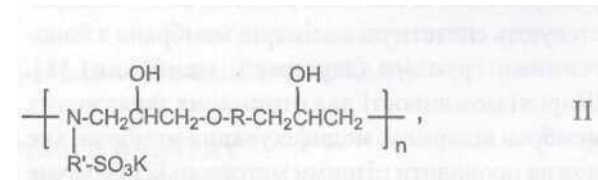
Цю реакцію проводили із додаванням до розчину епоксидного олігомеру в ДМФА розрахованої кількості калієвої солі АОК у мінімальній кількості води. Синтез проводили за температури 80 °С. Контроль за ходом реакції здійснювали методом ІЧ спектроскопії за зміною інтенсивності смуги поглинання епоксидних груп за 925 cm^{-1} . З реакційного середовища отриманий олігомер виділяли вилученням розчинника за умови зниженого тиску та температури 60 °С. Кінцевий продукт у конденсованому стані являє собою в'язку речовину, розчинну у воді, диметилформаміді, спирті.

Аміновмісний поліетер із сульфогрупами в боковому ланцюгу поліетеру отримували внаслідок взаємодії епоксидної смоли ДЕГ-1 і САК за мольного співвідношення 1:1. Цей синтез проводили за наведеною методикою додаванням до розчину епоксидної смоли в диметилформаміді калієвої солі САК. Отриманий продукт виділяли з реакційного середовища вилученням розчинника за умови зниженого тиску та температури 70 °С. Будову отриманого олігомеру структурної формули II визначали титруванням сульфогруп 0,1N розчином КОН з використанням як індикатора метилового червоного, яке в усіх випадках було наближене до теоретично розрахованого.

У конденсованому стані така сполука являє собою високов'язку рідину, розчинну в лужних та кислотних середовищах.

тонували тонку платинову пластину і тефлонову склянку. Розчини готували в бідистиляті з обов'язковою оцінкою його поверхневого натягу. Погрішність вимірів не перевищує 0,1 мН/м для рівня довірчої вірогідності 0,95.

На основі реакції запропонованих епоксидних смол лінійної та розгалуженої будови й аліфатичних аміновмісних сполук за умови різного мольного співвідношення епоксид/амін було отримано не тільки сполуки, що містять амінні фрагменти на кінцях ланцюгів, тобто біанкерної будови, а й такі, що містять їх у складі основного ланцюга. Взаємодією олігоєпоксиду ДЕГ-1 з калієвою сіллю АОК за умови мольного співвідношення компонентів 1 : 2 було отримано олігомер з кінцевими калійкарбоксилатними групами:

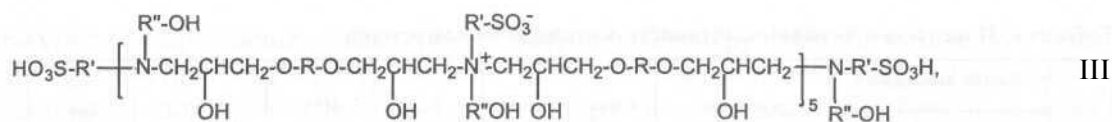


де $\text{R} = \text{CH}_2\text{CH}_2\text{---O---CH}_2\text{CH}_2$; $\text{R}' = 1,4\text{---C}_6\text{H}_4$.

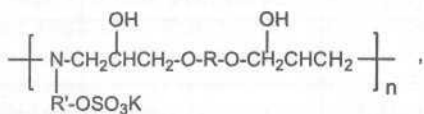
Олігомери з цвіттерйонними групами вздовж ланцюга і кінцевими сульфоновими групами отримували двоетапним методом. Спочатку внаслідок реакції епоксидних смол з надлишком МЕА за методикою [10] було отримано олігомери, що містять третинні амінні групи вздовж ланцюга олігомера та гідроксильні групи у боковому ланцюгу. Під час обробки аміногруп ПНС утворюються олігомери структурної формули III.

Реакцію відправних аміновмісних олігомерів з ПНС проводили в диметилформаміді за температури 80 °С. Отримані олігомери виділяли з реакційного середовища вилученням розчинника за зниженого тиску. В конденсованому стані отриманий продукт - це в'язка речовина, розчинна у воді, диметилформаміді, спирті.

Взаємодією аліфатичних й арилаліфатичних олігоєпоксидів із калієвою сіллю β -АЕСК, коли мольне співвідношення становить 1:1, було отримано поліетери з сірчаноокислими групами вздовж ланцюга (IV) та на кінцях (V) молекули.



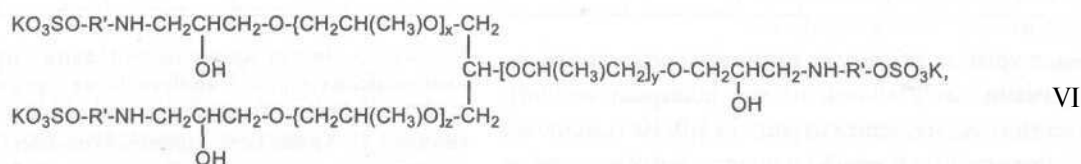
де R = (CH₂CH₂OCH₂CH₂); R' = (CH₂)₃; R'' = CH₂CH₂.



де R = CH₂CH₂-O-CH₂CH₂; R' = CH₂CH₂; IV

R = 4,4'-C₆H₄-C(CH₃)₂-C₆H₄; R' = CH₂CH₂. V

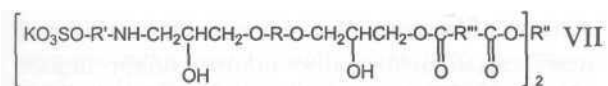
Так само було отримано розгалужений олігомер на основі епоксидованого олігооксіпропіленгликолю і калієвої солі Р-АЕСК структурної формули (VI):



де R' = CH₂CH₂; x+y+z = 10.

Олігомери блочної будови отримували за трьох-стадійним методом. На першій стадії проводили реакцію Проксанолу з ФА за умови мольного співвідношення 1 : 2 й отримували олігомер із кінцевими карбоксильними групами. Синтез проводили в масі за температури 80 °С, як катализатор використовували триетиламін. Контроль за ходом реакції здійснювали титрометричним методом за вмістом карбоксильних груп. Отримані та розраховані дані були близькі між собою.

На другій стадії цю сполуку обробляли подвійною мольною кількістю епоксидного олігомера і синтезували олігомер із кінцевими епоксидними групами. На третій стадії обробкою його подвійною мольною кількістю калієвої солі [3-АЕСК у наведених умовах отримували олігомер структурної формули VII:



де R = 4,4'-C₆H₄-C(CH₃)₂-C₆H₄; R' = CH₂CH₂;

R'' = (CH₂CH₂O)_x[CH₂CH(CH₃)O]_y;

R''' = 1,2-C₆H₄.

Дифільність будови синтезованих нами олігомерів надає їм поверхнево-активних властивостей. З метою визначення поверхнево-активних характеристик нами досліджено концентраційну залежність поверхневого натягу їх водних роз-

чинів на межі розділу з повітрям. З отриманих ізотерм поверхневого натягу було розраховано величину граничної поверхневої активності К:

$$K = \lim_{c \rightarrow 0} (d\gamma/dc)$$

де γ - поверхневий натяг, с - концентрація, а також значення граничної концентрації міцеллоутворення (ККМ) і поверхневого натягу, що відповідає ККМ. Отримані дані наведено в табл. 1.

Як видно з даних табл. 1, для зразків I, III величини К та ККМ аналогічні класичним ПАР. Для біанкерної сполуки I висока гідрофільність розв'язки між йонними центрами, незважаючи на більш високу гнучкість ланцюга, приводить до низького значення К. Введення сульфонових груп в аміновмісні олігомери приводить до значного підвищення величини К. Для олігомера VI величина К підвищується на порядок, аутпінжується завдяки більшій гідрофобності гнучкої компоненти, що ще більшою мірою проявляється для олігомера VII блочної будови. Для останнього величина К підвищується ще на порядок, а величинаутпінжується. Аналогічна картина спостерігається і для значень ККМ олігомерів VI та VII.

Модифікування мембран

Адсорбцію дифільних аміновмісних оліго- і поліетерів вивчали на мембранах площею 26,4 x 10⁻⁴ м², які витримували у їх водних розчинах з початковими концентраціями 0,01; 0,1; 0,5 і 1 %. Тривалість адсорбції знаходилась у межах від 5 хвилин до 10 діб, об'єм модифікуючого розчину йоногенних сполук складав 20 см³. Протягом адсорбційного модифікування через певні проміжки часу мембрани виймали з розчину йоногенних сполук, промивали дистильованою водою, вимірювали об'ємний потік дейонізованої

Таблиця 1. Поверхнево-активні властивості синтезованих олігоетерів

№	Вихідні компоненти		Кислотна компонента	Співвідношення компонентів	η_{sp} , Дл/г	ММ, г/моль	К, Нм ² /кмоль	γ_{min} мН/м	ККМ, моль/л
	Епоксид	Амін							
I	ДЕГ-1	–	АОК	1 : 2	0,14	486	0,14	43,6	5,00*10 ⁻¹
II	ДЕГ-1	–	САК	1 : 1	0,25	473	–	–	–
III	ДЕГ-1	МЕА	ПСН	5 : 6 : 6	0,20	2838	55	45,0	1,37*10 ⁻²
IV	ДЕГ-1	–	β -АЕСК	1 : 1	0,25	485	–	–	–
V	Епікот 828	–	САК	1 : 1	0,25	501	–	–	–
VI	Лапроксид	–	β -АЕСК	1 : 3	0,15	1085	700	40,9	7,40*10 ⁻²
VII	Епікот	–	Блочний АЕСК	1 : 2 : 2	0,15	4200	9000	37,2	1,50*10 ⁻³

води крізь мембрану та визначали селективне затримання SO₄²⁻-йонів під час фільтрації водного розчину K₂SO₄ концентрацією 1,0- 10⁻³кмоль/м³. Концентрацію йонів K⁺ у початковому розчині та фільтраті визначали за допомогою полум'яного фотометра ПАЖ-3. Концентрацію водних розчинів біанкерних сполук у початковому розчині та розчині після адсорбції визначали за їх електропровідністю кондуктометричним методом із використанням кондуктометра HI 9032 (HANNA INSTRUMENTS). Дослідження проводили в ультрафільтраційній комірці ФМ-02-200 за умови швидкості перемішування 500 об/хв і робочого тиску 0,01 МПа.

Результати та їх обговорення

Відомо [11], що адсорбція йонногенних сполук на поверхні та в порах мембрани призводить до зменшення ефективного радіусу її пор, що, у свою чергу, спричиняє падіння величини об'ємного потоку води крізь мембрану. Таким чином, ступінь модифікування мембрани дифільними аміновмісними оліго- і поліетерами можна характеризувати за зміною об'ємного потоку води крізь мембрану до і після сорбції йонногенних сполук. Як видно з табл. 2, об'ємний потік води крізь модифіковані мембрани зменшується незалежно від природи модифікуючої речовини.

Однак для мембран, модифікованих блочним олігоетером із кінцевими сірчаноокислотними гру-

Таблиця 2. Вплив природи дифільних йонногенних аміновмісних оліго- і поліетерів на продуктивність ПЕТФ мембран. Концентрація розчину йонногенних сполук 1 %. Тривалість сорбції 24 год. Початкова продуктивність мембрани 33,7 л/м²- год. Робочий тиск 0,05 МПа

Сполука	ММ, г/моль		Вміст йонних груп, %			Jv, л/м ² -год
	олігомера	ланки полімера	COO ⁻	OSO ₃ ⁻	SO ⁻	
I	460		19,6			31,4
II		473			12,8	26,5
III	2600				13,8	12,5
IV		485		20,0		15,6
V		501		19,4		30,5
VI	1085			26,8		17,6
VII	4200			4,6		4,2

пами (VII), олігоетером із цвіттерйонними групами вздовж ланцюга олігомера і кінцевими сульфогрупами (III), аміновмісним аліфатичним поліетером із сірчаноокислотними групами (IV) та розгалуженим аміновмісним олігоетером із кінцевими сірчаноокислотними групами (зразок VI), падіння об'ємного потоку більш значне, ніж для мембран, модифікованих іншими йонногенними сполуками. Подальші наші дослідження включали вивчення впливу концентрації модифікуючого розчину йонногенних сполук (табл. 3) та тривалості сорбції (рис. 1) на розділювальні властивості мембрани. Для цього використовували мембрани, модифіковані блочним олігоетером із кінцевими сірчаноокислотними групами (VII), олігоетером із цвіттерйонними групами вздовж ланцюга олігомера і кінцевими сульфогрупами

(III), аміновмісним аліфатичним поліетером із сірчаноокислотними групами (IV) та розгалуженим аміновмісним олігоетером з кінцевими сірчаноокислотними групами (VI), що виявили найкращі адсорбційні властивості.

Таблиця 3. Вплив концентрації модифікуючого розчину дифільних йоногенних аміновмісних оліго- і поліетерів на об'ємний потік води крізь мембрани. Початкова продуктивність мембрани 33,7 л/м² • год. Тривалість сорбції 24 год. Робочий тиск 0,05 МПа

Концентрація ПАР, %	Сполука III	Сполука IV	Сполука VI	Сполука VII
	Jv, л/м ² • год			
0,01	30,1	31,5	32,4	29,8
0Д	26,2	27,6	29,1	24,7
0,5	19,8	20,1	22,9	8,2
1	12,5	15,6	17,6	4,2

Як видно з даних табл. 3, об'ємний потік дистильованої води крізь трекові мембрани залежить від концентрації модифікуючого розчину - у разі її збільшення об'ємний потік крізь мембрану знижується (за умов сталої тривалості модифікування 24 години).

Об'ємний потік води крізь модифіковані мембрани зменшується тим більше, чим триваліший був процес модифікування (рис. 1).

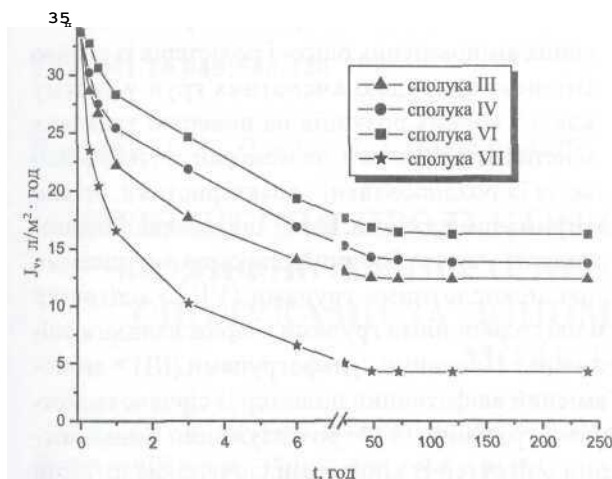


Рис. 1. Вплив тривалості сорбції дифільних йоногенних аміновмісних оліго- і поліетерів на продуктивність мембран. Початкова продуктивність мембрани - 33,7 л/м² год. Робочий тиск - 0,05 МПа. Концентрація йоногенних сполук - 1,00 %

Об'ємний потік води крізь усі модифіковані мембрани зменшується лише до певної величини і в подальшому залишається незмінним. Це може свідчити про те, що відбувається повне адсорбційне насичення поверхні мембрани (у т. ч. поверхні пор) йоногенними сполуками і подальша

сорбція олігомеру вже більше не відбувається. Причому чим більша концентрація модифікуючого розчину, тим швидше відбуваються процеси сорбційного насичення поверхні. Так, за умови концентрації йоногенних сполук на основі блочного олігомеру з кінцевими сірчаноокислотними групами (VII) у 1 %-му початковому розчині повне адсорбційне насичення (стабілізація об'ємного потоку води з тривалістю сорбції) відбувається вже через 24 год сорбції.

Як видно з даних про кількість адсорбованої йоногенної сполуки залежно від тривалості сорбції (табл. 4), розрахованої за зміною електропровідності модифікуючих розчинів,

максимальну величину адсорбції на поверхні ПЕТФ мембран виявив зразок VII. За 24 години сорбції мембрана досягає піка адсорбційної ємності - 0,534 г/м² речовини, що обумовлено його найвищою молекулярною масою порівняно з іншими. Нижчу сорбційну активність проявляли зразки III, IV, VI, які за 240 год модифікування сорбувалися на мембрані в кількості 0,421 г/м²; 0,385 г/м²; 0,321 г/м² речовини відповідно. Йоногенні сполуки II, V та I за 240 год модифікування сорбувалися лише в кількостях 0,25 г/м²; 0,12 г/м² та 0,06 г/м² речовини відповідно. Таким чином, наведені дані свідчать, що на поверхневу адсорбційну активність синтезованих йоногенних аміновмісних оліго- і поліетерів впливає молекулярна маса, гідрофобно-гідрофільний баланс у ланцюзі та тип функціональних груп на кінцях йоногенних сполук.

Наявність йоногенних груп у модифікуючих речовинах створює передумови для значної зміни розділювальних властивостей модифікованих мембран стосовно йоногенних речовин, зокрема низькомолекулярних електролітів.

Для підтвердження цього припущення було проведено дослідження селективного затримання К⁺-йонів за фільтрації 1 • 10⁻³ М розчину сульфату калію на модифікованих мембранах, оскільки затримка електролітів типу 1-2 на негативно заряджених мембранах демонструє дію електростатичного механізму затримання. Очевидно, що чим більша величина негативного заряду мембрани, тим краще будуть затримуватись SO₄²⁻-йони, а отже, і К⁺-йони. Модифікування мембран призводить до збільшення коефіцієнта затримання щодо розчину K₂SO₄ (рис. 2).

Таблиця 4. Залежність електропровідності розчинів дифільних йоногенних аміновмісних оліго- і поліетерів (E_s , Ms) від маси сорбованих йоногенних сполук (M_1 , g/m^2) та тривалості сорбції (t , год) на ПЕТФ мембрані з розміром пор 0,05 мкм. Початкова концентрація водного розчину йоногенних сполук - 1 %

Тривалість, год	Сполука I		Сполука II		Сполука III		Сполука IV		Сполука V		Сполука VI		Сполука VII	
	E_s , Ms	M_1 , g/m^2	E_s , Ms	M_1 , g/m^2	E_s , Ms	M_1 , g/m^2	E_s , Ms	M_1 , g/m^2	E_s , Ms	M_1 , g/m^2	E_s , Ms	M_1 , g/m^2	E_s , Ms	M_1 , g/m^2
0	485,5	0	512,8	0	378,3	0	599,1	0	532,8	0	655,2	0	573,4	0
0,08	485,3	0,05	512,5	0,014	377,8	0,021	598,5	0,024	532,5	0,068	654,1	0,037	571,2	0,038
0,25	485,1	0,010	512,2	0,029	377,2	0,045	597,8	0,052	532,2	0,013	653,7	0,049	569,4	0,068
0,5	484,9	0,015	511,8	0,048	376,7	0,066	597,3	0,073	531,8	0,022	653,2	0,065	565,2	0,140
1	484,7	0,020	511,6	0,057	375,1	0,132	596,7	0,097	531,6	0,027	652,4	0,092	560,4	0,188
3	484,1	0,035	510,3	0,120	373,5	0,198	592,5	0,267	530,5	0,052	648,3	0,226	546,1	0,467
6	483,9	0,040	509,7	0,148	371,4	0,285	590,8	0,336	529,8	0,068	647,5	0,252	544,3	0,498
24	483,7	0,045	509,2	0,173	368,4	0,409	590,2	0,360	529,2	0,081	646,3	0,292	542,2	0,534
48	483,6	0,047	508,6	0,201	368,2	0,417	589,9	0,372	528,4	0,099	645,8	0,308	542,2	0,534
72	483,4	0,052	508,2	0,221	368,2	0,417	589,7	0,381	528,2	0,104	645,6	0,315	542,2	0,534
120	483,3	0,055	507,8	0,240	368,1	0,421	589,6	0,384	527,5	0,119	645,4	0,321	542,2	0,534
240	483,1	0,060	507,6	0,249	368,1	0,421	589,6	0,385	527,4	0,122	645,4	0,321	542,2	0,534

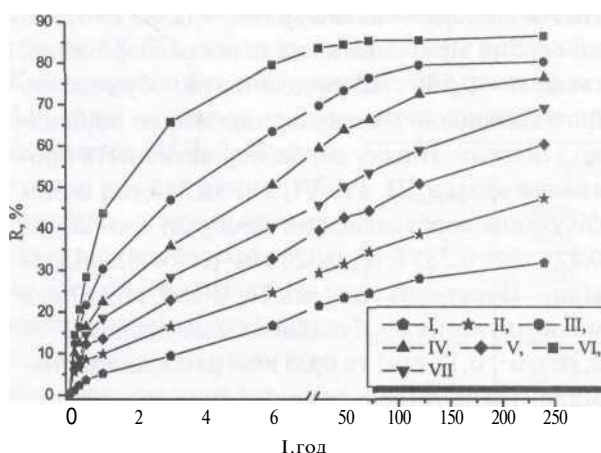


Рис. 2. Залежність коефіцієнта затримки йонів SO_4^{2-} (R , %) під час фільтрації розчину K_2SO_4 крізь мембрану з розміром пор 0,05 мкм від тривалості сорбції (t , год) дифільних йоногенних аміновмісних оліго- і поліетерів із водних розчинів; концентрація K_2SO_4 - $1,0 \cdot 10^{-3}$ кмоль/ m^3 ; ДР = 0,05 МПа

В результаті зіставлення отриманих даних видно, що затримання йонів K^+ поступово зростає зі збільшенням тривалості контакту. Селективність за іонами K^+ вища на мембрані, модифікованій зразком VII, ніж на мембранах, модифі-

кованих іншими йоногенними речовинами, незалежно від часу сорбції. Таким чином, отримані дані свідчать, що для модифікованої мембрани електрохімічні взаємодії відіграють головну роль у затримці електролітів у всьому діапазоні досліджуваних концентрацій.

Висновки

Встановлено, що адсорбція дифільних йоногенних аміновмісних оліго- і поліетерів із різною хімічною природою кислотних груп у своєму складі з водних розчинів на поверхні трекових поліетилентерефталатних мембран суттєво впливає на їх розділювальні характеристики. Згідно з отриманими даними, найкращі адсорбційні властивості мають: блочний олігомер з кінцевими сірчаноокислотними групами (VII) > олігоетер зі цвіттерйонними групами вздовж ланцюга олігомера і кінцевими сульфогрупами (III) > аміновмісний аліфатичний поліетер із сірчаноокислотними групами (IV) > розгалужений аміновмісний олігоетер із кінцевими сірчаноокислотними групами (VI).

\Ramireza Patricia. Model calculations of ion transport against its concentration gradient when the driving force is a pH difference across a charged membrane // J. Membr. Sci.- 1997.- V. 135- P. 135-144.
 2. Lindau J. Adsorptive fouling of modified and unmodified commercial polymeric ultrafiltration membranes // J. Membr. Sci.- 1999. V. 160. P. 65-76.
 3. Yazhen Xu. Investigation of the solute separation by charged nanofiltration membrane: effect of pH, ionic strength and solute type // J. Membr. Sci.- 1999- V. 158- P. 93-104.
 A.Jonsson A.-S., Jonsson B. The influence of nonionic and ionic surfactants hydrophobic and hydrophilic ultrafil-

tration membranes // J. Membr. Sci.- 1991.- V. 56.- P. 49-76.

б.Даниленко Е. Е., Брык М. Т., Бурбан А. Ф., Трохименко А. Я., Сапон И. П. Разделительные свойства ультрафильтрационных полисульфоновых мембран, модифицированных олигомерными банкерными ПАВ // Химия и технология воды.- 1993.- 15, № 11-12.- С. 779-780.
 6. Yamazaki lone M. A new generation of track etched membranes for microfiltration and ultrafiltration. Part I. Preparation and characterisation // J. Membr. Sci.- 1996.- V. 118.- P. 239-245.
 7. Вакулюк П. В., Бурбан А. Ф., Брык М. Т., Протасова Н. В.,

- Шевченко В. В.* Модифікування треків мембран аніонними біанкерними сполуками та вивчення їх розділювальних характеристик // Доповіді НАН України.- 2002.-№ 10.-С. 133-138.
8. *Файнерман А. Е., Липатов Ю. С., Кулик В. М., Вологина Л. Н.* Простой метод определения поверхностного натяжения и краевых углов смачивания // Коллоидный журнал.- 1970.- Т. 32.- № 4.- С. 620-623.
9. *Липатов Ю. С., Шевченко В. В., Файнерман А. Е., Клименко Н. С., Лошкарева С. Н.* Олигомерные анионоактивные бианкерные поверхностно-активные вещества с регулируемым числом концевых групп // Укр. хим. журнал.- 1990.- Т. 56.- № 9.- С. 979-984.
10. *Шевчук О. В., Вортман М. Я., Гришук О. І., Протасова Н. В., Клименко Н. С., Привалко Е. Г., Шевченко В. В.* Синтез епоксіамінних олігомерів на основі аліфатичних амінів // Композиційні полімерні матеріали- 2002.- Т. 24.- № 2.- С. 78-82.
11. *Вакулюк П. В., Бурбан А. Ф., Брик М. Т., Протасова Н. В., Шевченко В. В.* Модифікування треків мембран катіонними біанкерними сполуками та вивчення їх розділювальних характеристик // Доповіді НАН України.- 2003.- № 5.- С. 125-131.

M. Vortman, N. Klimenko, V. Shevchenko, P. Vakuliuk, A. Burban, M. Bryk

INFLUENCE OF MODIFICATION OF TRACK MEMBRANES BY MEANS OF IONOGENIC AMINO OLIGO- AND POLYESTERS ON THEIR SEPARATION PERFORMANCE

Process of surface modification of polyethylterephthalate track membranes by means of diphylic ionogenic amino oligo and polyesters that contain different acidic groups have been studied. It has been shown that the adsorption degree of these substances on membrane surface depends on their concentration in the solution and time of modification. It has been established that the adsorption of ionogenic compounds has changed the most important membrane properties such as hydrophobic-hydrophilic balance, selectivity and productivity.