

УДК 541.64:678.674

Синтез і дослідження олігооксипропіленфумаратів та нових фумаратвмісних поліуретанів на їх основі

Т.В. Руденчик, Р.А. Рожнова, П.О. Бондаренко, Н.А. Галатенко, Т.О. Кісельова

Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України
48, Харківське шосе, Київ, 02160, Україна

Розроблено метод синтезу олігооксипропіленфумаратів (ООПФ) і досліджено їхні властивості. ООПФ були використані як поліестерна складова для синтезу ряду фумаратвмісних поліуретанів. Досліджена їхня структура та фізико-механічні властивості.

Ключові слова: олігооксипропіленфумарати, фумаратвмісні поліуретани.

Олігооксипропіленфумарати – реакційноздатні олігомери з ненасиченими подвійними зв'язками на основі діетилового естеру фумарової кислоти, заслуговують на увагу при створенні нових біосумісних полімерних матеріалів, оскільки наявність у фумаратвмісної поліестерної складової ненасиченого подвійного зв'язку та естерних груп дає змогу надати синтезованому полімерному носієві покращених фізико-механічних властивостей та здатності до біодеградації відповідно.

Відомо [1] використання поліпропіленфумарату (ППФ) у тканинній інженерії як кісткового трансплантата. ППФ отримували на основі дітилфумарату (ДФ) під дією УФ-опромінення з використанням фотоініціатора оксиду біс(2,4,6-триметилбензоїл)фенілфосфіну. Отриманий матеріал – полімер сітчастої структури з оптимальними механічними властивостями (модулем пружності $195 \pm 17,5$ МПа та міцністю при розриві $68,8 \pm 9,4$ МПа.).

З метою надання ППФ підвищеної гідрофільності та здатності пролонговано вивільняти офтальмологічні лікарські препарати авторами [2] була проведена їх модифікація полівінілпіролідом (ПВП). Такий самий ефект спостерігали і при наповненні зразків ППФ тимолол малеатом. Отриманий матеріал може бути використаний як полімерна основа при створенні полімерних лікарських форм пролонгової дії.

Авторами [3] досліджено вплив різних каталізаторів на перебіг фотоініційованої кополімеризації ООПФ за наявності 2-гідрокси-2-метил-1-фенілпропанону під дією опромінення ртутної лампи низького тиску та визначено, що перспективним каталізатором є *n*-толуолсульфокислота. Показана можливість полімеризації композицій на основі синтезованих олігоестерів і реакційно здатних мономерів під дією УФ-опромінення.

Необхідно зауважити, що на сьогодні відсутні

відомості щодо синтезу нових уретановмісних полімерних матеріалів на основі ППФ та їх використання в медичній практиці. Тому зазначена проблема є актуальною. Виходячи з вищесказаного, мета нашої роботи – синтез і дослідження нових ООПФ та фумаратвмісних поліуретанів на їх основі як перспективних матеріалів медичного призначення.

Експериментальна частина.

Матеріали. Для отримання ООПФ використовували дітилфумарат (Merck, Німеччина) (ММ = 172,18; густина $1,052$ г/см³; $n_D^{20} = 1,440$; 99,4 %) і 1,2-пропандіол (Merck, Німеччина) ($T_{\text{кип}} = 187,4$ °С; густина $1,0363$ г/см³; $n_D^{20} = 1,4326$). Каталізатор переетерифікації – хлористий цинк (Merck, Німеччина, 98 %), інгібітор – *n*-метоксифенол (Merck, Німеччина) (ММ = 124,14; 99,5 %).

Хлористий метилен (ММ = 84,93; густина $1,336$ г/см³; $n_D^{20} = 1,4237$).

2,4,2,6-толуїлендіізоціанат (ТДІ) (суміш ізомерів за співвідношення 80/20) (Merck, Німеччина) ($T_{\text{кип}} = 133 \pm 1$ °С; $n_D^{20} = 1,5678$) очищали перегонкою у вакуумі (за залишкового тиску $0,67$ кПа; $T_{\text{кип}} = 100 \pm 1$ °С).

1,4-бутандіол (БД) (Fluka, Німеччина), (ММ = 90,12; $n_D^{20} = 1,014$) використовували без додаткового очищення.

Л-20 – адукт поліамінів з кислотами рослинних олій (ММ = 830; А.Ч. = 175–220; коефіцієнт стехіометрії = 2,77) (ТУ 6-06-1123-98).

N,N'-диметилацетамід (ДМАА) (Merck, Німеччина) (ММ = 87,12; густина $0,940$ – $0,942$ г/см³; 99,7 %) переганяли з сумішшю бензол–вода у вакуумі ($T_{\text{кип}} = 52 \pm 1$ °С/ 14 мм рт.ст.) [6].

Методи дослідження.

Контроль вмісту вільних ізоціанатних груп у процесі синтезу ПУ проводили за методом, заснованим на взаємодії NCO-груп з діетиламіном, надлишок якого відтитрували $0,1$ н. водним розчином HCl [7].

Дослідження молекулярних характеристик ООПФ проводили методом рідинної хроматографії. Як елюент був використаний хлороформ, в якому розчинили наважки сумішей олігомерів (концентрація розчинів не перевищувала 0,1 %). Для блокування адсорбційних центрів на поверхні силікагелю при аналізі додавали 5 % метилового спирту.

Характеристичну в'язкість синтезованих ООПФ вимірювали за допомогою віскозиметра Уббелодє за температури (25±0,1) °С, розчинник – ДМАА [8].

Кислотне число ООПФ визначали за методикою, яка полягає в нейтралізації домішок кислотного характеру полієтеру розчином гідроксиду калію (ГОСТ 25210). Здійснювали пряме титрування розчину ООПФ в органічному розчиннику – ацетоні.

Визначення йодного числа проводили за методикою, основою на кількісному приєднанні йоду по подвійних зв'язках олігоєтеру за умов, запобігачих заміщенню водню в середовищі органічного розчинника [9].

Визначення гідроксильного числа олігоєтеру здійснювали потенціометричним титруванням розчину після ацетилювання. Точку еквівалентності знаходили за перегином кривої титрування в диференційній формі [8].

ІЧ-спектри були зняті на ІЧ-спектрометрі з Фур'є перетворенням „Tensor-37” в області 650–4000 см⁻¹ методом багаторазового порушеного повного внутрішнього відображення (БППВВ) з використанням призми-трапеції KRS-5 (число відображень N = 4). Віднесення смуг поглинання зроблено відповідно до [10].

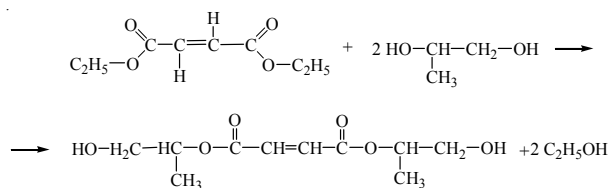


Схема 1. Реакція синтезу діоксипропілфумарату (1 стадія синтезу ООПФ)

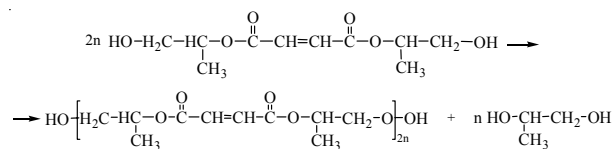
Фізико-механічні показники, такі як міцність при розриві (σ) та відносне подовження (ε) плівок синтезованих поліуретанів визначали за ГОСТ 14236 на модернізованій машині 2166 Р-5 зі швидкістю розширення захватів 50±10 мм/с і швидкістю фіксації результатів 0,01 с.

Синтез ООПФ. Метод високотемпературної поліестерифікації.

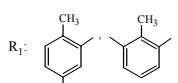
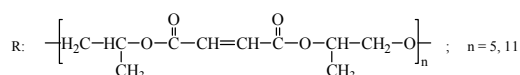
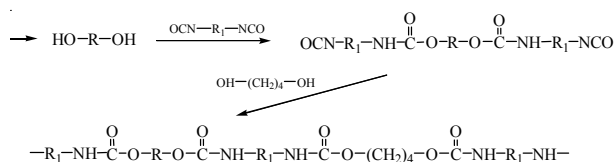
1 стадія. Високотемпературна переестерифікація діетилфумарату 1,2-пропандіолом. Реакцію проводили в реакторі ємністю 500 см³, забезпеченому мішалкою з регулюючою кількістю обертів, барботером інертного газу (аргон) (для запобігання передчасного розкриття фумарових зв'язків), термометром, насадкою Діна-Старка з обігрівачем дефлегматором (для запобігання передчасного виходу із зони реакції 1,2-пропандіолу) і холодильником для конденсації погонів, що видаляються із зони реакції. Апарат обігрівали на силіконовій бані з регульованою температурою теплоносія. Як каталізатор застосовували хлористий цинк (0,01 моль), як інгібітор – *n*-метоксифенол (0,01 % від ваги реакційної маси).

Таблиця 1. Фізико-механічні властивості ПУ

	ООПФ/ГДІ	σ , МПа	ε , %
ООПФ-1200			
ПУ-1	1,0:1,4	0,19	317
ПУ-1+Л-20		0,30	161
ПУ-2	1,0:1,6	0,12	245
ПУ-2+Л-20		0,26	200
ПУ-3	1,0:2,0	0,37	21
ПУ-3+Л-20		0,85	14
ПУ-4	1,0:2,3	0,09	257
ПУ-4+Л-20		0,33	27
ПУ-5	1,0:2,5	0,15	239
ПУ-5+Л-20		0,35	25
ООПФ-2500			
ПУ-6	1,0:1,4	0,24	26
ПУ-6 +Л-20		0,79	132
ПУ-7	1,0:1,6	0,22	19
ПУ-7 +Л-20		0,65	251
ПУ-8	1,0:2,0	0,47	446
ПУ-8 +Л-20		2,09	56
ПУ-9	1,0:2,3	0,10	69
ПУ-9 +Л-20		0,86	121
ПУ-10	1,0:2,5	0,20	20
ПУ-10 +Л-20		0,85	33



Схema 2. Реакція конденсації діоксипропілфумарату (2 стадія синтезу ООПФ)



Схema 3. Реакція синтезу ПУ

Хід реакції контролювали припиненням виділення погонів (етилового спирту) та визначенням їх складу за коефіцієнтом заломлення.

2 стадія. Конденсація отриманого діоксипропілфумарату за підвищеної температури до необхідної молекулярної маси протягом 3–5 год. Хід реакції контролювали кількістю і складом погонів (1,2-пропандіол), що виділяються, визначаючи їх коефіцієнт заломлення.

20 %-вий розчин ООПФ у хлористому метилені промивали дистильованою водою, розділяючи водну і органічну фазу ділильною воронкою до нейтрального значення промивної води для очищення олігоестеру від низькомолекулярних домішок і каталізатора. Потім розчин упарювали на ротаційному випарювачі до повного видалення хлористого метилену.

Синтез сегментованих поліуретанів (СПУ) проводили в N,N' -диметилацетаміді (50 %-вий розчин) за різного співвідношення вихідних компонентів (табл. 1). Як подовжувач ланцюга використовували БД. Вміст вільних NCO-груп контролювали титруванням. Отримані ПУ виливали на тефлонові підкладки та сушили за температури $(85 \pm 5)^\circ\text{C}$ до постійної ваги. Полімери отримували у вигляді жовтих плівок.

Отримання поліуретанів зшитой структури.

Оскільки синтезовані СПУ передбачається використовувати як поліуретанову складову при створенні

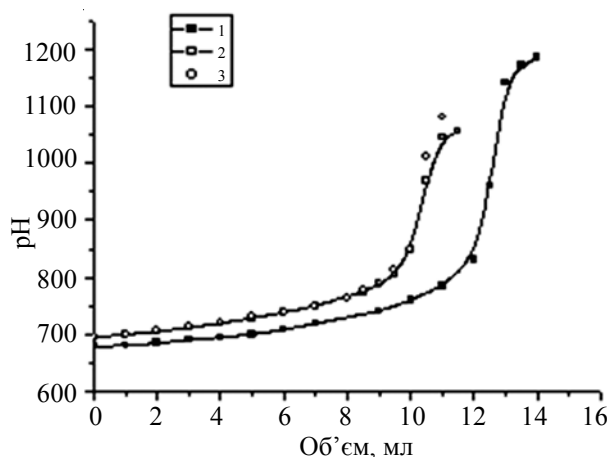


Рис. 1. Криві титрування ООПФ-2500

епоксиполіуретанів, а також враховуючи можливість взаємодії гідроксильних груп олігоестеру з аміногрупами отверджувача [11–14] було доцільно дослідити реакцію взаємодії олігоестерної складової з отверджувачем і вплив поліаміну на властивості синтезованих полімерів. Отверджувач Л-20 вводили в СПУ за масового співвідношення ПУ:Л-20, рівного 2:1. Отверднення проводили за температури $85 \pm 2^\circ\text{C}$.

Результати та їх обговорення.

Властивості ООПФ, синтезованих методом високотемпературної поліетерифікації, подані у табл. 2.

Оскільки гідроксильне число ООПФ не визначається стандартним методом ацетилювання через відсутність зміни забарвлення індикатора фенолфталеїну, його визначення проводили потенціометричним титруванням розчину після ацетилювання за температури 114°C протягом 2 год. Криві титрування подані на рис. 1. Точку еквівалентності знаходили за перегином кривої титрування в диференційній формі (рис. 2).

На рис. 3 подані ІЧ-спектри синтезованих ООПФ. ν_{OH} ООПФ-1200 подані широкою смугою з максимумом 3441 cm^{-1} і слабким плечем 3510 cm^{-1} , а ν_{OH} ООПФ-2500 – двома піками 3441 cm^{-1} ($\nu_{\text{OHзв'яз}}$) і 3510 cm^{-1} , які слабо зв'язані, але за інтенсивністю рівні.

В області $\nu_{\text{C-O}}$ спиртової групи (СОН) олігоестери мають по дві смуги: 1076 і 1060 cm^{-1} (ООПФ-1200), 1078 і 1019 cm^{-1} (ООПФ-2500). Це пояснюється тим, що зв'язки С–О належать до різних груп (спиртових та естерних).

$\nu_{\text{C-H}}$ наявні на спектрах усіх видів (СН, СН₂, СН₃). Так, $\nu_{\text{C-H}}$ ООПФ-2500 подані смугами 2988 , 2947 і 2881 cm^{-1} .

Таблиця 2. Властивості синтезованих ООПФ

ООПФ	Йодне число, I ₂ /100 г	Гідроксильне число, мг КОН/г	Кислотне число, мг КОН/г	Молекулярна маса	Характеристична в'язкість, см ³ /г
ООПФ-1	101,85	51,40	16,9	1200	6,76±0,02
ООПФ-2	108,50	137,28	9,1	2500	5,38±0,02

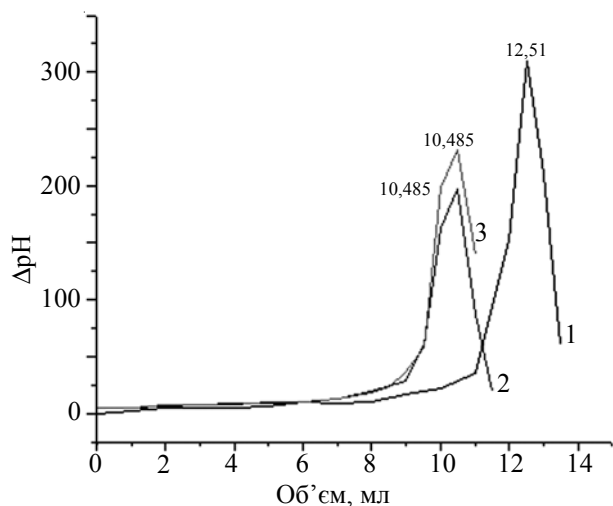


Рис. 2. Точка еквівалентності кривих титрування ООПФ-2500

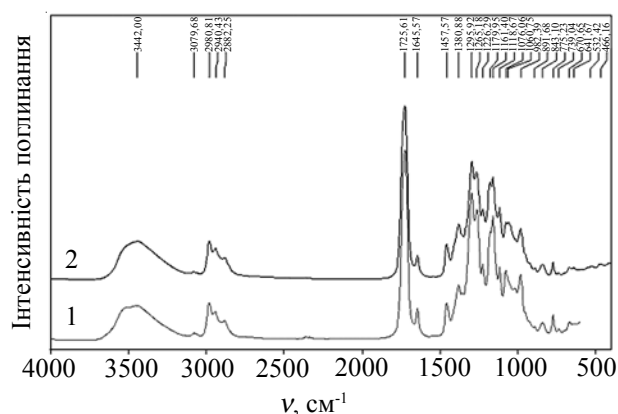


Рис. 3. ІЧ-спектри синтезованих ООПФ: ООПФ-2500 (1) та ООПФ-1200 (2)

В області $1300\text{--}1500\text{ см}^{-1}$, що відповідає за $\delta_{\text{C-H}}$ ланцюга, з'явилися нові смуги 1459 і 1383 см^{-1} .

З літературних джерел відоме використання поліуретанів на основі олігоестерів з кінцевими гідроксильними групами, сегментованих поліуретанів різної будови для отримання епоксиполіуретанових систем на основі ПОПГ різної молекулярної маси, ТДІ та БД [15–19].

У поданій роботі синтезовані ООПФ використовували як поліестерну складову для синтезу fumarat-вмісних поліуретанів. Було синтезовано ряд ПУ за різного мольного співвідношення ООПФ:ТДІ (1,0:1,4; 1,0:1,6; 1,0:2,0; 1,0:2,3; 1,0:2,5) (табл. 1).

Отримані результати підтверджують чітку обернену залежність між фізико-механічними властивостями синтезованих ПУ: зі збільшенням σ зменшується ϵ .

Як показали результати досліджень, введення у склад ПУ отверджувача Л-20 приводить до збільшення міцності на розрив. Поліуретан ПУ-8+Л-20 має оптимальні показники міцності, які становлять $2,09\text{ МПа}$.

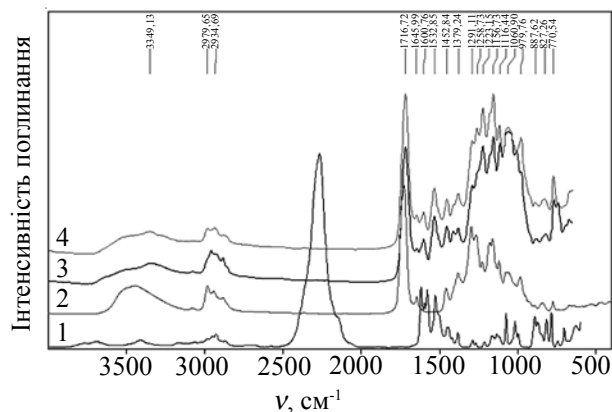


Рис. 4. ІЧ-спектри отриманих ПУ та вихідних речовин: ТДІ (1); ООПФ-1200 (2); ПУ-2 (3) і ПУ-1 (4)

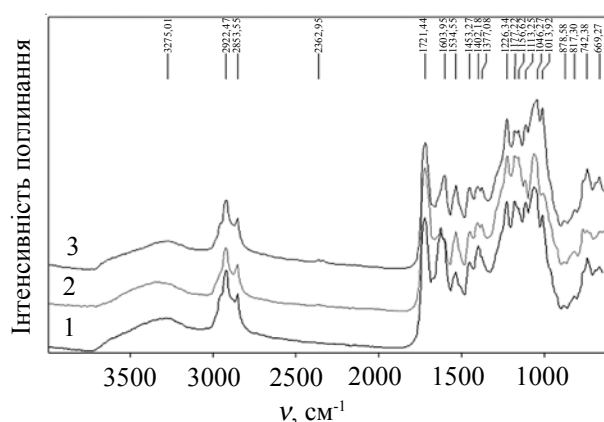


Рис. 5. ІЧ-спектри синтезованих: ПУ-1+Л-20 (1); ПУ-5+Л-20 (2) та ПУ-2+Л-20 (3)

ІЧ-спектроскопічними дослідженнями доведено, що отримання ПУ на основі ООПФ і ТДІ (рис. 4) відбувається за класичною реакцією по ОН-групах (ООПФ і 1,4-бутандіолу) і NCO-групах (ТДІ) з утворенням уретанової групи NHCOO. Порівнюючи спектри вихідних компонентів і синтезованих поліуретанів ПУ-2 (рис.4, крива 3), ПУ-1 (рис.4, крива 4) бачимо, що валентні коливання $\nu_{\text{OH-зв'яз}}$ ООПФ – 3442 см^{-1} і $\nu_{\text{C-O}} - 1078\text{ см}^{-1}$ спиртової групи (СОН), а також $\nu_{\text{NCO}} - 2274\text{ см}^{-1}$ ТДІ (рис. 2, крива 1) зникають з утворенням нових зв'язків уретанової групи: $\nu_{\text{NHзв'яз}} - 3349\text{ см}^{-1}$ і $\delta_{\text{NH}} - 1533\text{ см}^{-1}$, $\nu_{\text{C=O}} - 1717\text{ см}^{-1}$, $\nu_{\text{C-O}} - 1223\text{ см}^{-1}$ (рис. 4, криві 3, 4). Також спостерігається перерозподіл профіля смуг в області $1000\text{--}1300\text{ см}^{-1}$, що відповідає за ν коливання зв'язку С–О різних груп.

Смуга $\nu_{\text{C-C}} - 1647\text{ см}^{-1}$ зазнала змін, що пояснюється збільшенням молекулярної маси (на молекулярну масу подвійних зв'язків стало менше).

Крім ν коливань зв'язаних NH-груп – 3349 см^{-1} на спектрі ПУ-1 наявна широка смуга з максимумом 3510 см^{-1} , що відповідає за ν коливання ОН-груп і вільних NH-груп (рис. 4, крива 4).

На рис. 5 подані ІЧ-спектри продуктів полімеризації ПУ-1 (крива 1), ПУ-5 (крива 2) і ПУ-2 (крива 3) за наявності амінного отверджувача Л-20. Вони

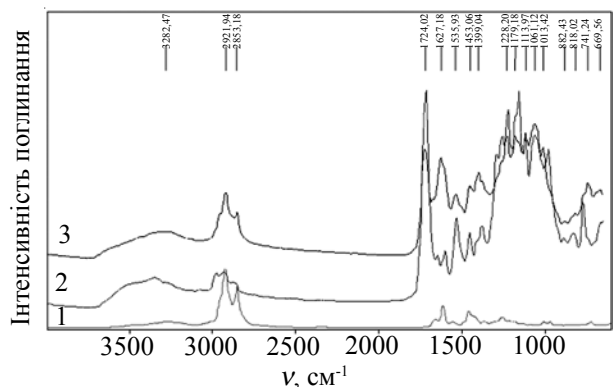


Рис. 6. ІЧ-спектри синтезованих: Л-20 (1); ПУ-1 (2) та ПУ-1+Л-20 (3)

практично ідентичні, є невеликі відмінності продуктів тільки в кількісному співвідношенні інтенсивності піків ν коливань 1724, 1626 і 1227 cm^{-1} щодо ν коливань 1061 cm^{-1} , що можна пояснити різним співвідношенням вихідних при синтезі поліуретанів.

ІЧ-спектри ПУ-1 і ПУ-2, отримані при додаванні отверджувача Л-20 і без нього, подані на рис. 6 і 7 відповідно. При порівнянні спектрів можна відмітити зміни практично у всій області.

На ІЧ-спектрі ПУ-1+Л-20 (рис. 6, крива 3) смуги $\nu_{\text{NHзв'яз.}} \nu_{\text{NHвільн.}} (+\nu_{\text{OH}})$ ПУ – 3361 і 3488 cm^{-1} та смуги $\nu_{\text{NH}}, \nu_{\text{NH}_2}$ поліаміну Л-20 (3280 і 3207 cm^{-1}) (рис. 6, крива 1) проявляються однією широкою смугою в області 3113–3705 cm^{-1} з максимумом 3301 cm^{-1} , яка являє собою сумарну смугу ν коливань NH-груп обох компонентів.

ν коливання C–H-груп 2700–3000 cm^{-1} також являють собою суму смуг компонентів.

При додаванні до ПУ отверджувача Л-20 видно, що в композиції ПУ-1+Л-20 смуга $\nu_{\text{C=O}}$ – 1716 cm^{-1} змістилась у положення 1725 cm^{-1} . Спостерігається слабке плече з максимумом 1716 cm^{-1} . А в області деформаційних коливань зв'язку NH-груп (первинного і вторинного аміну) 1550–1680 cm^{-1} з'явилась інтенсивна смуга 1628 cm^{-1} з плечем 1609 cm^{-1} . Порівнюючи спектри вихідного поліаміну та ПУ-1+Л-20 видно, що Л-20 має вузьку інтенсивну смугу 1615 cm^{-1} (рис. 6, крива 1), ПУ – дуже слабку за 1645 cm^{-1} з накладанням плоскісних коливань бензолного кільця 1602 cm^{-1} . Такі зміни можливо пов'язані зі зміною δ коливань NH_2 (первинного аміну) і $\nu_{\text{C=O}}$ (Амід I). Смуга δ коливань NH-зв'язку вторинних амінів 1535 cm^{-1} (Амід II) без змін.

В області 980–1300 cm^{-1} (рис. 6, крива 3) цілий ряд смуг, що відповідають за ν коливання C–O-зв'язку різних груп (простих і складних естерних, спиртових як зв'язаних, так і вільних). Введення у склад ПУ поліаміну Л-20 призводить до зміни профіля всіх смуг поглинання в цій області. Частина смуг зберігають своє положення, з'являються нові, і має місце процес перерозподілу інтенсивності смуг.

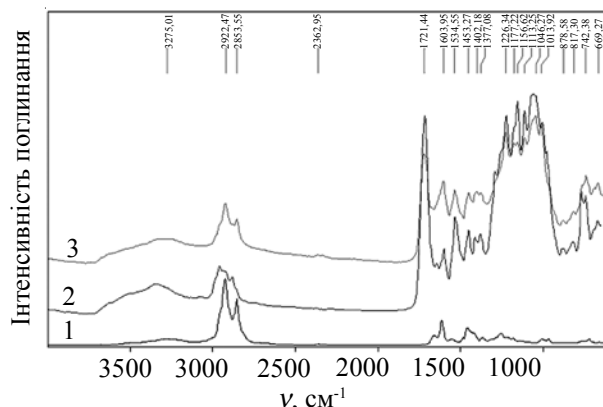


Рис. 7. ІЧ-спектри синтезованих ПУ: Л-20 (1); ПУ-2 (2) та ПУ-2+Л-20 (3)

Також з'являються інтенсивні смуги 1402 і 743 cm^{-1} , проте зникає 774 cm^{-1} . Отже, має місце збільшення поглинання інтенсивності смуг і перерозподіл щодо коливань зв'язків СН-груп, що свідчить про зміни структури полімерної молекули. Такі великі зміни на ІЧ-спектрі спричинені утворенням нових груп при отвердненні ПУ-1 поліаміном Л-20.

У вихідному зразку (рис. 6, крива 2) широка смуга ν коливань 3300 cm^{-1} являє собою суму ν коливань OH- і NH-зв'язків і має 2 виражені максимуми, які можна віднести до коливань NH- зв'язку – 3350 і OH- зв'язку – 3550 cm^{-1} . При додаванні Л-20 (рис. 6, крива 3) профіль цієї смуги змінився. Вона має один максимум 3282 cm^{-1} . А в області ν коливань OH-зв'язку гідроксильних груп смуга зменшилась, оскільки від неї залишилось тільки плече в області 3400–3600 cm^{-1} . Це підтверджує зміни піків спиртової групи в області поглинання 1000–1300 cm^{-1} .

Зменшення смуги поглинання в області 3550 cm^{-1} при введенні у склад ПУ поліаміну Л-20, якісні та кількісні зміни смуг в області 1000–1300 cm^{-1} і перерозподіл інтенсивності смуг відносно коливань зв'язків СН-груп можна пояснити взаємодією OH-груп олігоестерної або гліколевої компоненти з аміногрупами отверджувача з утворенням більш щитої структури, що співпадає з результатами фізико-механічних випробувань (табл. 2).

Отже, в результаті проведених досліджень синтезовано та охарактеризовано ООПФ, які були використані як поліестерна складова при синтезі ряду нових фумаратвмісних поліуретанів. Встановлено, що введення у склад ПУ поліамінного отверджувача Л-20 приводить до збільшення показника міцності при розриві, що може бути пояснено взаємодією аміногруп поліаміну з гідроксильними групами олігоестерної або гліколевої компоненти. Фумаратвмісні поліуретани в подальшому можуть бути використані як основа для отримання епоксиполіуретанових композиційних матеріалів медичного призначення.

Література

1. John P. Fisher, David Dean and Antonios G. Mikos. // *Biomaterials*. – 2002. – **23**, N 22. – P. 4333-4343.
2. Matrix Modifications Modulate Ophthalmic Drug Delivery From Photo-Cross-Linked Poly(propylene Fumarate)-Based Networks//. *J. of Biomaterials Sci. Polymer Edition*. – 2009. – **20**, No. 1. – P. 49-69.
3. Бондаренко П.А., Рожнова Р.А., Галатенко Н.А. // Доп. НАН України. – 2011. – № 5. – С. 135-140.
4. Куксін А.М., Мужев В.В., Нестеров А.С., Лебедев С.В. // Укр. хим. журн. – 2002. – **68**, № 4. – С. 121-124.
5. Lin M.-S., Jeng K.-T., Yang I. // *Polymer*. – 1993. – **34**, № 16. – P. 3538-3541.
6. Беккер Г., Бергер В., Домике Г. Органикум. Практикум по органической химии в 2-х томах. – Т. 2. – М.: Мир, 1979. – 900 с.
7. Сигуа С., Ханна Д.Г. Количественный анализ по функциональным группам. – М.: Химия, 1983. – 671 с.
8. Торопцева А.М., Белгородская К.В., Бондаренко В.М. Лабораторный практикум по химии и технологии высокомолекулярных соединений. – Ленинград: Химия, 1972. – 416с.
9. Байбаева С.Т., Миркин Л.А., Крылова Л.П., Навязская Э.А., Салова А.С. Методы анализа лакокрасочных материалов. – М.: Химия, 1974. – 472 с.
10. Беллами Л. Инфракрасные спектры молекул. – М., 1957. – 444 с.
11. Єфременкова Н.А. Товарознавча оцінка епоксидних лакофарбових матеріалів. Дис. ... канд. техн. наук. – Чернігів: Чернігів. держ. технолог. ун-т, 2007. – 182 с.
12. Єфременкова Н.А. // Вісник ЧДТУ. – 2008. – № 2. – С. 132–134.
13. Попов Ю.В., Мохов В. М., Нгуен Тху Тху Тхао. // Изв. Волгогр. гос. техн. ун-та. Сер. Химия и технология элементоорганических мономеров и полимерных материалов. – 2011. – № 2 (75), вып. 8. – С. 32–35.
14. Hamid M. H. S. A., Allen C.L., Lamb G.W. etc. // *J. Am. Soc.* – 2009. – **131**, № 5. – P. 1766–1774.
15. Мужев В.В., Лебедев С.В., Нестеров А.С., Куксін А.М. // Композиц. полімер. матеріали. – 2003. – **25**, № 2. – С. 95–101.
16. Файнерман А.Е., Лебедев Е.В., Куксін А.Н., Мужев В.В. // Укр. хим. журн. – 1990. – **56**, № 10. – С. 1110–1114.
17. Галатенко Н.А., Куксін А.М., Рожнова Р.А., Астапенко О.О. // Доп. НАН України. – 2007. – № 3. – С. 142–148.
18. Пат. 79557 Україна, МКВ⁷ Спосіб одержання полімерного композиційного матеріалу / Куксін А.М., Галатенко Н. А, Рожнова Р.А., Астапенко О.О. – Опубл. 25.06.2007. – Бюл. № 9.
19. Горбунова Н.О., Рожнова Р.А., Галатенко Н.А., Левенець Є.Г. // Полімер. журн. – 2011. – **33**, № 1. – С. 82–88.

Надійшла до редакції 19 січня 2012 р.

Синтез олигооксипропиленфумаратов и новых фумаратсодержащих полиуретанов на их основе

Т.В. Руденчик, Р.А. Рожнова, П.А. Бондаренко, Н.А. Галатенко, Т.А. Кисельова

Институт химии высокомолекулярных соединений НАН Украины
48, Харьковское шоссе, Киев, 02160, Украина

Разработан метод синтеза олигооксипропиленфумаратов (ООПФ) и исследованы их свойства. ООПФ были использованы как полиэстерная составляющая для синтеза ряда фумаратсодержащих полиуретанов. Исследована их структура и физико-механические свойства.

Ключевые слова: олигооксипропиленфумараты, фумаратсодержащие полиуретаны.

The synthesis oligooxypyrylen fumarates and new fumarate-containing polyurethanes on their basis

T.V. Rudenychuk, R.A. Roznova, P.A. Bondarenko, N.A. Galatenko, T.O. Kiselova

Institute of Macromolecular Chemistry NAS of Ukraine
48, Kharkivske shause, Kyiv, 02160, Ukraine

The synthesis method oligooxypyrylen fumarates (OOPF) is developed and their properties are investigated. OOPF have been used as polyester constituent for the synthesis of row of fumarate-containing polyurethanes. Their structure and physical-mechanical properties are investigated.

Key words: oligooxypyrylen fumarates, fumarate-containing polyurethanes.