



<https://doi.org/10.15407/polymerj.43.01.019>
УДК 678.02:678.664

Т.Л. МАЛИШЕВА,

Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, 48, Харківське шосе, Київ, 02160, Україна,
e-mail: malysheva_tat@ukr.net
ORCID: 0000-0002-3046-6819

О.Л. ТОЛСТОВ,

Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, 48, Харківське шосе, Київ, 02160, Україна,
e-mail: a.tolstov@ukr.net
ORCID: 0000-0001-6016-9308

СУМІСНІСТЬ ПОЛІУРЕТАНСЕЧОВИННИХ ЕЛАСТОМЕРІВ ІЗ ХЛОРОВАНИМ ПОЛІВІНІЛХЛОРИДОМ

Метами ІЧФ-спектроскопії і диференціальної сканувальної калориметрії досліджено вплив будови поліуретансечовинних еластомерів (ПУС) на сумісність із хлорованим полівінілхлоридом (ХПВХ). Суміші полімерів отримували з розчину в *N,N*-диметилформаміді. Встановлено, що сумісність полімерів істотно підвищується за рахунок реалізації міжфазних водневих або донорно-акцепторних зв'язків між полярними NH-уретансечовинними або нітрильними групами жорстких сегментів ПУС і атомами хлору ХПВХ. Згідно з даними ДСК, полімер-полімерні системи, які стабілізовані більш сильними донорно-акцепторними зв'язками, у досліджуваному діапазоні складів характеризуються одним широким релаксаційним переходом, температура склування (T_g) якого перевищує $T_{гс}$, розраховану за рівнянням Фокса. У випадку стабілізації бінарної полімер-полімерної системи із вмістом 30 % хлорполімеру за рахунок слабших водневих взаємодій спостерігається утворення змішаної фази і композит характеризується трьома температурними переходами склування. При збільшенні концентрації ХПВХ сумісність компонентів погіршується і формується двофазна структура. Порівняльний аналіз експериментальних і теоретичних (адитивних) даних залежностей міцності при розриві від складу композицій демонструє більш істотний вплив донорно-акцепторних міжфазних взаємодій на підвищення міцності отриманих композитів.

Ключові слова: поліуретансечовинний еластомер, хлорований полівінілхлорид, полімерна суміш, міжфазні взаємодії, міцність.

Вступ

Модифікування поліуретанових еластомерів (ПУ) вінілхлоридними полімерами і кополімерами дає змогу значною мірою підвищити довговічність, негорючість і стійкість композиційних матеріалів до гідролізу, а також понизити їх собівартість [1]. Створення полімерних матеріалів з новим комплексом експлуатаційних властивостей можливе за рахунок реалізації в

бінарній системі сильних міжфазних взаємодій різної природи, що призводить до зменшення рівня фазового розшарування компонентів і диспергування їх на наногетерогенному рівні.

Дані про вплив будови ПУ на сумісність із хлорованим полівінілхлоридом (ХПВХ) нечисленні. Відомо, що суміші ХПВХ із вмістом 67 % хлору сумісні з олігоестерами, які містять полярні групи за співвідношення CH_2/COO більше 3 [2]. Сумісність компонентів зумовлена

Цитування: Малишева Т.Л., Толстов О.Л. Сумісність поліуретансечовинних еластомерів із хлорованим полівінілхлоридом. *Полімерний журнал*. 2021. № 1. С. 19—25. <https://doi.org/10.15407/polymerj.43.01.019>

сильними міжмолекулярними взаємодіями між α -воднем ХПВХ і карбонільними групами олігоестеру. В роботах [3, 4] досліджено вплив хімічної будови аморфно-кристалічних ПУ на надмолекулярну структуру та когезійно-адгезійні властивості композитів із ХПВХ. У сумішах з ПУ, синтезованих на основі олігобутиленглікольадипінату молекулярної маси 2000 і толуїлендізоціанату, внаслідок реалізації сильних водневих зв'язків (ВЗ) на межі поділу фаз формується змішана фаза з низьким ступенем просторової впорядкованості, наявність якої спричиняє зниження механічної та адгезійної міцності композитів [4]. Посилення сітки внутрішньомолекулярних ВЗ у ПУ шляхом підвищення концентрації полярних уретансечовинних сегментів або заміни гнучкого сегмента на менш сумісний з ХПВХ олігоетиленбутиленглікольадипінат, призводить до обмеження міжфазних взаємодій і уповільнення процесів утворення змішаної фази. Формування у цих системах двофазної гетерогенної структури з покращеною адгезією між фазами забезпечує високі когезійно-адгезійні властивості сумішей у широкому діапазоні складів. ПУ з гнучкими сегментами олігокапролактону або оліготетраметиленглікольадипінату та жорстких сегментів (ЖС) на основі 4,4'-дифенілметандіізоціанату і 1,4-бутандіолу сумісні з ХПВХ [5, 6], а на основі олігоетерних сегментів олігооксипропіленгліколю або олігоокситетраметиленгліколю термодинамічно несумісні і, залежно від співвідношення компонентів, у сумішах утворюється складна мікрогетерогенна структура [7].

У попередніх роботах із дослідження сумісності ПУ з полівінілхлоридом (ПВХ) [8–10] було показано, що функціоналізація еластомеру надає широкі можливості спрямованого формування наногетерогенної структури в полімер-полімерних системах. Отримані нові нанокомпозити за механічними властивостями перевершують відомі ПУ-ПВХ суміші, а також дешевші ніж поліуретанові термоеластопласти. Наночастинки термопласту в еластомерній матриці є активним армуючим наповнювачем і зміцнення композиту залежить від енергії міжфазних взаємодій. Сумісність ПУ, синтезованих на основі олігоетерів, із хлорвмісним полімером можна підвищити за рахунок реалізації в сумішах міжфазних взаємодій між

протонодонорними NH-групами уретансечовинного сегмента еластомеру та атомами хлору термопласту [9], або введенням нітрильних груп у склад ЖС і утворення на межі поділу фаз донорно-акцепторних міжмолекулярних зв'язків [11].

Метою цієї роботи є дослідження теплофізичних і механічних властивостей композитів на основі поліетеруретансечовинних еластомерів і ХПВХ, стабілізованих водневими або донорно-акцепторними зв'язками.

Експериментальна частина

Вихідні еластомери ПУС-1 синтезували взаємодією макродіізоціанату на основі олігооксипропіленгліколю (PPO1000, Merck) молекулярної маси 1000 і суміші 2,4- та 2,6-ізомерів толуїлендізоціанату (ТДІ) за співвідношення компонентів 65:35 (Naofei Chemical) з подовжувачем ланцюга 4,4'-дифенілметандіаміном (97 %, Sigma Aldrich) за мольного співвідношення компонентів 1:2:1) у N,N-диметилформаміді (ДМФА) за методикою [9], еластомер ПУС-2 – на основі олігоокситетраметиленгліколю (PTHF1000, Merck) молекулярної маси 1000, ТДІ і подовжувача ланцюга ціанетильованого етилендіаміну за мольного співвідношення компонентів 2:3:1. Характеристична в'язкість ($[\eta]$) еластомерів у ДМФА для ПУС-1 становить 0,065 м³/кг, для ПУС-2 – 0,078 м³/кг. Початкові компоненти очищували за традиційними для синтезу ПУС методиками. Для отримання композитів використовували ХПВХ за концентрації хлору за даними елементного аналізу 66,7 % і $[\eta]_{\text{ДМФА}} = 0,079$ м³/кг. Плівкові матеріали товщиною 200–300 мкм для проведення фізико-механічних досліджень отримували методом поливу 20 %-вих розчинів сумішей компонентів у ДМФА на фторопластову підкладку з подальшим сушінням за температури 343 К до постійної ваги. Концентрації компонентів у композиції наведені у масових відсотках. Літій хлорид (>99 %, Sigma Aldrich) прожарювали за температури 1073 К до постійної ваги.

Теплофізичні властивості полімерів і композитів досліджували на сканувальному мікрокалориметрі ДСК-2М в інтервалі температур від 173 до 473 К за швидкості нагрівання 2К/хв. Середина ендотермічного переходу на кривій залежності теплоємності від температури

відповідала температурі склування (T_c) полімерів. Плівкові зразки вивчали через 3 міс. після приготування.

ІЧФ-спектри ПУС і композитів отримували за допомогою спектрометра «Тензор-37» з Фур'є перетворенням у діапазоні $400\text{--}4000\text{ см}^{-1}$. Плівкові зразки товщиною $10\text{--}15\text{ мкм}$ отримували з розчину ДМФА на фторопластових підкладках з подальшою термообробкою за температури 343 К до повного видалення розчинника.

Вимірювання механічних характеристик (межі міцності при розтягуванні, залишкової деформації) проводили на універсальній машині FU-1000 за швидкості переміщення за тискачів 35 мм/хв відповідно до ГОСТ 14236-81.

Результати дослідження та їх обговорення

На сьогодні є загальноприйняте уявлення, що сегментовані поліуретансечовинні еластомери являють собою блок-кополімери з фазовим поділом термодинамічно несумісних гнучких і жорстких сегментів і утворенням доменів, які є вузлами фізичного зшивання в еластомері. Формування доменної структури в ПУС визначається полярністю, термодинамічною гнучкістю, стеричними чинниками і концентрацією жорстких блоків у макромолекулярному ланцюзі. Енергія водневого зв'язку між сечовинними групами ($14,7\text{--}33,6\text{ кДж/моль}$) є більшою, ніж між уретановими групами ($12\text{--}16\text{ кДж/моль}$) внаслідок утворення Н-зв'язків між С=О сечовинних груп із двома NH-групами ЖС. За даними електронної мікроскопії розмір жорстких доменів у ПУ на основі олігоетерів становить $3\text{--}10\text{ нм}$ [13].

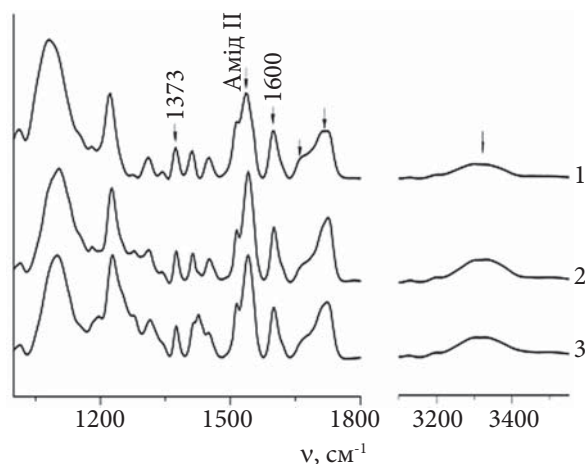


Рис. 1. ІЧ-спектри еластомеру ПУС-1 (1), сумішей ПУС-1/30ХПВХ (2) і ПУС-1/70ХПВХ (3)

Формування сітки ВЗ у полімер-полімерних сумішах досліджували методом ІЧФ-спектроскопії. Розподіл С=О-груп за енергією зв'язування ВЗ оцінювали за смугою Амід І, а загальний ступінь NH_b-груп, які утворюють ВЗ – за смугами в області $3230\text{--}3400\text{ см}^{-1}$. Як внутрішній стандарт використовували смугу деформаційних коливань зв'язків С–Н метильної групи в області $1370\text{--}1375\text{ см}^{-1}$. ІЧФ-спектри ПУС-1 і його сумішей із вмістом 30 та 70 % ХПВХ наведені на рис. 1. Інтенсивності характеристичних смуг в ІЧФ-спектрах ПУС і композитах наведені у табл. 1. В спектрі еластомеру ПУС-1 відсутність смуги валентних коливань асоційованих сечовинних карбонільних груп (C=O_{cb}) за 1640 см^{-1} і наявність неасоційованих сечовинних карбонільних груп (C=O_{cf}) у вигляді напливу в області $1660\text{--}1670\text{ см}^{-1}$ свідчить про ускладнення асоціації ЖС на основі асиметричного діізоціанату й утворення більшої кількості водневих зв'язків

Таблиця 1. Інтенсивності характеристичних смуг в ІЧ-спектрах ПУС і композитів

Зразок	C=O _{cb}	C=O _{ur}	NH _b		Амід ІІ		D ₁₆₀₀
	D ₁₆₄₀	D ₁₇₂₄	v, см ⁻¹	D _{NH}	δ, см ⁻¹	D _{Amid II}	
ПУС-1	-	1,64	3302	0,45	1536	2,83	1,56
ПУС-1/ 30ХПВХ	-	2,10	3301	0,65	1541	3,52	1,77
ПУС-1/70ХПВХ	-	1,89	3301	0,60	1541	3,40	1,66
ПУС-2	0,20	-	3296	0,56	-	-	-
ПУС-2/30ХПВХ	0,38	-	3290	0,57	-	-	-
ПУС-2/50ХПВХ	0,30	-	3290	0,57	-	-	-

Таблиця 2. Теплофізичні властивості ПУС і композитів

ПУС	Співвідношення ПУС:ХПВХ	ΔT_{c1} , К	T_{c1} , К	ΔC_{p1} , кДж/(кг·К)	ΔT_{c2} , К	T_{c2} , К	ΔC_{p2} , кДж/(кг·К)	T_{c3} , К	ΔC_{p3} , кДж/(кг·К)	T_{Fc} , К
ПУС-1	100 : 0	60	273	0,70	-	-	-	-	-	-
ПУС-1	70 : 30	36	286	0,43	30	368	0,15	338	0,07	-
ПУС-1	50 : 50	50	286	0,44	30	368	0,27	-	-	-
ПУС-1	30 : 70	40	303	0,28	35	351	0,36	-	-	-
ПУС-2	100 : 0	30	216	0,56	-	-	-	-	-	-
ПУС-2	70 : 30	90	258	0,77	-	-	-	-	-	246
ПУС-2	60 : 40	70	279	0,68	-	-	-	-	-	258
ПУС-2	50 : 50	80	283	0,66	-	-	-	-	-	271
ПУС-2	30 : 70	80	303	0,53	-	-	-	-	-	301
ПУС-2	50 : 50 +1% LiCl	18	301	0,24	40	373	0,49	-	-	-
ХПВХ	0 : 100	-	-	-	20	363	0,27	-	-	-

між групами NH жорсткого і –O– гнучкого сегментів в еластомері.

За результатами попередніх досліджень сумісності ПУС із ПВХ [9] встановлено, що при утворенні в бінарних системах сильних міжфазних взаємодій типу $NH^{\delta+} \cdots Cl^{\delta-}$ в ІЧФ-спектрах спостерігається часткове або повне руйнування доменної структури в еластомерній фазі і підвищення інтенсивності неасоційованих уретанових груп ($C=O_{ur}$). Спектральне положення смуги валентних коливань NH_b -груп зсувається у низькочастотну область спектра і зростає її інтегральна інтенсивність, а також підвищуються інтенсивності смуг Амід II і валентних коливань $C=C$ бензенового кільця за 1600 і 1450 cm^{-1} внаслідок спряження NH-груп з π -електронами ароматичного кільця. Енергія ВЗ між галоген-аніонами і NH уретансечовинних груп, як відомо з роботи [13], у 1,3–1,4 раза більша, ніж в асоціаті уретан-уретан. У спектрі суміші ПУС-1 із вмістом 30 % ХПВХ (ПУС-1/30ХПВХ) спостерігаються такі зміни: в області Амід I знижується доля сечовинних карбонільних груп, незв'язаних ВЗ, і підвищується оптична густина смуги 1724 cm^{-1} (D_{1724}), інтенсивність смуги Амід II ($D_{Amid II}$) підвищується на 24 %, D_{1600} – на 13 %, а D_{3330} – на 42 %. В суміші ПУС-1/70ХПВХ $D_{Amid II}$ зростає на 20 %, D_{1600} – на 6 %, D_{3330} – на 30 %. Отже при введенні хлорвмісного полімеру внутрішньомолекулярні Н-зв'язки в еластомерній фазі

частково руйнуються, зростає доля $C=O_{ur}$ і на межі поділу фаз утворюється сітка водневих зв'язків $NH^{\delta+} \cdots Cl^{\delta-}$, причому енергія фізичної сітки зменшується при збільшенні вмісту ХПВХ у суміші.

Дослідження теплофізичних властивостей полімерів і композитів методом ДСК наведені у табл. 2. На кривій залежності C_p вихідного ПУС-1 спостерігається один стрибок теплоємності за температури склування олігоетерної фази в області 243–303 К. ХПВХ є аморфним полімером з температурою склування 363 К ($\Delta C_p = 0,27$ кДж/(кг·К)). На кривій залежності теплоємності від температури композиту ПУС-1/30ХПВХ спостерігаються три температурні переходи: температура склування аморфної олігоетерної фази еластомеру (T_{c1}), дисперсної фази ХПВХ (T_{c2}) і змішаної фази (T_{c3}), яка зумовлена взаємною дифузією полярних груп компонентів на межі поділу фаз. Температура склування (T_{c1}) у суміші підвищується з 273 до 286 К, а T_{c2} з 363 до 368 К. Підвищення T_{c2} можна пояснити обмеженням сегментальної рухливості макромолекул хлорполімеру внаслідок міжмолекулярних взаємодій з жорсткими сегментами ПУС-1 у граничному шарі. Бінарні композиції з вмістом 50 і 70 % ХПВХ характеризуються наявністю двох температурних переходів склування і є мікрогетерогенними з утворенням двох полімерних фаз змінного складу.

Таким чином, у системі ПУС-1/30ХПВХ реалізується сітка найбільш сильних міжфазних взаємодій і при збільшенні концентрації хлорполімеру в суміші сумісність компонентів погіршується, що узгоджується з даними ІЧФ-спектроскопії.

ІЧ-спектри еластомеру ПУС-2 і полімер-полімерних композитів подані на рис. 2. Як видно, у високомолекулярному еластомері спостерігається незначна сегрегація ЖС (наявна смуга за 1640 см^{-1}) і слабкоінтенсивна характеристична смуга валентних коливань $\text{C}\equiv\text{N}$ -груп за 2248 см^{-1} . Відомо, що сумісність акрилонітрильних каучуків з ПВХ підвищується при збільшенні концентрації нітрильних груп у макроланцюзі еластомеру [14]. При введенні в ПУС-2 30 і 50 % хлорованого полімеру оптична густина смуги 1640 см^{-1} (D_{1640}) незначно підвищується. На жаль, внаслідок малої інтенсивності смуги 2248 см^{-1} спостерігати утворення міжфазних зв'язків у сумішах цим методом неможливо. Як видно з даних табл. 2, еластомер ПУС-2 має один температурний перехід склування ($T_{c1} = 216\text{ К}$). Суміші ПУС-2/ХПВХ у досліджуваній області складів характеризуються наявністю одного широкого переходу склування і T_c композитів перевищує теоретичне значення температури склування, розраховане за рівнянням Фокса (T_{Fc}) для сумісних систем [15]. Найбільше відхилення T_c композиту ПУС-2/40ХПВХ від розрахованої T_{Fc} сягає 21 К, а найменшим відхиленням характеризується суміш ПУС-2/70ХПВХ. Значення T_c композиту ПУС-2/40ХПВХ також перевищує T_c , розраховану на основі адитивних внесків, на 4,2 К. Як відомо, найбільш простим доказом існування процесу комплексоутворення у бінарних полімерних системах є прояв позитивного відхилення концентраційної залежності спільної T_c щодо їх адитивних значень [16], тобто композит із вмістом 40 % ХПВХ за рахунок утворення найбільш сильних донорно-акцепторних зв'язків є інтерполімерним комплексом. Відповідно до даних, наведених у роботі [10], полімер-полімерні суміші ПУС/ПВХ, які характеризуються одним широким температурним інтервалом склування, мають наногетерогенну структуру. Отже, на основі цих даних можна припустити, що досліджені суміші ПУС-2/ХПВХ

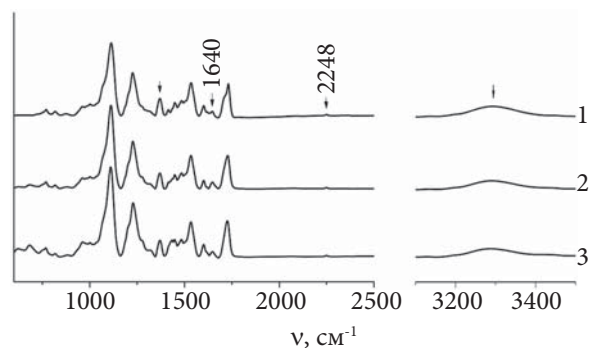


Рис. 2. ІЧ-спектри еластомеру ПУС-2 (1), сумішей ПУС-2/30ПВХ (2) і ПУС-2/50ПВХ (3)

також наногетерогенні. При додаванні в суміш ПУС-2/50ПВХ 1 % неорганічної солі LiCl на кривій залежності теплоємності від температури спостерігається два температурних переходи склування, тобто відбувається фазове розшарування компонентів внаслідок взаємодій аніонів солі з нітрильними групами ЖС еластомеру. Результати цього експерименту є додатковим підтвердженням утворення міжфазних донорно-акцепторних взаємодій у зазначеній полімер-полімерній системі.

Отже, спостерігається чітка кореляція між експериментальними даними ДСК, ІЧФ-спектроскопії і фізико-механічними

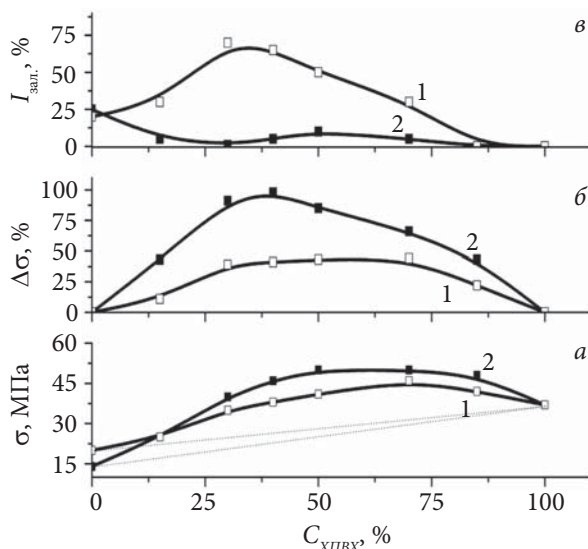


Рис. 3. Залежність міцності (а), $\Delta\sigma$ (б) і $l_{зал}$ (в) від складу композитів ПУС-1/ХПВХ (1) і ПУС-2/ХПВХ (2)

властивостями композитів. Як видно з рис. 3, суміші ПУС-2/ХПВХ характеризуються вищими показниками міцності на розрив (σ) і меншими значеннями залишкової деформації ($I_{\text{зал.}}$) ніж суміші ПУС-1/ХПВХ. Максимальне відхилення σ від відповідних адитивних значень ($\Delta\sigma$) композитів із вмістом 30–50 % ХПВХ, стабілізованих міжфазними донорно-акцепторними зв'язками, досягає 70–95 %. Реалізація в сумішах ПУС-1/ХПВХ слабших водневих взаємодій на межі поділу фаз викликає незначне підвищення показників міцності композитів у всьому діапазоні складів, а утворення змішаної фази в суміші ПУС-1/30ХПВХ призводить до зростання залишкової деформації композиту.

Висновки

Отже, проведені дослідження продемонстрували можливість істотного підвищення сумісності поліетеруретансечовинних еластомерів із хлорованим полівінілхлоридом за рахунок реалізації в сумішах міжфазних водневих взаємодій за участю переважно протодонорних NH уретансечовинних груп жорстких сегментів і атомів хлору, а також отримання нових наноструктурованих інтерполімерних комплексів, стабілізованих сильними донорно-акцепторними зв'язками, міцність яких перевищує міцність еластомеру у 3,0–3,5 раза.

REFERENCES

1. Omelchenko S.I., Kadurina T.I. Modifitsirovannyye poliuretanyi. K.: Nauk. dumka, 1983: 225. (In Ukrainian).
2. Bêlorgey G., Aubin M., Prud'homme R.E. Studies of polyester/chlorinated poly(vinyl chloride) blends. *Polymer*, 1982, **23**:1051–1056. [https://doi.org/10.1016/0032-3861\(82\)90407-4](https://doi.org/10.1016/0032-3861(82)90407-4).
3. Malysheva T.L., Matyushov V.F., Titov G.V., Dyakova A.N. Termoplastichnyie kompozityi na osnove hlorirovannogo polivinilhlorida i poliuretana. *Polimerniy zhurnal*, 2005, **27** : 35–39. (In Ukrainian).
4. Malysheva T.L. Kogezionno-adgezionnyie svoystva kompozitsiy na osnove poliuretanovogo elastomera i hlorvinilovogo polimera. *Pitannya hImIYi ta hImIchnoYi tehnologIYi*, 2014, **4**: 68–73. (In Ukrainian).
5. Wei Wu, Xiao-lie Luo, De-zhu Ma. Miscibility of the segmented polyurethane blends with chlorinated poly(vinyl chloride). *Eur. Polym. J.*, 1999, **35**: 985–990. [https://doi.org/10.1016/S0014-3057\(98\)00195-5](https://doi.org/10.1016/S0014-3057(98)00195-5).
6. Dana Garcia Blends of a chlorinated poly(vinyl chloride) with a polyurethane elastomer. *J. Polym. Sci. B*, 1986, **24**: 1577–1586. <https://doi.org/10.1002/polb.1986.090240714>.
7. Ann T.O., Han K.T., Jeong H.M., Lee S.W. Miscibility of thermoplastic polyurethane elastomers with chlorine-containing polymers. *Polym. Int.*, 1992, **229**: 115–120. <https://doi.org/10.1002/pi.4990290209>.
8. Malysheva T.L. Mikro- i nanokompozityi na osnove hlorvinilovih polimerov i poliuretanovyih elastomerov. *Polimerniy zhurnal*, 2010, **32**: 229–238. (In Ukrainian).
9. Malysheva T.L., Golovan S.V., Klimchyk D.A. Interfacial interactions in nanostructured polymer-polymer blends. *Nanosystems, nanomaterials, nanotechnologies*, 2012, **10**: 687–699. (In Ukrainian).
10. Malysheva T.L., Tolstov A.L., Gres E.V. Miscibility of the polyurethane elastomer with poly(vinyl chloride). *Polymer journal*, 2019, **41**: 96–100. <https://doi.org/10.15407/polymerj.41.02.096>. (In Ukrainian).
11. Malysheva T.L. Nanoheterogeneous structure formation in polyurethane elastomer –poly(vinyl chloride) blends. *Proc. NAP*, 2016, 02NSA01(1-4). <https://doi.org/10.1109/NAP.2016.7757302> (In Ukrainian).
12. Shtompel V.I., Kercha Yu.Yu. *Struktura lineynyih poliuretanov*. Kiev: Nauk. dumka, 2008: 246. (In Ukrainian).
13. Hranovskiy V.A. Mezhmolekulyarnyye vzaimodeystviya v oligourethanah s ionogennymi gruppami razlichnoy himicheskoy prirody aniona. *Doklady AN SSSR*, 1985, **285**: 406–410. (In Ukrainian).
14. Zheng Xiaojiang, Pu Henry H., Yang Yanheng. A FT-IR study on NBR / PVC, BR/PVC, and BR / PVC / NBR blends. *J. Polym. Sci. C*, 1989, **27**: 223–227. <https://doi.org/10.1002/pol.1989.140270702>.
15. Fox T.G. Influence of diluent and copolymer composition on the glass transition temperature of a polymer system. *Bull. Am. Phys. Soc.*, 1956, **1**: 23–128.
16. Kwei T.K. The effect of hydrogen bonding on the glass transition temperatures of polymer mixtures. *J. Polym. Sci. Polym. Lett.*, 1984, **22**: 307–313. <https://doi.org/10.1002/pol.1984.130220603>.

Received 02.02.2021

T.L. Malysheva,

Institute of Macromolecular Chemistry of the NAS of Ukraine, 48, Kharkivske shose, Kyiv, 02160, Ukraine
e-mail: malysheva_tat@ukr.net

A.L. Tolstov,

Institute of Macromolecular Chemistry of the NAS of Ukraine, 48, Kharkivske shose, Kyiv, 02160, Ukraine
e-mail: a.tolstov@ukr.net

MISCIBILITY OF POLY(URETHANE-UREA) ELASTOMERS WITH CHLORINATED POLY(VINYL CHLORIDE)

Effect of a chemical structure of poly(ether-urethane-urea) (PUU) elastomers on a miscibility of their blends with chlorinated poly(vinyl chloride) (cPVC) has been studied by FTIR and DSC. The segmented PUU were synthesized by pre-polymer approach in N,N-dimethylformamide (DMF) solution. PUU-1 was synthesized using poly(propylene glycol) (PPG) of $M_n = 1000$, mixture of 2,4- and 2,6-isomers of tolylenediisocyanate (TDI) in a ratio of 65:35 (by weight) and 4,4'-methylenedianiline as a chain extender at a molar ratio of 1:2:1. PUU-2 was prepared based on poly(tetramethylene glycol) (PTMG) of $M_n = 1000$, TDI and cyanoethylated ethylene diamine at a molar ratio of 2:3:1. The polymer-polymer blends were obtained via solution casting technique using DMF as a solvent. It was found a miscibility of the polymers enhances due to a formation of hydrogen or donor-acceptor bonding between polar NH urethane-urea or nitrile groups of hard PUU segments and chlorine of cPVC. According to DSC results the polymer-polymer systems stabilized by stronger donor-acceptor bonding are characterized by single glass transition temperature, T_g , a position of which is higher than that of the theoretical one, T_{Fg} , calculated in full composition range via Fox's equation. When stabilization of polymer-polymer blend with 30 % (by weight) of cPVC performs by weaker hydrogen bonding we observed a formation of mixed phase and the composite is characterized by appearance of three relaxation transitions. Increasing cPVC content reduces a miscibility of the components and biphasic structure of the composites forms. Comparative analysis of experimental and theoretical (additive) tensile strength vs composition dependencies demonstrates an impact of donor-acceptor interface interactions on strength of the polymer composites obtained.

Keywords: poly(urethane-urea) elastomer, chlorinated poly(vinyl chloride), interfacial interactions, mechanical strength.