

Л.С. Дзюбенко¹, О.О. Сап'яненко¹, П.П. Горбик¹, І.О. Цебренок²,
Н.М. Резанова², І.А. Мельник²

Вплив нанодисперсної добавки срібло/глинозем на реологічні властивості розплавів та фазові переходи в сумішах поліпропілен/співполіамід

¹Інститут хімії поверхні ім. О.О. Чуйка Національної академії наук України,
вул. Генерала Наумова, 17, 03164 Київ-164; e-mail: ryash@i.ua

²Київський національний університет технологій та дизайну, вул. Немировича-Данченка, 2,
01011, Київ-11, e-mail: mfibers@ukr.net

Встановлено вплив концентрації комбінованої нанодисперсної добавки срібло/глинозем на закономірності течії розплаву суміші поліпропілен/співполіамід. Залежність величини розбухання і в'язкості розплавів від вмісту Ag/Al_2O_3 має екстремальний характер: мінімальна в'язкість і максимальна еластичність характерні для суміші, що містить 0,05 мас. %. Методом ДТА показано, що добавка в інтервалі низьких концентрацій позитивно впливає на формування кристалічної структури композитних екструдатів. Знайдено, що срібло у вихідній добавці Ag/Al_2O_3 розподілено, переважно, у вигляді кластерів та наночастинок до 20 нм, в екструдатах з потрійних сумішей – переважно, у вигляді наночастинок. У вилучених із потрійних екструдатів поліпропіленових мікроволокон срібло перебуває, переважно, у кластерному стані. Наявність срібла в поліпропіленових мікроволокон є важливим для створення бактерицидних тонковолокнистих фільтрів.

Ключові слова: суміш поліпропілен/співполіамід, нанодисперсна добавка, срібло, глинозем, екструдати, поліпропіленові мікроволокна.

Стаття постуила до редакції 13.04.2014; прийнята до друку 15.09.2014.

Вступ

Препарати срібла завдяки широкому спектру антисептичної дії знаходять широке застосування в медичній практиці, в біотехнологіях. Для підвищення ефективності препаратів срібла використовують комбіновані матеріали: наночастинки срібла наносять на поверхню оксидів металів, зокрема Al_2O_3 , ZnO , які і самі проявляють антисептичні властивості. Такі матеріали використовують в технологіях водоочищення [1, 2] як ефективні сорбенти медичного призначення для гемо-, ентросорбції, а також в косметології [3].

Поліпропілен (ПП) і поліпропіленові мікроволоконні матеріали (МВМ) мають дозвіл в Україні на використання в медико-біологічній та харчовій промисловостях. На сьогодні в Україні розроблена і впроваджена технологія виробництва фільтрів на основі поліпропіленових мікроволокон (МВ) з тонкістю очистки 1 мкм, які знайшли широке застосування у фармацевтичній та харчовій галузях промисловості, а також для очищення питної води в побутових умовах. На порядку денному стоїть

питання надання їм специфічних властивостей, зокрема актуальним є модифікування з метою одержання бактерицидних МВМ.

Мета роботи – встановити вплив концентрації комбінованої добавки срібло/глинозем на реологічні властивості розплавів та процеси плавлення і кристалізації в сумішах поліпропілен/співполіамід.

I. Експериментальна частина

Комбіновану добавку срібло/глинозем (Ag/Al_2O_3) створювали на основі пірогенного глинозему (дослідної партії виробництва Калуського експериментального заводу ІХП НАН України) з величиною питомої поверхні $145 \text{ м}^2/\text{г}$. Спочатку із спиртового розчину адсорбували нітрат срібла на поверхню частинок оксиду алюмінію і сушили на повітрі за кімнатної температури впродовж 12 год, потім – у сушильній шафі за температури 80°C протягом 3 год, після чого проводили термообробку в муфельній печі за температури 550°C впродовж 15 хв. Такий температурний режим вибрано виходячи з аналізу термограм глинозему з нанесеним

на його поверхню нітратом срібла.

Технологія виробництва МВ базується на явищі специфічного волокнотворення в процесі переробки розплавів сумішей полімерів [4]. Суть його полягає в тому, що за умови течії розплаву суміші полімерів під дією реологічних сил один із компонентів (волокнотвірний) утворює в масі іншого (матричного) полімеру безліч МВ, строго орієнтованих у напрямку екструзії. МВ вилучають із композиційного екструдату екстракцією матричного полімеру відповідним розчинником.

Для одержання МВ використовували ізотактичний ПП марки 21060 (ТУ 6-05-1756-78) виробництва Лисичанського хімічного заводу з $T_{пл} 168^\circ\text{C}$ та в'язкістю розплаву 300 Па·с за напруги зсуву $t = 5,69 \cdot 10^4$ Па. Як матричний полімер використовували співполіамід (СПА) (ОСТ 6-05-438-88 марки ПА-6/663 виробництва Уральського ВО „Пластик”), що являє собою співполімер 50 % ϵ -капролактаму та 50 % гексаметиленадипінату – $[\text{NH}-(\text{CH}_2)_5-\text{CO}-\text{NH}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}-\text{CO}-\text{CH}_2)_4-\text{CO}]_n$ – з $T_{пл} 166^\circ\text{C}$ і в'язкістю розплаву 870 Па·с за $\tau = 5,69 \cdot 10^4$ Па. Введення добавок у розплави полімерів проводили за допомогою комбінованого черв'ячно-дискового екструдера ЛПП25, в дисковій зоні якого здійснювалось тонке та рівномірне змішування компонентів.

В'язкісні властивості розплавів досліджували методом капілярної віскозиметрії з використанням мікровіскозиметра постійного тиску МВ-2 в діапазоні напруг зсуву $(0,10 - 5,69) \cdot 10^4$ Па за температури 190°C . Режим течії розплаву n визначали за тангенсом кута нахилу дотичної в даній точці кривої течії до вісі абсцис. Вплив добавок на прядомість розплавів сумішей характеризували величиною максимально можливої фільтрної витяжки $\Phi_{\text{макс}}$, яку визначали як відношення швидкості прийому затверділого струменю до швидкості витікання розплаву з формульального отвору. Ця величина характеризує здатність розплаву до повздовжнього деформування. Еластичність розплавів оцінювали за величиною розбухання B екструдатів сумішей, підданих відпалюванню в силіконовій рідині за

170°C впродовж 5 хв для повної релаксації накопичених високоеластичних деформацій.

З метою вивчення закономірностей фазових переходів у полімерних матеріалах реєстрували термограми на дериватографі Q-1500 D фірми MOM, Будапешт. Використовували платинові тиглі, як еталон брали Al_2O_3 . Зразки подрібнювали, досліджувана проба складала 120 - 200 мг. Термограми процесу плавлення реєстрували за швидкості нагрівання 5 град/хв в інтервалі температур від кімнатної до 200°C , після чого записували криві кристалізації розплаву за швидкості охолодження 1,5 град/хв. Точність визначення температур плавлення та кристалізації складала $\pm 2^\circ\text{C}$. Ступінь кристалічності (СК, %) розраховували за методикою [5], виходячи з ентальпії плавлення повністю кристалічного полімеру за рівнянням:

$$\alpha = \Delta H / \Delta H_{\text{кр}} \cdot 100,$$

де $\Delta H_{\text{кр}}$ – теплота плавлення повністю кристалічного полімеру, яка складає для ПП 62 кал/г; ΔH – теплота плавлення досліджуваного зразка.

Для розрахунку ΔH проводили калібрування площі піків теплових ефектів за n -амінобензойною кислотою, ентальпія плавлення якої складає 36,3 кал/г.

Для визначення присутності частинок срібла та їх розміру реєстрували спектри відбиття відповідних порошоків, екструдатів та МВ на спектрометрі Perkin Elmer Lambda 35.

II. Результати та їх обговорення

Одержана добавка $\text{Ag}/\text{Al}_2\text{O}_3$ мала пухнастий вигляд подібно до вихідного пірогенного глинозему та була забарвлена в жовтий колір. Її питома поверхня, визначена за методом теплової десорбції аргону, складала $134 \text{ м}^2/\text{г}$. Вміст срібла в комбінованій добавці – 0,5 мас. %. Слід зазначити, що питома поверхня одержаного зразка $\text{Ag}/\text{Al}_2\text{O}_3$ нижча за питому поверхню вихідного глинозему, що може вказувати на те, що під час нанесення нітрату срібла

Таблиця 1

Вплив добавки на реологічні властивості розплаву суміші поліпропілен/співполіамід

Назва полімерів, склад суміші мас. %	η , Па·с за τ 10^{-4} Па 5,69	n	$\Phi_{\text{макс}}$, %	B
ПП	260	2,0	25300	2,0
СПА	560	1,2	77400	1,6
ПП/СПА 30 / 70	160	1,7	10200	7,2
ПП/СПА/($\text{Ag}/\text{Al}_2\text{O}_3$) 30 / 70 / (0,05)	140	1,7	8000	8,5
ПП/СПА/($\text{Ag}/\text{Al}_2\text{O}_3$) 30 / 70 / (0,1)	150	1,7	8700	7,5
ПП/СПА/($\text{Ag}/\text{Al}_2\text{O}_3$) 30 / 70 / (0,5)	160	1,7	9000	7,4

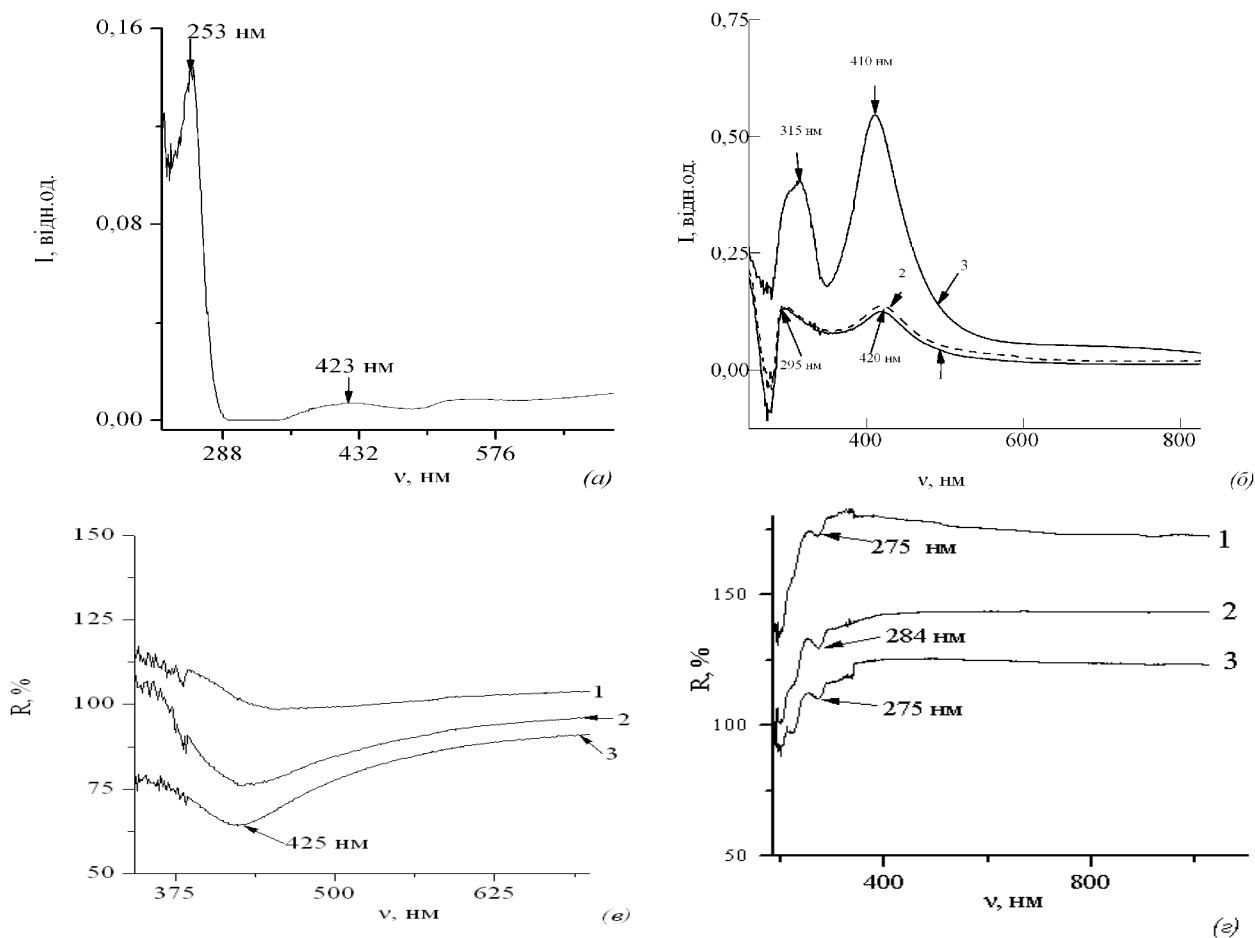


Рис. 1. Спектри в УФ- та видимому діапазон для: *a* – добавки срібло/глинозем; *б* – екструдатів ПП/(Ag/Al₂O₃) із вмістом Ag/Al₂O₃: 1 – 0,05 мас. %; 2 – 0,1 мас. %; 3 – 0,5 мас. %; *в* – екструдатів ПП/СПА/(Ag/Al₂O₃) із вмістом Ag/Al₂O₃ в ПП: 1 – 0,05 мас. %; 2 – 0,1 мас. %; 3 – 0,5 мас. %; *г* – для мікріволокон, вилучених із екструдатів ПП/СПА/(Ag/Al₂O₃) із вмістом Ag/Al₂O₃ в ПП: 1 – 0,05 мас. %; 2 – 0,1 мас. %; 3 – 0,5 мас. %

на глинозем із розчину, висушування та прожарювання порошку певною мірою могло відбутися агрегування частинок як глинозему, так і срібла. Спектр добавки Ag/Al₂O₃ представлено на рис. 1, *a*. В спектрі присутні дві смуги поглинання: інтенсивна – за 253 нм та слаба – за 423 нм. Перша смуга відповідає за плазмонний резонанс кластерного срібла з розмірами кластерів до 1 нм, а друга – наночастинок з розмірами до 20 нм [6, 7].

З даних реологічних досліджень (табл. 1) випливає, що розплави як вихідних полімерів ПП і СПА, так і суміші ПП/СПА є типовими неньютонівськими рідинами, на що вказують значення величини n . Присутність добавки Ag/Al₂O₃ за вмісту 0,05 – 0,5 мас. % не призводить до зміни характеру течії розплавів модифікованих сумішей для всіх досліджених композицій. В'язкість η розплаву бінарної суміші ПП/СПА різко зменшується порівняно з η вихідних полімерів (табл. 1), що є характерним для розплавів, за течії яких компонент дисперсної фази утворює рідкі струмені (МВ) в матриці іншого [4].

Мінімальне значення в'язкості розплавів потрійних сумішей ПП/СПА/(Ag/Al₂O₃)

спостерігається за вмісту добавки 0,05 мас. %. Це може бути пов'язано з ефектом так званих малих концентрацій, описаним в роботі [8]. Екстремальну зміну реологічних властивостей розплавів сумішей за введення десятих долей відсотка добавки автори пояснюють зміною термодинамічних параметрів системи, в першу чергу, термодинамічною сумісністю чи несумісністю компонентів. За зростання вмісту Ag/Al₂O₃ в'язкість зростає і стає рівною значенню η розплаву вихідної суміші ПП/СПА, тобто в даному інтервалі концентрацій нанодисперсної добавки спостерігається ефект наповнення. Слід зазначити, що така закономірність характерна для всього досліджуваного діапазону напруг зсуву $\tau = (1,62 - 5,69) \cdot 10^{-4}$ Па.

Відомо, що непрямою характеристикою еластичності розплавів полімерів є величини розбухання екструдату B , підданого відпалу за спеціальною методикою для повної релаксації накопичених високоеластичних деформацій. З іншого боку, величина B опосередковано характеризує процеси структуротворення за течії розплавів сумішей полімерів: чим більше утворилось МВ і чим вони тонші, тим більші значення B [4]. З

Таблиця 2

Температурні характеристики плавлення та кристалізації для екструдатів поліпропілен/співполіамід/(срібло/глинозем)

Екструдат	Плавлення, T° C				Кристалізація, T° C							
	ПП+СПА				СПА		ПП					
	T ₁	T _{пл}	T ₂	ΔT ₁	T ₃	T _{кр}	T ₄	T _{кр}	T _{кр} '	T ₅	ΔT ₂	СК, %
ПП/СПА 30/70	148	171	188	40	146	140	126	124	112	109	15	27,9
ПП/СПА/(Ag/Al ₂ O ₃) 30/70 (0,05)	150	172	190	40	150	142	129	125	114	107	22	35,8
ПП/СПА/(Ag/Al ₂ O ₃) 30/70 (0,1)	153	172	188	40	148	142	128	126	117	105	23	35,6
ПП/СПА/(Ag/Al ₂ O ₃) 30/70 (0,5)	152	170	190	38	148	140	129	118	117	106	23	34,8

Позначення: температура початку плавлення екструдату – T₁, температура плавлення екструдату – T_{пл}, температура завершення плавлення екструдату – T₂, температура початку кристалізації СПА – T₃, температура кристалізації СПА – T_{кр}, температура початку кристалізації ПП – T₄, температура кристалізації ПП (перший максимум) – T_{кр}', температура кристалізації ПП (другий максимум) – T_{кр}'', температура завершення кристалізації ПП – T₅; ΔT₁ – температурний інтервал плавлення обох полімерів: ПП та СПА; ΔT₂ – температурний інтервал кристалізації ПП

Таблиця 3

Температурні характеристики плавлення і кристалізації мікрволокон на основі поліпропілену

Вміст добавок у суміші на основі ПП, мас. %	Плавлення, T° C					Кристалізація, T° C				
	T ₁	T _{пл}	T ₂	ΔT _{пл}	СК, %	T ₃	T _{кр}	T ₄	ΔT _{кр}	СК, %
ПП	142	170	199	52	26,9	129	120	108	21	34,9
ПП + 0,05 % Ag/Al ₂ O ₃	146	172	184	38	27,8	134	128	112	22	41,4
ПП + 0,1 % Ag/Al ₂ O ₃	148	172	190	42	27,0	134	128	112	22	42,3
ПП + 0,5 % Ag/Al ₂ O ₃	146	172	188	42	26,8	134	130	110	24	43,7

Позначення: T₁ та T₂ – температури відповідно початку та завершення плавлення; T₃ та T₄ – температури відповідно початку та завершення кристалізації

табл. 1 видно, що значення величин розбухання для потрійних сумішей ПП/СПА/(Ag/Al₂O₃) вищі, порівняно з екструдатами із ПП/СПА, що свідчить про чітку реалізацію специфічного волокнотворення. Це було підтверджено даними мікроскопічних досліджень: середній діаметр МВ зменшується до 1,9 мкм проти 4,0 мкм, зростають масова частка та однорідність розподілу МВ за товщиною [9]. Величина Φ_{макс}, яка характеризує здатність розплаву до повздовжньої деформації, для наповнених сумішей менша, ніж для вихідної, але це не перешкоджає стабільній переробці розплавів модифікованих композицій на традиційному екструзійному обладнанні.

Відомо, що мікроструктура екструдатів визначається не лише мікрореологічними процесами на стадії переробки, а й значною мірою, здатністю полімерів дисперсної фази та дисперсного середовища кристалізуватись, а також умовами кристалізації. Тому важливим є знання закономірностей структуротворення у розплавах полімерів за присутності нанодисперсної добавки. Характеристики фазових переходів, визначені з термограм плавлення та кристалізації, наведено в табл. 2.

Відомо, що для суміші ПП/СПА інтервали процесу плавлення обох полімерів ПП та СПА співпадають [10], тому температурні характеристики

плавлення суміші відносяться до обох полімерів, і ця обставина не дає змоги судити про вплив добавки на температурні переходи та СК кожного з полімерів. Кристалізація ж розплаву суміші перебігає так, що спочатку кристалізується СПА, а потім – за присутності твердого СПА – ПП. Цим пояснюється деяке зростання температури кристалізації ПП, яка характеризується першим піком T_{кр}' порівняно з кристалізацією розплавленого екструдату ПП, для якого температура кристалізації складає 115° C. Кристалізація ПП у високодисперсному стані на твердій поверхні елементів надмолекулярної структури СПА перебігає через гетерогенне зародкоутворення. Швидкість кристалізації в цьому випадку вища, ніж за умови гомогенного зародкоутворення. Посилена нуклеація також приводить до зростання температури кристалізації.

Для кристалізації екструдатів потрійних сумішей ПП/СПА/(Ag/Al₂O₃) характерно зростання температури початку кристалізації для ПП (T₄) порівняно з температурою початку кристалізації для ПП (після ЛПП), а також поява додаткового низькотемпературного піку кристалізації ПП – T_{кр}''. Встановлена закономірність пов'язана, з одного боку, з дисперсним станом ПП у вигляді МВ та з наявністю певної частки ПП у міжфазному шарі, який кристалізується з утворенням супертонких фібрил на поверхні основного волокна [4]. Присутність добавки

Ag/Al₂O₃ у розплаві суміші ПП/СПА призводить до розширення температурного інтервалу кристалізації ПП порівняно з композицією ПП/СПА (з 15 до 22 – 24 град), що засвідчує про формування кристалітів ПП з ширшим розкидом за розмірами, які можуть розташовуватись як у основних мікрофібрилах, так і в міжфібрилах, що відходять від основних мікрофібрил та з'єднують останні. Слід зазначити, що присутність нанодисперсної добавки сприяє зростанню СК за кристалізації розплаву екструдатів за низької швидкості охолодження.

Дослідження процесів плавлення та кристалізації поліпропіленових МВ (табл. 3) показали, що T_{пл} ПП дещо зростає для МВ, одержаних із потрійних екструдатів. СК, визначений за термограмами плавлення для досліджених МВ, невисокий і мало залежить від вмісту високодисперсної добавки. Таке нівелювання впливу останньої на СК пов'язано з тривалим експонуванням зразків за умов підвищеної температури (78°C, 12 год) під час екстракції етанолом матричного полімеру з екструдатів сумішей полімерів. За присутності твердої високодисперсної добавки в розплаві потрійної суміші формуються однорідніші за розмірами кристаліти, на що вказує звуження температурного інтервалу плавлення.

За кристалізації розплаву МВ за умови повільного охолодження спостерігається зростання T_{кр} для МВ, одержаних із потрійних сумішей, та деяке розширення температурного інтервалу кристалізації. Розширення температурного інтервалу кристалізації ПП засвідчує про утворення кристалітів з ширшим розкидом за розмірами, що може бути пов'язано зі стеричними перешкодами формуванню кристалітів мікрофібрил.

Щоб визначити, як розподіляються частинки срібла в подвійних та потрійних екструдатах та МВ за різного вмісту комбінованої добавки, реєстрували спектри в УФ- та видимому діапазоні. На рис. 1, б наведено спектри поглинання екструдатів ПП з різним вмістом Ag/Al₂O₃. Як видно, в спектрах присутні смуги поглинання за 295 – 315 нм та 410 – 420 нм. Інтенсивність цих смуг зростає зі збільшенням вмісту добавки в екструдаті. Скоріше за все, зі зростанням вмісту добавки все ж відбувається агрегування частинок за перемішування розплавів наповнених полімерних сумішей, проте певний вміст наночастинок срібла, а також кластерного срібла характерний для всіх подвійних композитних екструдатів ПП/(Ag/Al₂O₃) в діапазоні концентрацій від 0,05 до 0,5 мас. % (рис.1, б). Для потрійних екструдатів ПП/СПА/(Ag/Al₂O₃), рис. 1, в, характерна смуга поглинання 425 нм, хоча в спектрах присутня і малоінтенсивна смуга за 290 нм. Тобто, в потрійних екструдатах срібло перебуває, переважно, у вигляді наночастинок, незначну частку також займає кластерне срібло. За технологією одержання МВ для вилучення останніх із екструдатів суміші полімерів МВ відмивають від матричного полімеру екстрагуванням етанолом в апараті Сокслета впродовж тривалого часу.

Для прояву бактерицидності одержаних МВ важливо, щоб у них збереглися, не вимилися та не

окислилися, наночастинки срібла. Тому важливу інформацію дають спектрофотометричні дослідження МВ, одержаних із потрійних екструдатів ПП/СПА/(Ag/Al₂O₃) із різним вмістом Ag/Al₂O₃. Спектри відбиття зразків МВ, одержаних із відповідних екструдатів, по відношенню до зразків МВ, одержаних із суміші ПП/СПА, наведено на рис. 1, г. З рисунка видно, що для спектрів усіх зразків характерна смуга за 275 нм, яка вказує на те, що МВ, вилучені з екструдатів, містять кластерне срібло. Причому смуга відбиття, що відповідає плазмонному резонансу, присутня у спектрах для МВ у всьому діапазоні концентрацій Ag/Al₂O₃: від 0,05 до 0,5 мас. %. Присутність срібла у нанорозмірному стані у поліпропіленових МВ є важливим фактором для створення полімерних тонковолокнистих фільтрів.

Висновки

Встановлено вплив концентрації комбінованої нанодисперсної добавки срібло/глинозем на закономірності течії розплаву суміші поліпропілен/співполіамід. Залежність величини розбухання і в'язкості розплавів від вмісту Ag/Al₂O₃ має екстремальний характер: мінімальна в'язкість і максимальна еластичність характерні для суміші, що містить 0,05 мас. %. Здатність до повздовжнього деформування розплавів трикомпонентних сумішей зменшується, але вона є достатньою для переробки наповнених розплавів на існуючому технологічному обладнанні.

Методом ДТА показано, що нанодисперсна добавка в інтервалі низьких концентрацій позитивно впливає на формування кристалічної структури композитних екструдатів: зростає температура початку кристалізації і ступінь кристалічності та розширюється температурний інтервал кристалізації. Знайдено, що срібло у вихідній добавці Ag/Al₂O₃ розподілено, переважно, у вигляді кластерів та наночастинок до 20 нм, в екструдатах з потрійних сумішей – переважно, у вигляді наночастинок, що засвідчує про можливе агрегування утворень срібла в процесі екструзії розплаву. У вилучених із потрійних екструдатів поліпропіленових мікроволоконнах срібло перебуває, переважно, у кластерному стані. Наявність срібла в поліпропіленових мікроволоконнах є важливим для створення бактерицидних тонковолокнистих фільтрів.

Дзюбенко Л.С. - кандидат хімічних наук, старший науковий співробітник;

Сап'яненко О. О. - молодший науковий співробітник;

Горбик П.П. - доктор фізико-математичних наук, професор, головний науковий співробітник;

Цебренько І.О. - кандидат технічних наук;

Резанова Н. М. - кандидат технічних наук, старший науковий співробітник;

Мельник І.А. - кандидат технічних наук, старший науковий співробітник.

- [1] K. Zairyo, Eng. Materials 54(5), 89 (2006).
- [2] A.S. Nair, T. Pradeep, J.Nanosci Nanotechnol. 7(6), 1871 (2007).
- [3] Ivanov A.P., Sorbcionnyj material s baktericidnymi svojstvami na osnove oksida aljuminija. Patent RF 2254163, 7 B01J20/08, B01J20/02, B01J20/06., 2005. 20. 06.
- [4] P.A. Glubish, V.M. Irklej, Ju.Ja. Klejner, N.M. Rezanova, M.V. Cebrenko, S.M. Kerner, V.D. Omel'chenko, Ju.T. Turchanenko, Visokotehnologichni, konkurentospromozhni i ekologichnoorientovani voloknisti materiali ta virobi z nih (Aristej, Kiïv, 2007).
- [5] Novejshie metody issledovanija polimerov. Pod red. B. Ki. Per. s angl. (Mir, Moskva, 1966).
- [6] V.V. Brjuhanov, Izvestija KGTU, Kaliningrad, 23, 117 (2011).
- [7] A.L. Rogach, V.N. Hvaljuk, V.S. Gurin, Kolloidnyj zhurnal 56(12), 276 (1994).
- [8] Ju.S Lipatov., A.E. Nesterov, T.D. Ignatova Vysokomolekul. soed. 24(3), 549 (1982).
- [9] M.V. Cebrenko, N.M. Rezanova, I.A. Mel'nik, G.P. Danilova, L.S. Dzubenko, Vseukr. Konferencija z mizhnarod. uchastju «Himija, fizika ta tehnologija poverhni (Kiïv, 2013), s. 173.
- [10] O.O. Sap'janenko, M.V. Cebrenko, Є.P. Kuvaeva, P.P. Gorbik, O.O. Chujko, Nanosistemi, nanomateriali, nanotehnologii 4(1), 189 (2006).

L.S. Dzubenko¹, O.O. Sapyanenko¹, P.P. Gorbyk¹, I.O. Tsebrenko²,
N.M. Rezanova², I.A. Mel'nyk²

The Influence of Nanodispersed Silver/Alumina Addition on the Rheological Properties of Melts and Phase Transitions in Polypropylene/Copolyamide Blends

¹*O.O. Chuiko Institute for Surface Chemistry of NAS of Ukraine, 17, Generala Naumova Str., 03164, Kyiv-164; e-mail: ryash@i.ua,*

²*Kyiv National University for Technologies and Design, 2, Nemyrovycha-Danchenko Str., 01011, Kyiv-11, e-mail: mfibers@ukr.net*

There is concentration influence of nanodispersed silver/alumina addition combined on appropriatenesses of polypropylene/copolyamide mixture melt flow studied. There are dependences of swelling and viscosity from Ag/Al₂O₃ concentration of extremal nature: the minimal viscosity and maximal elasticity are characteristic both for blend, containing 0.05% mass. of addition. It is shown, using DTA technique, that addition in low temperature range having positive influence on crystal structure forming of composite extrudates. It is founded, that silver in initial position distributed, mainly, in the cluster and nanoparticles (up to 20 nm) forms, and, mainly, in the extrudates of treble blends, as nanoparticle form. Mainly, the silver in polypropylene microfibers removed from treble extrudates, in cluster form founded. There is presence of silver in polypropylene microfibers, which is important for creation of bactericidal thin-fibrous filters.

Key words: polypropylene/copolyamide blend; polypropylene/copolyamide mixture; nanodisperse addition; silver; alumina; extrudates; polypropylene microfibers.