

УДК 677-19.001.5

РЕЗАНОВА Н. М., САД А. Ю.

Київський національний університет технологій та дизайну

ВПЛИВ НАНОНАПОВНЮВАЧА НА РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ РОЗПЛАВІВ ПОЛІМЕРІВ ТА ЇХ СУМІШЕЙ

Мета. Дослідження впливу добавок нанорозмірного оксиду алюмінію на закономірності течії розплавів поліпропілену (ПП) та суміші ПП/співполіамід (СПА).

Методика. Суміші одержували попереднім введенням нанонаповнювача в розплав ПП з подальшим змішуванням гранул зі СПА на черв'ячно-дисковому екструдері. В'язкість (η) розплавів досліджували методом капілярної віскозиметрії, а еластичність – за величиною рівноважного розбухання екструдатів. Здатність розплавів до поздовжньої деформації оцінювали максимальним ступенем витяжки.

Результати. Встановлено, що ефективна в'язкість і здатність до поздовжньої деформації розплаву ПП очікувано зростають, а еластичність – зменшується в усьому дослідженому діапазоні концентрацій нанодобавки. Введення наночастинок Al_2O_3 в суміш ПП/СПА зумовлює зменшення η розплаву. За вмісту наповнювача в композиції 0,1 мас. % має місце так званий ефект малих добавок: в'язкість зростає до максимального значення. Показано, що модифіковані системи характеризуються підвищеною еластичністю і прядомістю, що обумовлено зміною процесів структуроутворення ПП в матриці СПА під дією нанодобавки.

Наукова новизна. Зменшення в'язкості розплавів нанонаповнених композицій, порівняно з вихідними компонентами, свідчить про зміну механізму їх течії – перехід від переміщення сегментів макромолекул полімерів в потоці до стратифікованого (пошарового) руху окремих фаз.

Практична значимість. Встановлені закономірності течії нанонаповнених сумішей сприятимуть правильному вибору технологічних параметрів їх переробки, а також можуть бути використані при модернізації існуючого та проектуванні нового технологічного обладнання.

Ключові слова: полімери, суміші, нанодобавка, в'язкість, еластичність

Вступ. Одним із простих та ефективних методів створення матеріалів з унікальними властивостями без синтезу нових полімерів є їх змішування та введення нанонаповнювачів. На сьогодні пріоритетною є розробка нового класу полімерних наповнених композитів, в яких компонент дисперсної фази за течії утворює мікро- або нанofібрили в матриці іншого компоненту [1-3]. Композити з діаметрами (d) волокон (10-100) мкм називаються мікрофібрилярними (MFC), а з $d = (100-1000)$ нм – нанofібрилярними (NFC) [1]. При цьому має місце самоармування, що спрощує виробництво, у порівнянні з традиційним наповненням полімерів волокнами, а ефект модифікації значно вищий. Утворення фібрил компонентом дисперсної фази в дисперсійному середовищі *in situ* є також одним із методів одержання надтонких волокон та нових волокнистих матеріалів шляхом екстракції матричного полімеру із MFC та NFC. Так, біодеградабельний волокнистий матеріал медичного призначення із фібрил полімолочної кислоти (ПМК) з розмірами від 400 нм до 1 мкм отримали переробкою суміші ПМК/полівініловий спирт складу 40/60 мас. % [4]. Важливим чинником при створенні вказаної морфології в сумішах полімерів є відповідний ступінь сумісності компонентів. Підвищенню взаємодії між фазами та вдосконаленню матрично-фібрилярної структури сприяє введення в суміш третього компоненту – нанонаповнювача або компатибілізатора [2-7]. Так, переробкою розплавів нанонаповнених сумішей поліпропілен/співполіамід у композиційні мононитки і плівки з подальшим видаленням СПА водним розчином етилового спирту були одержані комплексні нитки з

високою питомою поверхнею і гігієнічними властивостями на рівні натуральних волокон [5,6] та прецизійні фільтрувальні матеріали [7].

Постановка завдання. Особливістю переробки полімерних систем є необхідність переведення їх у в'язко-текучий стан та надання розплаву чи розчину необхідної форми з подальшим охолодженням і затвердінням виробу. Проте полімерні рідини характеризуються рядом специфічних особливостей, що не дозволяє використати закономірності класичної науки про течію низькомолекулярних речовин для їх опису. Так, в основі гідромеханіки лежить модель в'язкої рідини Ньютона, згідно з якою напруга зсуву (τ) є прямо пропорційною швидкості деформації ($\dot{\gamma}$): $\tau = \eta \dot{\gamma}$, де коефіцієнт пропорційності η називають в'язкістю. Для розплавів високомолекулярних сполук характерною є так звана аномалія в'язкості, тобто відхилення від вказаного закону Ньютона, яка пов'язана з внутрішньою надмолекулярною структурою розплавів полімерів. Характер течії таких систем підпорядковується ступеневому закону: $\tau = \eta \dot{\gamma}^n$, де n – ступінь відхилення від ньютонівської течії. Наповнення полімерів дисперсними наночастинками, як правило, супроводжується підвищенням η системи. В той же час для розплавів термопластів з невеликими добавками На-монтмориллону і детонаційних алмазів встановлено ефект зниження в'язкості [8]. Незважаючи на велику кількість публікацій щодо течії розплавів полімерів, модифікованих нанодобавками, наші знання в цій галузі недостатні. Нанонаповнені полімерні суміші є ще більш складними об'єктами для дослідження. На сьогодні формування виробів із полімерів здійснюється методами екструзії і лиття під тиском. З огляду на це, доцільним є вивчення реологічної поведінки вихідних та модифікованих розплавів полімерів з метою встановлення основних закономірностей їх течії як чинника, що впливає на технологічні параметри переробки.

Мета роботи – дослідження впливу концентрації нанорозмірного оксиду алюмінію на закономірності течії розплавів ПП та суміші ПП/СПА.

Результати та їх обговорення. Дослідження проведені з використанням термодинамічно несумісної суміші поліпропілен/співполіамід складу 30/70 мас. %. Як дисперсну фазу вибрали ізотактичний поліпропілен марки А-7 (ТУ 6-05-1756-78), а як дисперсійне середовище – спирторозчинний співполіамід (співполімер капролактаму і гексаметиленадипінату у співвідношенні 50:50) марки ПА-6/66 (ОСТ 6-05-438-78). Вихідні полімери мають близькі температури плавлення – 169 і 170 °С відповідно. Модифікацію суміші здійснювали за допомогою оксиду алюмінію (Al_2O_3) з питомою поверхнею 109 м²/г. Концентрація (С) нанодобавки в суміші складала (0,1÷3,0) мас. % від маси поліпропілену. Змішування полімерів та введення оксиду здійснювали за допомогою комбінованого черв'ячно-дискового екструдера марки ЛГП-25. Нанодобавку попередньо вводили в розплав ПП, а потім одержані гранули ПП/ Al_2O_3 змішували зі СПА. В'язкість розплавів визначали методом капілярної віскозиметрії за допомогою мікровіскозиметра МВ-2 в діапазоні напруг зсуву $\tau = (0,1 \div 5,7) \cdot 10^4$ Па за температури 190 °С. Режим течії розраховували як тангенс кута нахилу дотичної до осі абсцис у даній точці кривої течії. Еластичні властивості оцінювали за величиною розбухання «В» екструдатів, відпалених за методикою [9]. Здатність розплавів до поздовжньої деформації характеризували величиною максимального ступеня витяжки, який визначали як відношення швидкості прийому струменя до лінійної швидкості розплаву у фільтрі (F_{max}).

Однією із важливих властивостей полімерних систем у в'язко-текучому стані є ефективна в'язкість. Для індивідуальних полімерів вона залежить від таких чинників, як хімічна природа, просторова структура молекулярного ланцюга, молекулярна маса, молекулярно-масовий розподіл, умови деформування тощо. Виконані дослідження показали, що вихідні полімери є типовими неньютонівськими рідинами. При цьому вплив швидкості деформації на ефективну в'язкість співполіаміду значно менший, ніж поліпропілену, про що свідчить величина показника «n», який характеризує ступінь відхилення від ньютонівського механізму течії (таблиця).

Таблиця.

Реологічні властивості розплавів вихідних полімерів та їх суміші

Назва зразка	В'язкість, Па·с *	Режим течії	Розбухання екструдату*	Ступінь витяжки*, %
ПП	260	2,1	2,0	18000
СПА	740	1,2	1,4	54100
ПП/СПА	160	1,7	5,1	9600

* за напруги зсуву $5,7 \cdot 10^4$ Па

Дані таблиці свідчать, що додавання до співполіаміду поліпропілену з меншою в'язкістю зумовлює закономірне зниження η розплаву композиції, проте це падіння набагато більше, ніж адитивне її значення. Різке зменшення η розплаву сумішей можна пояснити двофазністю системи та зміною структури розплаву.

Термодинамічно несумісні суміші полімерів можна розглядати як особливий клас колоїдних систем типу "полімер в полімері". Їх специфічність полягає в утворенні між двома компонентами суміші міжфазного перехідного шару, властивості якого відрізняються від аналогічних характеристик розплавів полімерів в об'ємі. Нанонаповнені розплави – це суспензії, для яких слід враховувати можливість взаємодії наночастинок (НЧ) між собою, а також з функціональними групами макромолекул полімеру. При цьому для сумішей полімерів важливе значення має можливість вибіркової локалізації наночастинок в одній із фаз або на межі їх поділу. Виконані дослідження показали, що введення НЧ оксиду алюмінію порізнному впливає на реологічні властивості розплаву вихідного поліпропілену та суміші ПП/СПА (рис. 1).

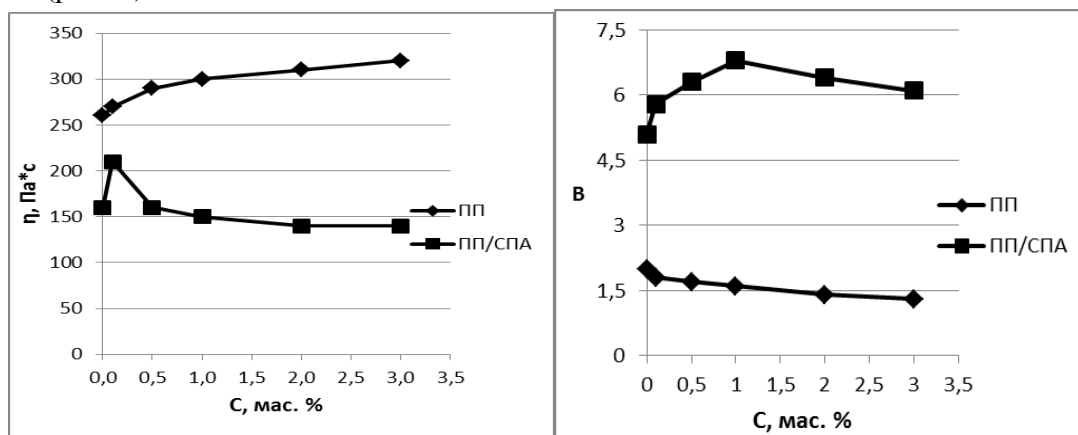


Рис. 1. Вплив концентрації нанодобавки Al₂O₃ на в'язкість розплавів (а) та на розбухання екструдатів (б)

В'язкість розплаву ПП несуттєво зростає в усьому діапазоні концентрацій Al_2O_3 (рис. 1а). Відомо, що високі величини в'язкості мають місце, коли наповнювач активно взаємодіє з макромолекулами полімерної матриці. Для розплаву ПП з добавками оксиду алюмінію η підвищується за рахунок ефекту наповнення розплаву твердою речовиною, оскільки неполярний поліпропілен не взаємодіє з полярними частинками оксиду. Введення нанодобавок в суміш не змінює встановлену закономірність – в'язкість розплавів нанонаповнених систем також падає у порівнянні з η вихідних ПП і СПА (рис. 1а, табл.). При цьому залежність $\eta = f(C)$ має складний характер – за вмісту Al_2O_3 0,1 мас. % величина в'язкості досягає максимального значення, а потім зменшується в усьому дослідженому діапазоні концентрацій оксиду. Встановлена екстремальна залежність в'язкості – склад за вмісту нанонаповнювача 0,1 мас. % може бути пов'язана з ефектом малих добавок, яку автори [10] пояснюють зміною термодинамічних параметрів системи, в першу чергу, термодинамічною сумісністю чи несумісністю компонентів на межі поділу фаз. Різка падіння в'язкості свідчить про зміну механізму течії розплаву композиції – перехід від переміщення сегментів макромолекул полімеру в потоці до стратифікованого (пошарового) руху окремих компонентів. Виділення одного із інгредієнтів в окрему фазу відбувається під дією зсувових і розтягувальних напруг: краплі дисперсної фази втрачають сферичну форму, деформуються в напрямку течії і зливаються з утворенням рідких струменів. Однією з причин зниження в'язкості може бути ковзання компонентів по поверхні поділу фаз внаслідок їх несумісності. По-друге, для реалізації течії суміші з деформівними частинками потрібен менший перепад тисків (що відповідає меншій в'язкості розплаву), ніж за течії індивідуальних полімерів [11]. Зниження в'язкості є важливим і з практичної точки зору, оскільки полегшує переробку сумішей.

В зоні виходу в'язко-пружного розплаву полімеру із формувального отвору з будь-яким профілем має місце явище розбухання : співвідношення діаметрів екструдату і каналу є більшим за одиницю. Зростання поперечного перетину струменю є функцією швидкості зсуву та не узгоджується з класичною механікою низькомолекулярних рідин. Основною причиною цього є накопичення високоеластичних деформацій макромолекулами полімерів і елементами структур компоненту дисперсної фази в матриці з подальшою їх релаксацією по виході із каналу. Відомо, що ці деформації релаксують не миттєво, а впродовж певного часу. Опосередковано їх можна оцінити за показником рівноважного розбухання екструдатів, відпалених у вільному стані [9]. Результати досліджень свідчать, що при введенні наночастинок Al_2O_3 в розплав поліпропілену рівноважні величини «В» зменшуються з ростом вмісту нанодобавки, залишаючись вищими, ніж у вихідного ПП (рис. 1 б). Встановлене зниження пружності розплаву пояснюється обмеженням рухливості ланцюгів макромолекул наночастинок. Значний ріст розбухання екструдатів бі- та трикомпонентних сумішей пов'язаний з деформацією і орієнтацією в напрямку течії як сегментів макромолекул в кожній фазі, так і особливо структур дисперсної фази (рис. 1б), які є новими релаксуючими елементами, характерними тільки для двофазних систем. Максимальний ступінь анізотропії досягається, коли дисперсна фаза утворює рідкі струмені (мікрОВОлокна) безперервної довжини. Як видно із рис. 1б, величини розбухання трикомпонентних композицій більше, ніж на 30 % перевищують аналогічний показник для вихідної суміші. Залежність $V = f$ (вміст Al_2O_3) носить екстремальний характер. Максимум відповідає суміші ПП/СПА/ Al_2O_3 складу

30/70/1 мас. %. Одержані результати можна пояснити утворенням фібрил ПП в матриці СПА та покращенням волокнуутворення в присутності нанодобавки, оскільки відомо, що показник «В» досягає максимальних значень, коли мікрОВОлокна є єдиним типом структури в екструдаті, а їх діаметри мінімальні [5-7].

Формування волокон і плівок – це процес одноосного розтягу розплаву. Відомо, що рідини можуть розтягуватися тільки за умови, що їх поздовжня в'язкість більша, ніж зсувова. Для низькомолекулярних речовин характеристикою здатності до розтягу є так звана трутонівська в'язкість, яка дорівнює потрійній зсувовій в'язкості. Високомолекулярні рідини є набагато складнішими, оскільки за їх поздовжньої течії накопичуються пружні деформації. Важливою технологічною характеристикою розплавів полімерів та їх сумішей, яка свідчить про волокнуутворюючі властивості, є показник максимального ступеня витяжки F_{\max} : чим вища його допустима величина, тим краща здатність матеріалу до переробки або прядомість системи. Одержані результати свідчать, що величина поздовжньої деформації розплавів вихідної та нанонаповнених сумішей різко падає порівняно з F_{\max} вихідних компонентів (табл., рис. 2).

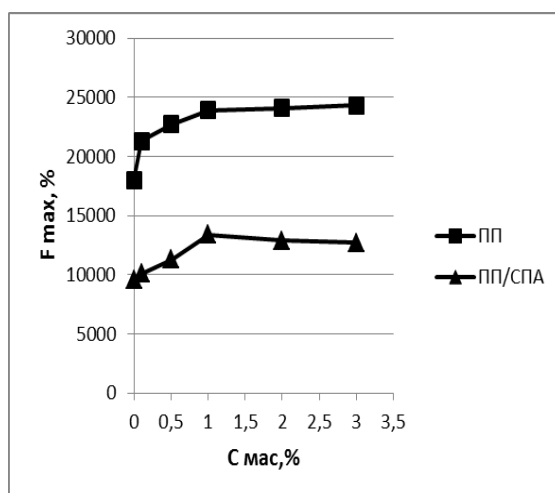


Рис.2. Залежність величини максимального ступеня витяжки струменя розплаву від концентрації нанодобавки Al_2O_3

Мінімальну прядомість має розплав ПП/СПА, що обумовлено несумісністю полімерів та слабкою взаємодією між макромолекулами на межі поділу фаз. Введення нанодобавки в кількості (0,1÷3,0) мас. % супроводжується ростом F_{\max} , що може бути пов'язано з утворенням мікрофібрил ПП в матриці СПА. Відомо, що анізотропні структури збільшують здатність розплаву до поздовжньої деформації [11]. Прядомість розплаву поліпропілену, наповненого твердими наночастинками добавки, зростає, що можна пояснити зміною процесів його кристалізації та утворенням більш досконалої надмолекулярної структури.

Висновки. Встановлено, що наночастинки оксиду алюмінію суттєво впливають на реологічні властивості і здатність до переробки розплаву ПП та суміші ПП/СПА. Введення нанодобавки в розплав поліпропілену зумовлює зростання в'язкості і здатності до поздовжньої деформації та зменшення еластичності завдяки ефекту наповнення. В той же час для композицій ПП/СПА/ Al_2O_3 має місце зниження в'язкості та підвищення еластичності

і прядомості розплавів, що може бути пов'язано з виділенням ПП в окрему фазу у вигляді анізотропних структур. Екстремальна залежність величини розбухання від вмісту оксиду алюмінію опосередковано свідчить про вдосконалення процесу волокнуутворення ПП в матриці СПА під дією наночастинок. В практичному аспекті зменшення в'язкості та підвищення здатності до поздовжньої деформації трикомпонентних систем сприятиме полегшенню їх переробки. Подальші дослідження щодо впливу нанорозмірного оксиду алюмінію на фазову морфологію суміші ПП/СПА дозволять створити нові тонковолокнисті матеріали з покращеними характеристиками.

Література

1. Thomas S., Mishra R., Kalarikka N. Micro and nano fibrillar composites (mfcs and nfcs) from polymer blends. – Woodhead Publishing, 2017 – 372 p.
2. Utraki I.a., Wilkie C.A. Polymer blends handbook. London: Springer New York Heidelberg Dordrecht. – 2014. – 2373 p.
3. Muralisrinivasan, N. S. Polymer Blends and Composites: Chemistry and Technology. John Wiley & Sons. – 2017. – 571 p.
4. Tran N. H. A, Brüning, H., Landwehr M.A., Vogel R., Heinrich G. Controlling micro- and nanofibrillar morphology of polymer blends in low-speed melt spinning process. Part II: Influences of extrusion rate on morphological changes of PLA/PVA through a capillary die // J. Appl. Polym. Sci. – 2016. – № 133. – P.442-573.
5. Rezanova N.M., Plavan V.P., Rezanova V.G., Bohatyryov V.M. Regularities of producing of nano-filled polypropylene microfibers / N.M. // Vlakna a Textil. – 2016. - №4. – P. 3-8.
6. Rezanova N.M., Rezanova V.G., Plavan V.P. and O.O. Viltaniuk. The Influence of Nano-Additives on the Formation of Matrix-Fibrillar Structure in the Polymer Mixture Melts and on the properties of Complex threads // Vlakna a Textil. – 2017. – №2. – P. 37-42.
7. Резанова Н.М., Будащ Ю.О., Плаван В.П. Інноваційні волокна, нитки та системи. – К.: КНУТД. – 2017. – 240 с.
8. Герасин В.А., Антипов Е.М., Карбушев В.В., Куличихин В.Г., Тальрозе Р.В., Кудравцев Я.В. Новые подходы к созданию гибридных полимерных нанокмпозитов: от конструкционных материалов к высокотехнологичным применениям // Успехи химии. – 2013. – Т. 82, № 4. – С. 303-332.
9. Utracki L., Bakerdjiane Z., Kamal M. A method for the measurement of the true die swell of polymer melts // J. Appl. Polymer Sci. – 1975. – Vol. 19, №2. – P.481 - 501.
10. Липатов Ю.С., Нестеров А.Е., Игнатова Т.Д.

References

1. Thomas S., Mishra R., Kalarikka N. Micro and nano fibrillar composites (mfcs and nfcs) from polymer blends. – Woodhead Publishing, 2017 – 372 p.
2. Utraki I.a., Wilkie C.A. Polymer blends handbook. London: Springer New York Heidelberg Dordrecht. – 2014. – 2373 p.
3. Muralisrinivasan, N. S. Polymer Blends and Composites: Chemistry and Technology. John Wiley & Sons. – 2017. – 571 p.
4. Tran N. H. A, Brüning, H., Landwehr M.A., Vogel R., Heinrich G. Controlling micro- and nanofibrillar morphology of polymer blends in low-speed melt spinning process. Part II: Influences of extrusion rate on morphological changes of PLA/PVA through a capillary die // J. Appl. Polym. Sci. – 2016. – № 133. – R.442-573.
5. Rezanova N.M., Plavan V.P., Rezanova V.G., Bohatyryov V.M. Regularities of producing of nano-filled polypropylene microfibers / N.M. // Vlakna a Textil. – 2016. - №4. – R. 3-8.
6. Rezanova N.M., Rezanova V.G., Plavan V.P. and O.O. Viltaniuk. The Influence of Nano-Additives on the Formation of Matrix-Fibrillar Structure in the Polymer Mixture Melts and on the properties of Complex threads // Vlakna a Textil. – 2017. – №2. – R. 37-42.
7. Rezanova N.M., Budash Yu.O., Plavan V.P. Yinnovatsyiyni volokna, nytky ta systemy. – K.: KNUTD. – 2017. – 240 s.
8. Gerasin V.A., Antipov Y.M., Karbushev V.V., Kulichikhin V.G., Talroze R.V., Kudryavtsev Ya.V. *Novye podkhody k sozdaniyu gibridnykh polimernykh nanokompozitov: ot konstruktsionnykh materialov k vysokotekhnologichnym primeneniyyam* // Uspekhi khimii. – 2013. – Т. 82, № 4. – S. 303-332. [in Russian]
9. Utracki L., Bakerdjiane Z., Kamal M. A method for the measurement of the true die swell of polymer melts // J. Appl. Polymer Sci. – 1975. – Vol. 19, №2. – P.481 - 501.
10. Lipatov Yu.S., Nesterov A.Y., Ignatova T.D.

Термодинамические и реологические свойства расплавов смесей полимеров // Высокомолекул. соед. – Сер. А. – 1982. – Т. 24, № 3. – С. 549–554.

11. Polymer Blends / Ed. by Paul D.R., Bucknall C.B. – New York: John Wiley & Sons, Inc. – 2000, V.1. – 618 p.

Termodinamicheskie i reologicheskie svoystva rasplavov smesej polimerov // Vysokomolekul. soedin. – Ser. A. – 1982. – Т. 24, № 3. – С. 549–554.

11. Polymer Blends / Ed. by Paul D.R., Bucknall C.B. – New York: John Wiley & Sons, Inc. – 2000, V.1. – 618 p.

REZANOVA NATALIA

mfibers@ukr.net

ResearcherID: 6603468432

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7956-3767>

Department of Applied Ecology, Technology of Polymers and Chemical Fibers of the Kyiv National University of Technology and Design

SAD ALYONA

alona.sad.2014@mail.ru

Kyiv National University of Technology and Design, Department of Applied Ecology, Technology of Polymers and Chemical Fibers

ВЛИЯНИЕ НАНОПОЛНИТЕЛЯ НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАСПЛАВОВ ПОЛИМЕРОВ И ИХ СМЕСЕЙ РЕЗАНОВА Н.М., САД А.Ю.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Исследование влияния добавок наноразмерного оксида алюминия на закономерности течения расплавов полипропилена (ПП) и смеси ПП/сополиамид(СПА).

Методика. Смеси получали предварительным введением нанополнителя в расплав ПП с дальнейшим смешением гранул с СПА на червячно-дисковом экструдере. Вязкость (η) расплавов исследовали методом капиллярной вискозиметрии, а эластичность – по величине равновесного разбухания экструдатов. Способность расплавов к продольной деформации оценивали максимальной степенью вытяжки.

Результаты. Установлено, что эффективная вязкость и способность к продольной деформации расплава ПП ожидаемо возрастают, а эластичность – уменьшается во всем исследованном диапазоне концентраций нанодобавки. Введение наночастиц Al_2O_3 в смесь ПП/СПА обуславливает снижение η расплава. При содержании наполнителя 0,1 масс. % имеет место так называемый эффект малых добавок: вязкость растет до максимальной величины. Показано, что модифицированные системы характеризуются повышенными эластичностью и прядомостью, что связано со сменой процессов структурообразования ПП в матрице СПА под действием нанодобавки.

Научная новизна. Уменьшение вязкости расплавов нанонаполненных композиций, в сравнении с исходными компонентами, свидетельствует об изменении механизма их течения – переход от перемещения сегментов макромолекул полимеров в потоке к стратифицированному (послойному) движению отдельных фаз.

Практическое значение. Установленные закономерности течения нанонаполненных смесей будут способствовать правильному выбору технологических параметров их переработки, а также могут быть использованы при модернизации существующего и проектировании нового технологического оборудования.

Ключевые слова: полимеры, смеси, нанодобавка, вязкость, эластичность.

**THE INFLUENCE OF NANO-FILLER ON RHEOLOGICAL PROPERTIES OF
POLYMER MELTS AND BLENDS
REZANOVA N. M., SAD A. Y.**

Kyiv National University of Technologies and Design

Purpose. Studying the influence of additives of nano-sized aluminium oxide on the patterns of Polypropylene (PP) and mixture PP/CPA (copolyamide) melt flow.

Methodology. The mixtures were obtained by the prior injection of the nano-filler to the PP melt with the further mixing of granula with CPA on the worm-disk extruder. Viscosity (η) of melts was examined by the method of capillary viscometry and the elasticity was studied by value of extrudate equilibrium swelling. The melts ability to longitudinal deformation was evaluated by the maximum stretch rating.

Findings. It was established that effective viscosity and ability to longitudinal deformation of PP melt expectedly increase, while elasticity decreases in all the range of the nano-additives concentration. The injection of nano-particles Al_2O_3 into the PP/CPA mixture preconditions the decrease of the melt viscosity. In the content of additive in 0,1 weight % the so-called effect of small additives takes place, meaning that the viscosity reaches the maximum value. It was shown that modified systems are characterized with the increased elasticity and spinning value, which is connected with the change of the processes of structure-formation of PP in CPA matrix under the influence of the nano-additive.

Originality. The decrease of viscosity of melts of nano-filled compositions in comparison to original elements bears evidence of the modification of the mechanism of their flow, meaning the transition from the move of segments of macromolecules in the flow to the stratified (layer-by-layer) move of separate phases.

Practical value. The established patterns of nano-filled mixtures flow will contribute to the right choice of technological parameters of their processing, as well as they may be used in the process of modernizing the existing technological equipment and designing the new one.

Key words: polymers, mixtures, nano-additive, viscosity, elasticity.