

УДК 678.742

Рецензент:  
Будащ Ю.О. — к.т.н., доцент кафедри прикладної екології, технології полімерів та хімічних волокон Київського національного університету технологій та дизайну

**О.О. Слепцов** — аспірант, Київський національний університет технологій та дизайну (КНУТД)

**Б.М. Савченко** — д.т.н., доцент, КНУТД

**Н.В. Сова** — к.т.н., ст. викладач, КНУТД

**Я.А. Куриптя** — аспірант, КНУТД

## ФУНКЦІОНАЛІЗОВАНИЙ ПОЛІЕТИЛЕН. ЗАСТОСУВАННЯ ДЛЯ МОДИФІКАЦІЇ НАПОВНЕНИХ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙ

*Розглянуті результати досліджень впливу функціоналізованих поліолефінів на фізико-механічні властивості наповнених поліетиленових композицій у вигляді плівок, отриманих рукавним способом, із вмістом наповнювача 30,0% мас. Визначений оптимальний вміст малеїнізованого поліетилену для отримання композицій з максимальними значеннями міцності та відносного видовження під час розтягування.*

*Рассмотрены результаты исследований влияния функционализированных полиолефинов на физико-механические свойства наполненных полиэтиленовых композиций в виде пленок, полученных рукавным способом, с содержанием наполнителя 30% масс. Определено оптимальное содержание малеинизированного полиэтилена для получения композиций с максимальными значениями прочности и относительного удлинения при растяжении.*

Поліолефіни — високомолекулярні сполуки, що утворюються під час полімеризації або кополімеризації ненасичених вуглеводнів. Найбільш відомі їх представники — поліетилен (ПЕ) і поліпропілен (ПП). За масштабом промислового виробництва і широтою областей застосування (плівки і волокна, електроізоляційні покриття та ін.) поліолефіни не мають собі рівних серед термопластичних матеріалів.

ПЕ характеризується високим ступенем кристалічності, що обумовлює достатню механічну міцність, високими діелектричними показниками, стійкістю до дії агресивних речовин. Однак він має низьку адгезію до металевих та інших поверхонь. Для підвищення адгезії в макромолекули ПЕ кополімеризацією вводять полярні групи, що дає можливість істотно розширити область його застосування [1].

Малеїнізовані кополімери ПЕ (МКПЕ) — найбільш поширені функціональні підсилювачі адгезії. Великою перевагою малеїнізованих зв'язуючих агентів є те, що вони посилюють міцність і жорсткість наповнених композицій за рахунок підвищення адгезії між наповнювачем та матеріалом. Також вони виступають модифікаторами ударної міцності, яка значно підвищується (до двох-трьох разів) у порівнянні з немодифікованим матеріалом.

Досліджували вплив МКПЕ в кількості до 25,0% мас. на механічні властивості наповне-

них поліетиленових композицій у вигляді плівок, отриманих рукавним способом, із вмістом наповнювача — 30,0% мас. Як наповнювач було використано крейду марки ANDCARB CT-1 та воластоніт марки Wollastonite FW 325 9 (табл. 1).

МКПЕ отримували за допомогою реакційної екструзії, оскільки екструдер є ідеальним ректором, у якому можна чітко контролювати вихідні параметри реакції, такі як поступове зростання температури, тиск, дозування, ступінь змішування та час перебування матеріалу в зоні перебігу реакції. Змішування в процесі реакційної екструзії розширює можливості регулювання параметрів фазової структури багатоконпонентних систем. Функціоналізація ПЕ проходила в двошнековому екструдері з параметрами:  $D=22$  мм,  $L/D=44$ . Порошковий ПЕ попередньо змішували з 2,0% мас. ініціатора — дикумілпероксиду (ДКП) у високошвидкісному міксері за температури  $90$  °С протягом 5 хв. До отриманої суміші в міксер на швидкості 1500 об/хв додавали 2,5% мас. малеїнового ангідриду (МА) і змішували її протягом 10 хв. Отриману трикомпонентну систему піддавали екструзії за  $130$ – $160$  °С з отриманням гранул, які потім промивали ацетоном, фільтрували та висушували у вакуумі для видалення непрореагованого малеїнового ангідриду [3]. Кількість привитою МА в отриманому продукті становила 1,06% мас. Механізм процесу отримання МКПЕ наведений на рис. 1.

Визначення механічних властивостей зразків (табл. 2) здійснювалося за ГОСТ 14236-81

Таблиця 1

## Характеристика наповнювачів

Показники	Вид наповнювача		
	Крейда марки ANDCARB CT-1	Крейда марки ANDCARB CT-2	Воластоніт марки Wollastonite FW 325
Вміст CaCO <sub>3</sub> , %		99,55	–
Вміст CaO, %		–	44,0±0,5
Вміст SiO <sub>2</sub> , %		–	53,0±0,8
Густина, г/см <sup>3</sup>		2,7	2,94
Твердість, Mohs		3	4,5
Білизна (L), %		98,5	>87,5
Середній діаметр частинок, мкм	1	4	<13
Відношення L:D частинок		–	3:1

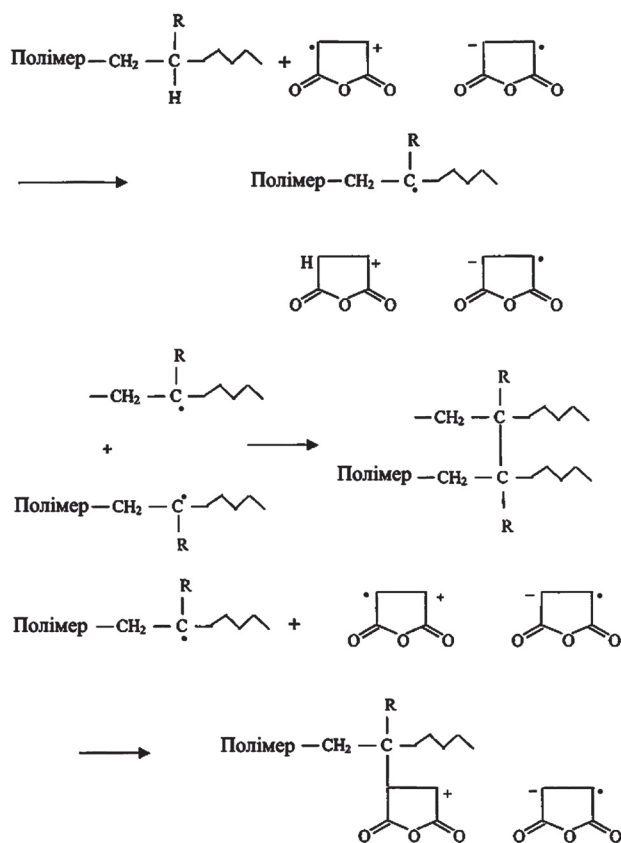


Рис. 1. Механізм процесу отримання малеїнізованого кополімеру на основі поліолефінів

на розривній машині IP 5040–5 (ГОСТ 7855-84), яка призначена для лабораторних випробувань пластмас на розтягування, стиснення, згинання. Похибка вимірювання міцності під час розривання — ±4%, а відносного видовження — ±2%.

Вміст МКПЕ в кількості 2,5% мас. вже суттєво збільшує міцність під час розривання наповнених композицій (рис. 2–3). Оптимальний вміст МКПЕ для системи ПЕ + крейда складає 10,0% мас., а для ПЕ + воластоніт — 5,0% мас., оскільки

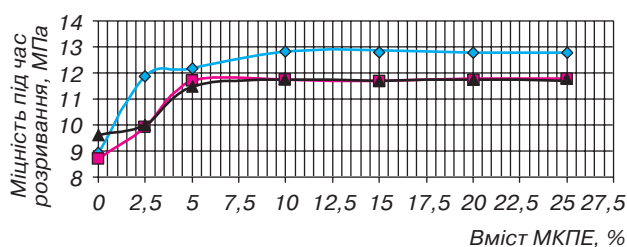


Рис. 2. Залежність міцності під час розривання від вмісту МКПЕ в наповненій композиції: —◆— ПЕ + крейда 1 мкм; —▲— ПЕ + воластоніт; —■— ПЕ + крейда >3 мкм

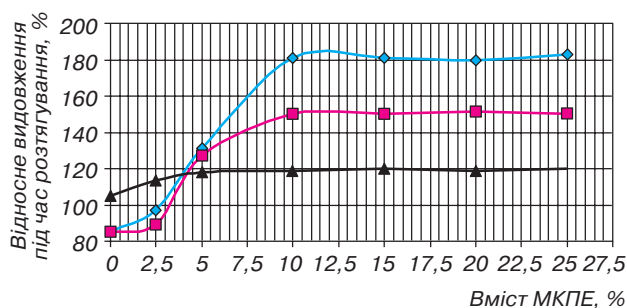


Рис. 3. Залежність відносного видовження під час розтягування від вмісту МКПЕ в наповненій композиції: —◆— ПЕ + крейда 1 мкм; —▲— ПЕ + воластоніт; —■— ПЕ + крейда >3 мкм

воластоніт за своєю природою має волокнисту форму частинок і сам частково виступає модифікатором міцності для наповненої системи.

Отже, введення в склад наповнених систем функціоналізованих поліолефінів дозволяє підвищити їх міцність під час розривання та розширити галузі застосування. Покращання механічних властивостей наповнених поліолефінів спостерігається за рахунок збільшення адгезії між наповнювачем та полімерною матрицею. Максимальне підвищення фізико-механічних властивостей досягається в разі введення 10% мас. МКПЕ для композицій, на-

Таблиця 2

## Механічні властивості дослідних зразків

Вміст МКПЕ, %	ПЕ + крейда 1 мкм		ПЕ + крейда 3–5 мкм		ПЕ + воластоніт	
	Міцність під час розривання, МПа	Відносне видовження під час розтягання, %	Міцність під час розривання, МПа	Відносне видовження під час розтягання, %	Міцність під час розривання, МПа	Відносне видовження під час розтягання, %
0	8,9	85,0	8,7	85,0	9,6	105,0
2,5	11,8	97,3	9,9	89,0	10,0	113,6
5,0	12,1	131,2	11,7	127,1	11,5	118,0
10,0	12,8	180,8	11,7	150,1	11,6	119,0
15,0	12,8	180,9	11,7	150,1	11,7	120,0
20,0	12,8	180,0	11,8	151,5	11,7	119,5
25,0	12,8	183,2	11,8	150,0	11,7	120,0

повнених крейдою, та 5% мас. — для композицій, наповнених воластонітом. Очевидно, саме в разі такого вмісту МКПЕ повністю покриває всю поверхню наповнювача. Характер зміни фізико-механічних властивостей наповнених поліолефінових композицій у разі додавання МКПЕ значно залежить від розмірів наповнювача. Під час збільшення питомої поверхні наповнювача покращуються фізико-механічні властивості наповнених композицій за рахунок зростання контакту МКПЕ з наповнювачем.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Hohenbeiger W.* Füllstoffe und Verstärkungsmittel / *W. Hohenbeiger* // *Kunststoffe*. — 1999. — Vol. 89. — № 7. — S. 101.
2. *Ho R.M., Su A.C., Wu C.H., Chen S.* Functionalization of polypropylene via melt mixing / *R.M. Ho, A.C. Su, C.H. Wu, S. Chen* // *Polymer*. — 1993. — Vol. 34. — № 15. — P. 3264–3269.
3. *Cha J., White J.L.* Maleic anhydride modification of polyolefin in an internal mixer and a twin-screw extruder: Experiment and kinetic model / *J. Cha, J.L. White* // *Polym. Eng. Sci.* — 2001. — Vol. 41. — № 7. — P. 1227–1237.
4. Modification of polyethylene by reactive extrusion [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://dyuthi.cusat.ac.in/xmlui/bitstream/handle/purl/2299/Dyuthi-0591.pdf?sequence=1>

Стаття надійшла до редакції 05.06.2015 р.

## ШАНОВНІ КОЛЕГИ!

**ДП “Черкаський НДІТЕХІМ” пропонує Вашій увазі  
найновіші кон’юнктурно-аналітичні огляди:  
Ринок метанолу країн СНД:  
аналіз поточної ситуації та перспективи розвитку**

*Кон’юнктурно-аналітичний огляд 2015 р.*

*Ціна — 3600 грн (з ПДВ)*

*Розробник: Соколенко Л.М.*

*Тел./факс: 8 (0472)37-41-65*

Основні розділи огляду: оцінка сучасного стану та прогноз світового виробництва метанолу, поточної ситуації на світовому ринку метанолу і прогнози розвитку в середньостроковій перспективі; перспективи споживчої конфігурації світового ринку метанолу; перспективи основних ринкових регіонів; цінова кон’юнктура світового ринку; оцінка поточного стану, можливостей і перспектив розвитку виробництва метанолу в СНД; ринок метанолу в країнах СНД — поточний стан та короткостроковий прогноз.

*E-mail: niitehim@uch.net. Вебсайт: <http://niitehim.ck.ua>*