

УДК 678.7

НОВАК Д. С., БЕЙКО Н. М., САЙТАРЛИ С. В.

Київський національний університет технологій та дизайну

### ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМОЕЛАСТОПЛАСТІВ НА ОСНОВІ СУМІШЕЙ ПОЛІПРОПІЛЕНУ З ЕЛАСТОМЕРОМ

**Мета.** Одержати термоеластомерні матеріали на основі сумішей поліпропілену з пропілен-октенблоксополімером «Vistamaxx 6102» й дослідити вплив вмісту еластомеру на їх реологічні і фізико-механічні властивості.

**Методика.** Значення показників текучості розплаву, ударної в'язкості, межі міцності та відносного видовження при розтягуванні композицій визначено за стандартними методиками.

**Результати.** Визначено залежності показників текучості розплаву, ударної в'язкості, межі міцності та відносного видовження при розтягуванні композицій від вмісту еластомеру.

**Наукова новизна.** Встановлено, що збільшення вмісту еластомеру в діапазоні від 0 до 30 % призводить до монотонного підвищення ударної в'язкості композицій на основі сумішей поліпропілену з еластомером і монотонного зниження їх межі міцності та відносного видовження при поперечному розтягуванні. Збільшення вмісту еластомеру в діапазоні від 0 до 15 % не призводить до зміння показника текучості розплаву. Також незмінним є значення відносного видовження при повздовжньому розтягуванні при вмісті еластомеру від 0 до 25 %. Подальше збільшення вмісту еластомеру до 30 % призводить до значного зменшення цих показників.

**Практична значимість.** Отримані дані можуть бути застосовані при виборі раціонального складу термоеластопластів на основі сумішей поліпропілену з пропілен-октенблоксополімером «Vistamaxx 6102» із заданими реологічними та фізико-механічними властивостями.

**Ключові слова:** властивості, еластомер, композиція, поліпропілен, термоеластопласт.

**Вступ.** На сучасному етапі розвитку полімерних матеріалів велика увага приділяється створенню композицій, які одночасно проявляли б властивості термопластів та еластомерів, так званих термоеластопластів (ТЕП). Термоеластоласти можна переробляти як методами, звичайними для термопластів (лиття під тиском, екструзія), так і методами, характерними для еластомерів – вальцюванням, каландруванням. На відміну від каучуку, ТЕП переробляються в гумові вироби, минаючи стадію вулканізації. При цьому можлива багаторазова повторна переробка відходів при виготовленні виробів. ТЕПи поєднують властивості вулканізованих каучуків при нормальній і низькій температурах, з властивостями термопластів при 120-200 ° С [1-3]. Галузі використання ТЕП досить різноманітні: виробництво герметиків та ущільнювачів для машинобудування і будівельної індустрії, виробництво шлангів, мембран, кабельної ізоляції, взуттєвих підошв, кровельних матеріалів, конвеєрних стрічок, медичних товарів, термоклеїв, основ для килимових покриттів, герметизуючих шарів для соекструдованих плівок. Високий рівень фізико-механічних та пласто-еластичних властивостей робить термоеластоласти перспективними матеріалами для виготовлення промислових і побутових виробів [4-6].

Для виготовлення ТЕП можуть використовуватись синтетичні каучуки: бутадієнстірольний (БСК), хлоропреновий (ГПК); бутадієн-нітрильний (БНК); етіленпропілен-дієновий (ЕПДК), кремнійорганічний (силіконовий або силіконових) (КК), фторкаучук (ФК), а правильний вибір його типу і марки в значній мірі визначає термін експлуатації виробу. Виходячи з економічної та екологічної точки зору, часткова заміна первинних компонентів ТЕП вторинною сировиною є дуже важливою. Головною задачею

при отриманні такої композиції є забезпечення сумісності між наповнювачем та полімером, яка значною мірою визначає рівень експлуатаційних властивостей ТЕП. Це залежить від цілого ряду причин: марки каучуку, типу полімерної матриці, ступеня наповнення композиції, природи модифікатора, методу отримання суміші тощо [5, 6].

#### **Постановка завдання.**

Мета роботи – одержати термоеластомерні матеріали на основі сумішей поліпропілену з пропілен-октенблоксополімером «Vistamaxx 6102» й дослідити вплив вмісту еластомеру на їх реологічні і фізико-механічні властивості. Для досягнення поставленої в даній роботі мети необхідно було визначити залежності показника текучості розплаву (ПТР), ударної в'язкості, межі міцності та відносного видовження при розтягуванні композицій на основі сумішей поліпропілену з пропілен-октенблоксополімером «Vistamaxx 6102» від вмісту еластомеру.

**Результати дослідження.** Для дослідження було обрано поліпропілен (ПП) марки 21020, який на відміну від інших поліолефінів, особливо поліетилену (ПЕ) та сополімерів етилену, є більш легким, жорстким та прозорим полімером, має блиск та високі механічні властивості (найкраща міцність при вигині серед термопластів) [7, 8].

Як еластомер використали пропілен-октенблоксополімер «Vistamaxx 6102», який є напівкристалічним сополімером пропілену та етилену. Використання даного наповнювача в композиції з ПП обумовлено досягненням більшої ударної міцності та еластичності в порівнянні з чистим ПП [9, 10].

Змішування компонентів композиції здійснювали на лабораторному змішувачі. Після змішування суміш потрапляла до черв'ячного екструдера ЧП 25X20, а потім, виходячи з формуючої головки у вигляді стренг, надходила до водяної ванни охолодження (температура води 50-70 °С). На вихідній частині ванни було встановлено вентилятор для обдуву стренг та видалення з їх поверхні вологи. Готова стренга потрапляла на намотувальний пристрій, де намотувалася на барабан.

Після виготовлення зразки композиції направлялися на дослідження реологічних та фізико-механічних властивостей. Дослідження ПТР здійснювали за ГОСТ 11645-73 на приладі "ИИРТ" при температурі 230 °С та масі наважки 2,16 кг.

Визначення ударної в'язкості базується на визначенні кількості роботи, необхідної для руйнування зразка, який вільно лежить на двох опорах, при випробуванні його на вигин ударним навантаженням. Для випробування використовували маятниковий копер жорсткої конструкції. Випробування проводили за ГОСТ 4647-80 при температурі 23±2 °С і відносній вологості 50±5 %.

Залежності ПТР та ударної в'язкості композицій на основі сумішей ПП з «Vistamaxx» від вмісту еластомеру показано на рис. 1.

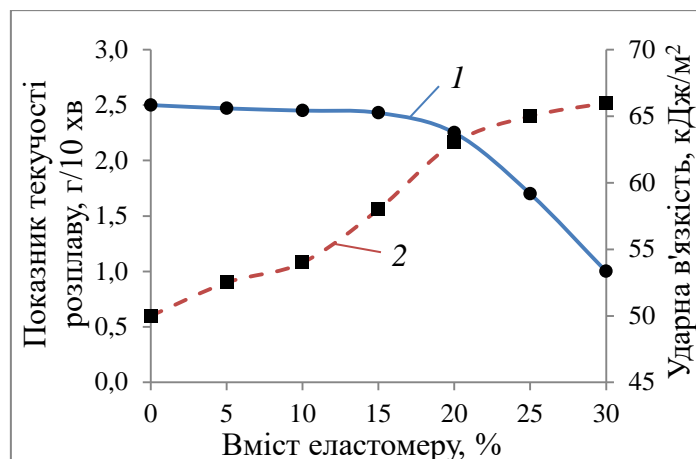


Рис. 1. Залежності ПТР (1) та ударної в'язкості (2) для композицій від вмісту еластомеру

Із наведених залежностей випливає, що при вмісті еластомеру до 15 % значення ПТР є практично сталим, а при подальшому збільшенні вмісту еластомеру різко зменшується від 2,45 до 1,05 г/10 хв. При збільшенні вмісту еластомеру зменшується вміст здатного до в'язкої течії термопласта, що призводить до зниження значень ПТР.

Одержані експериментальні дані наглядно ілюструють тенденцію зростання показника ударної в'язкості при введенні до ПП еластомеру. Для композиції з вмістом еластомеру 30 % значення ударної в'язкості становить 66 кДж/м<sup>2</sup>, тобто спостерігається зростання ударної в'язкості у 1,3 рази порівняно з чистим полімером. Це можна пояснити утворенням еластомерної фази, яка здатна розсіювати енергію удару, тим самим зменшуючи крихкість вихідного полімеру.

Залежності межі міцності при розтягуванні та відносного видовження зразків композицій на основі сумішей ПП з «Vistamaxx» від вмісту еластомеру показано на рис. 2. Відносне видовження при поздовжньому розтягуванні зразків композицій на основі сумішей ПП з «Vistamaxx» при вмісті еластомеру менше 25 % знаходиться на рівні 410 %, при збільшенні наповнення до 30 % спостерігається різке зниження відносного видовження до 350 %.

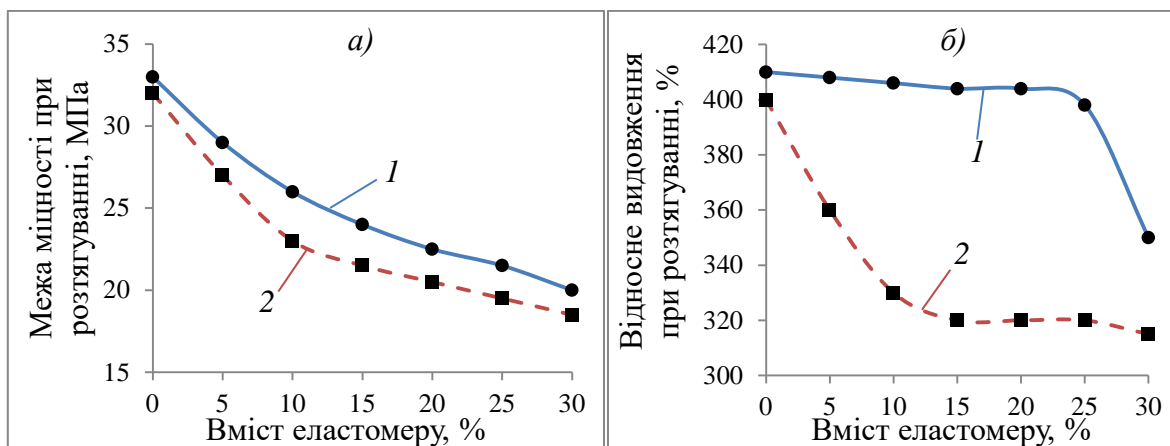


Рис. 2. Залежності межі міцності (а) та відносного видовження (б) при розтягуванні зразків композицій від вмісту еластомеру (1 - вздовж, 2 - поперек)

Відносне видовження при поперечному розтягуванні зразків композицій зі збільшенням вмісту еластомеру до 15 % зменшується від 400 до 320 %. При подальшому збільшенні вмісту до 30 % цей показник незначно зменшується (до 315 %).

**Висновки.** Визначено залежності реологічних і фізико-механічних властивостей композицій на основі сумішей поліпропілену з пропілен-октенблоксополімером «Vistamaxx 6102» від вмісту еластомеру. Встановлено, що збільшення вмісту еластомеру до 30 % призводить до монотонного підвищення ударної в'язкості, монотонного зниження межі міцності та відносного видовження при поперечному розтягуванні досліджуваних зразків. Збільшення вмісту еластомеру до 15 % не призводить до змінення показника текучості розплаву. Також незмінним є значення відносного видовження при розтягуванні у повздожньому напрямку при вмісті еластомеру до 25 %. Подальше збільшення вмісту еластомеру до 30 % призводить до значного зменшення значень цих показників.

Отримані результати експериментальних досліджень можуть бути застосовані при виборі раціонального складу термоеластоластів на основі сумішей поліпропілену з пропілен-октенблоксополімером «Vistamaxx 6102» із заданими реологічними та фізико-механічними властивостями.

#### Література

1. Полімерні композити на основі термоластів та дисперсної гумової крихти / В. Д. Мишак, В. Є. Лебедев, А. В. Баранцова та ін. // Полімерний журнал. – 2006. – №3. – С. 246-254.
2. Использование гидрированных эластомеров в смесевых и динамических термоэластопластах / Д. Н. Земский, В. П. Иванов, Ю. М. Казаков и др. // Каучук и резина. – 2005. – №2. – С. 27-29.
3. Євдокименко Н. М. Полімерні суміші та композити: монографія / Н. М. Євдокименко, М. В. Бурмістр, Ю. Ш. Ващенко, Ю. Л. Котов. – Дніпропетровськ : УДХТУ, 2003. – 223 с.
4. Термические и физико-механические свойства термопластичных эластомеров на основе вторичного полиэтилена и резиновой крошки / Е. П. Мамуня, И. Н. Бей, А. Л. Толстов и др. // Полімерний журнал. – 2005. – №2. – С. 117-122.
5. Модификация резиновой крошки для использования в композициях резинопластов / В. П. Бойко, В. В. Агеева, Л. В. Ермольчук и др. // Полімерний Журнал. – 2007. – №2. – С. 137-142.
6. Моисеев В. В. Термоэластоласты / В. В. Моисеев. – М.: Химия, 1985. – 184 с.
7. Изучение свойств полипропилена, модифицированного этиленпропиленовыми каучуками / Маунг Тве Тин, Д. В. Болеева, И. Ю. Мамонова и др. // Пластические массы. – 2007. – №2. –

#### References

1. Myshak V. D., Lebediev V. Ie., Barantsova A. V. (2006) *Polimerni kompozyty na osnovi termoplastiv ta dyspersnoi humovoi krykhty* [Polymer composites based on thermoplastics and dispersed rubber crumb] / ta in. // *Polimernyi zhurnal*. no.3. P. 246-254. [in Ukrainian].
2. Zemskiy D. N., Ivanov V. P., Kazakov Yu. M. (2005) *Ispol'zovanie gidrirovannykh elastomerov v smesevykh i dinamicheskikh termoelastoplastakh* [The usage of hydrogenated elastomers in the mixed and dynamic thermoplastic elastomers] *Kauchuk i rezina*. No. 2. P. 27-29. [in Russian].
3. Yevdokymenko N. M., Burmistr M. V., Vashchenko Iu. Sh., Kotov Iu. L. (2003) *Polimerni sumishi ta kompozyty. Monohrafiia*. [Polymer blends and composites. Monograph.] Dnipropetrovsk : UDKhTU,. 223 p. [in Ukrainian].
4. Mamunya E. P., Bey I. N., Tolstov A. L. (2005) *Termicheskie i fiziko-mekhanicheskie svoystva termoplastichnykh elastomerov na osnove vtorichnogo polietilena i rezinovoy kroszki* [Thermal and physical-mechanical properties of thermoplastic elastomers based on recycled polyethylene and rubber crumb] *Polimernyi zhurnal*. No.2. P. 117-122. [in Russian].
5. Boyko V. P., Ageeva V. V., Ermol'chuk L. V. (2007) *Modifikatsiya rezinovoy kroszki dlya ispol'zovaniya v kompozitsiyakh rezinoplastov* [Modification of rubber crumb for use in rubber moldings] *Polimernyy Zhurnal*. No. 2. P. 137-142. [in Russian].
6. Moiseev V. V. (1985) *Termoelastoplasty* [Thermoplastic elastomers] M. : Khimiya, 1985. 184 p. [in Russian].
7. Maung Tve Tin, D. V. Boleeva, I. Yu. Mamonova. (2007) *Izuchenie svoystv polipropilena, modifitsirovannogo*

С. 36-39.

8. Влияние отходов резины на свойства ПП композиций / Б. М. Савченко, В. М. Гриненко, А. В. Пахаренко и др. // Пластические массы. – 2007. – №1. – С. 31-33.

9. Пахаренко В. А. Переработка полимерных композиционных материалов / В. А. Пахаренко, Р. А. Яковлева, А. В. Пахаренко. – К. : Воля, 2006. – 552 с.

10. Данилова-Волковская Г. М. Исследование свойств полипропилена модифицированного эластомерами / Г. М. Данилова-Волковская // Пластические массы. – 2005. – №5. – С. 31-34.

*etilenpropilenovymi kauchukami* [The study of the properties of polypropylene modified by ethylene-propylene rubbers] *Plasticheskie massy*. No.2. P. 36-39. [in Russian].

8. Savchenko B. M., Grinen'ko V. M., Pakharenko A. V. (2007) *Vliyanie otkhodov reziny na svoystva PP kompozitsiy* [The effect of rubber wastes on the properties of PP compositions] *Plasticheskie massy*. No.1. P. 31-33. [in Russian].

9. Pakharenko V. A., Yakovleva R. A., Pakharenko A. V. (2006) *Pererabotka polimernykh kompozitsionnykh materialov* [The processing of polymer composite materials] / К. : Volya, 552 p. [in Russian].

10. Danilova-Volkovskaya G. M. (2005) *Issledovanie svoystv polipropilena modifitsirovannogo elastomerami* [Research of properties of polypropylene modified by elastomers] *Plasticheskie massy*. No.5. P. 31-34. [in Russian].

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОЭЛАСТОПЛАСТОВ НА ОСНОВЕ СМЕСЕЙ ПОЛИПРОПИЛЕНА С ЭЛАСТОМЕРОМ

НОВАК Д. С., БЕЙКО Н. Н., САЙТАРЛЫ С. В.

*Киевский национальный университет технологий и дизайна*

**Цель.** Получить термоэластомерные материалы на основе смеси полипропилена с пропилен-октенблосополимером «Vistamaxx 6102» и исследовать влияние содержания эластомера на их реологические и физико-механические свойства.

**Методика.** Значения показателей текучести расплава, ударной вязкости, предела прочности и относительного удлинения при растяжении композиций определены по стандартным методикам.

**Результаты.** Определены зависимости показателей текучести расплава, ударной вязкости, предела прочности и относительного удлинения при растяжении композиций от содержания эластомера.

**Научная новизна.** Установлено, что увеличение содержания эластомера в диапазоне от 0 до 30% приводит к монотонному повышению ударной вязкости композиций на основе полипропилена с эластомером и монотонного снижения их предела прочности и относительного удлинения при поперечном растяжении. Увеличение содержания эластомера в диапазоне от 0 до 15% не приводит к изменению показателя текучести расплава. Также неизменным является значение относительного удлинения при продольном растяжении при содержании эластомера от 0 до 25%. Дальнейшее увеличение содержания эластомера до 30% приводит к значительному уменьшению этих показателей.

**Практическая значимость.** Полученные данные могут быть использованы при выборе рационального состава термоэластопластов на основе смеси полипропилена с пропилен-октенблосополимером «Vistamaxx 6102» с заданными реологическими и физико-механическими свойствами.

**Ключевые слова:** свойства, эластомер, композиция, полипропилен, термоэластопласт.

---

---

## RESEARCH OF THERMOPLASTIC ELASTOMERS BASED ON POLYPROPYLENE WITH ELASTOMER

NOVAK D., BEYKO N., SAITARLY S.

*Kyiv National University of Technologies and Design*

**Goal.** *Obtaining of thermoelastomeric materials based on polypropylene with propylene-octene block copolymer «Vistamaxx 6102» blends. Investigating of the elastomer content effect on rheological and physico-mechanical properties of the obtained materials.*

**Methods.** *The values of the melt flow indexes, impact strength, tensile strength and elongation at stretching of the compositions were determined by standard methods.*

**Results.** *The dependences of the melt flow indexes, impact strength, tensile strength and elongation at stretching of compositions on the elastomer content were determined.*

**Scientific novelty.** *It was found that an increase of the elastomer content in the range from 0 to 30% leads to monotonous increase in the toughness of the compositions based on polypropylene with elastomer and to monotonic decrease of their strength and elongation at transverse stretching. An increase of the elastomer content in the range from 0 to 15 % does not lead to a change in the melt flow index. In addition, the value of the relative elongation at longitudinal stretching with elastomer content from 0 to 25 % is unchanged. Further increase of the elastomer content to 30% leads to a significant decrease in these parameters.*

**Practical significance.** *The obtained data can be used to select the rational composition of thermoplastic elastomers based on polypropylene with propylene-octene block copolymer «Vistamaxx 6102» with specified rheological and physico-mechanical properties.*

**Keywords:** *properties, elastomer, composition, polypropylene, thermoplastic elastomer.*