

**УДК 678**

**Андріїв В.І., Березненко Н.М., Новак Д.С.**

**ВИРОБНИЦТВО СТРУМОПРОВІДНИХ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ**

*Київський національний університет технологій та дизайну,*

*Київ,Немировича-Данчинка 2,01011*

**Andriiv V.I., Bereznenko N.M., Novak D.S.**

**PRODUCTION OF CONDUCTIVE POLYMERS**

*Kyiv National University of Technologies and Design,*

*Kyiv, Nemirovich-Danchenko 2,01011*

*Анотація. В роботі розглядається виробництво струмопровідних полімерних матеріалів на основі ПЕВТ марки 16803-070. А також проводиться визначення впливу наповнювачів на реологічні властивості струмопровідних ПЕ композицій. Наведені графіки залежності в'язкості від градієнту, залежність напруження зсуву для ПЕВТ та ПЕ композиції.*

*Ключові слова: ПЕВЕ, ПЕ, градієнт швидкості, реологічні характеристики.*

*Abstract. This paper considers the production of conductive polymeric materials based on HDPE grade 16803-70. And also conducted to determine the effect of fillers rheological properties PE conductive compositions. Plots of the viscosity of the gradient dependence of the shear stress for LDPE and PE composition.*

*Key words: LDPE, PE, velocity gradient, rheological characteristics.*

Для виробництва струмопровідних полімерних матеріалів на основі ПЕВТ марки 16803-070 та наповнювачів – обмідненого графіту, ВНТ, графітізованої сажі та їх сумішей, композиції яких було досліджено в даній роботі і для яких визначено сферу їх застосування в якості антистатичних матеріалів, напівпровідників, екрануючих матеріалів від електромагнітних випромінювань та електропровідних матеріалів, є доцільним застосувати метод

екструзії, який має низку переваг перед іншими методами, такими як пресування, лиття під тиском тощо. Для визначення раціональних параметрів режиму переробки зазначених композицій слід було оцінити вплив наповнювачів на реологічні властивості ПЕ композиції при різних температурах і градієнтах швидкості, а для забезпечення застосування цих матеріалів у визначеній сфері – оцінити їх основні показники пожежної небезпеки.

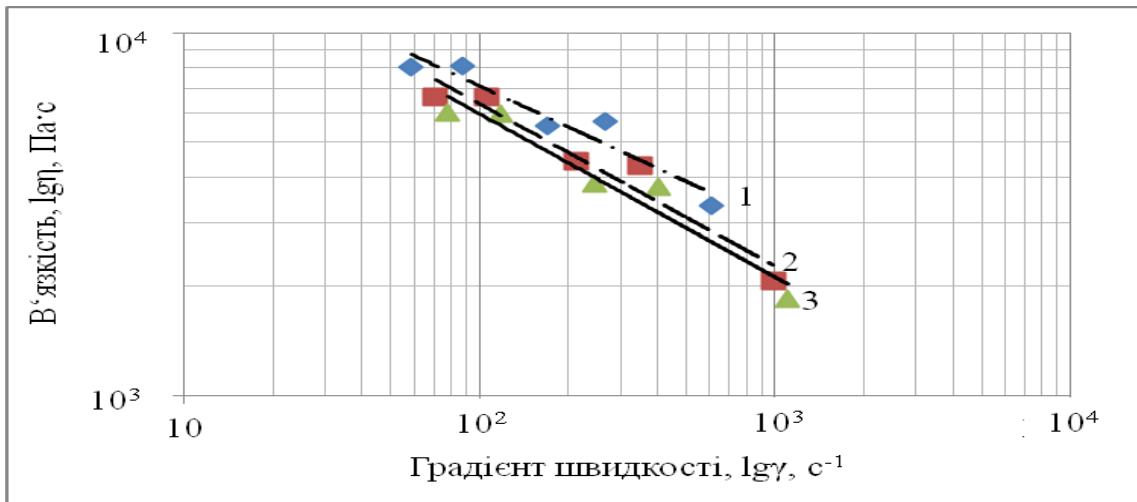
### **Визначення впливу наповнювачів на реологічні властивості струмопровідних ПЕ композицій.**

Для створення раціональних умов формування струмопровідних ПЕ композицій у виробі визначалися реологічні характеристики в певному температурному діапазоні переробки.

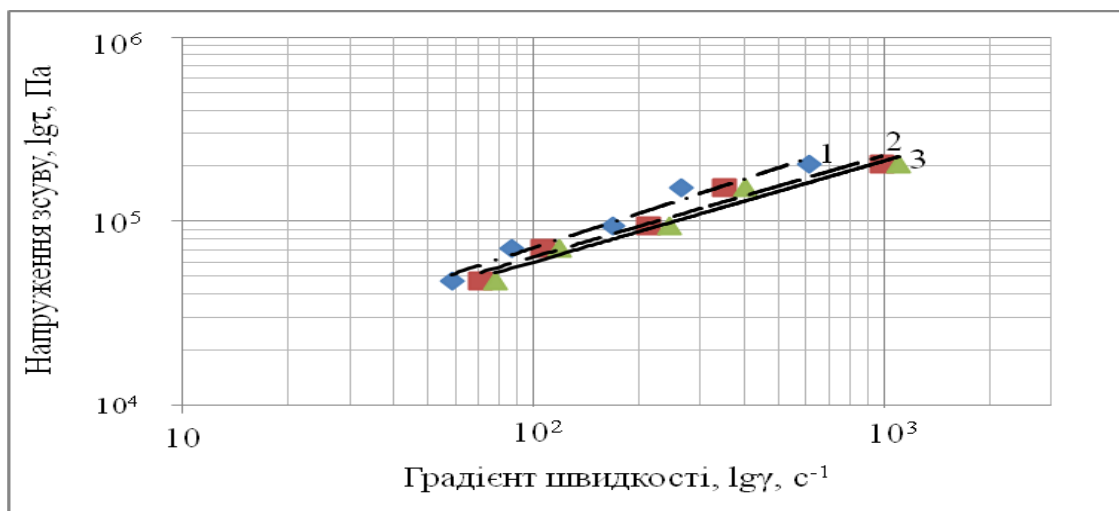
Визначали реологічні характеристики розплаву наповненого полімеру, а саме залежності напруження зсуву та в'язкості від швидкості зсуву при температурах 180, 190 і 200 °С. Реологічні характеристики визначали на модернізованому приладі ИИРТ-М [118], який модифіковано датчиком переміщення та електронним осцилографом для реєстрації експериментальних даних, в діапазоні градієнта швидкості  $50 - 10^3 \text{ c}^{-1}$  з урахуванням вхідного ефекту. Наведені способи виготовлення зразків у вигляді стренг та плівки методом екструзії та промазним методом із струмопровідних композицій з різним вмістом наповнювачів та їх сумішей.

В даному розділі проводиться оцінка впливу наповнювачів на основні реологічні характеристики розплаву, що необхідно для обґрунтування режиму переробки полімерних композицій. Для дослідження обрано ПЕ композицію, наповнену сумішшю обмідненого графіту (25 % мас.) та ВНТ (5 % мас.), яка за результатами досліджень, наведених в третьому розділі даної роботи, має найменше значення питомого об'ємного електричного опору. Для того, щоб визначити, як впливає наповнювач на реологічні характеристики полімеру, ці характеристики визначали для ненаповненого та наповненого полімеру і проводили їх порівняння. Залежності в'язкості розплаву та напруження зсуву в

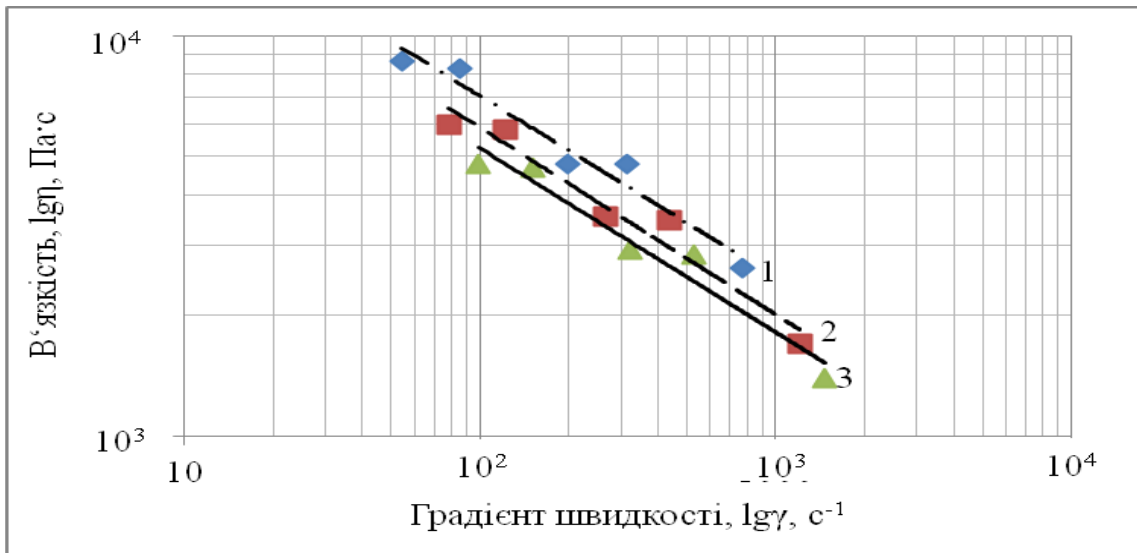
капілярі від градієнта швидкості при температурах 180 °С, 190 °С, 200 °С, отримані для ПЕВТ марки 16803-070 та зазначеної вище композиції, наведено на рис. 1, 2 та на рис. 3, 4 відповідно.



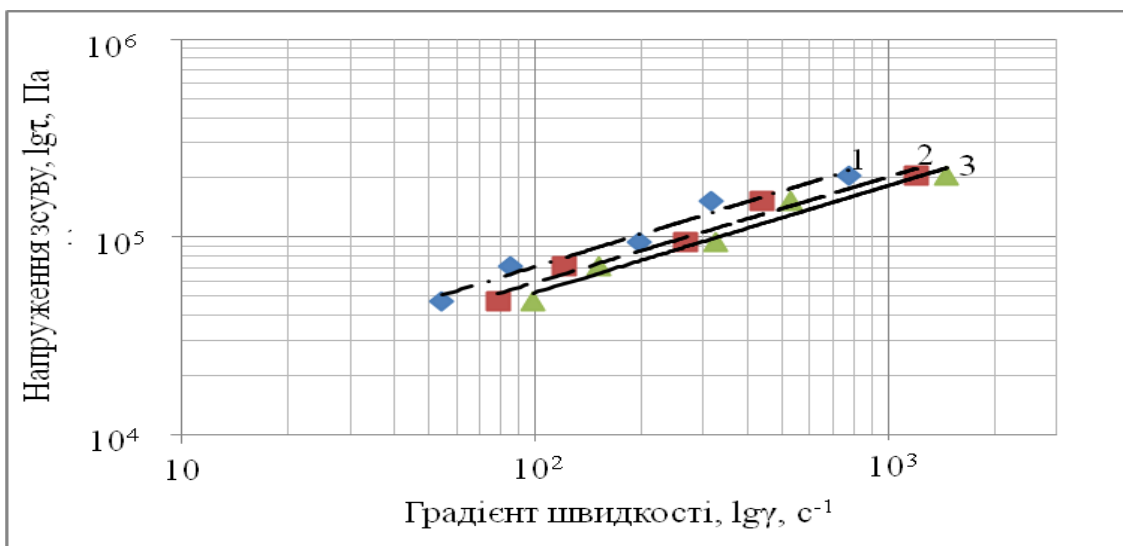
**Рис. 1. Залежність в'язкості від градієнту швидкості для ПЕВТ марки 16803-070 при різних температурах: 1 – 180 °С; 2 – 190 °С; 3 – 200 °С.**



**Рис. 2. Залежність напруження зсуву від градієнту швидкості для ПЕВТ марки 16803-070 при різних температурах: 1 – 180 °С; 2 – 190 °С; 3 – 200 °С.**



**Рис. 3. Залежність в'язкості від градієнту швидкості для ПЕ композиції, наповненої сумішшю обмідненого графіту (25 % мас.) і ВНТ (5 % мас.), при різних температурах: 1 – 180 °С; 2 – 190 °С; 3 – 200 °С.**



**Рис. 4. Залежність напруження зсуву від градієнту швидкості для ПЕ композиції, наповненої сумішшю обмідненого графіту (25 % мас.) і ВНТ (5 % мас.), при різних температурах: 1 – 180 °С; 2 – 190 °С; 3 – 200 °С.**

Наведені криві плинучості мають типовий вигляд, як і для більшості термопластів. При зростанні швидкості зсуву в діапазоні градієнту швидкості від 50 до 1470 с<sup>-1</sup>, в якому відбувається переробка, має місце підвищення напруження зсуву у капілярі внаслідок зменшення опору потоку, а також спостерігається зниження в'язкості. Залежність в'язкості від градієнта швидкості підпорядковується ступеневому закону за рівнянням:

$$\eta = m\dot{\gamma}^{n-1}$$

де  $\eta$  – в'язкість, Па·с;  $m$  – константа (ступінь консистентності розплаву),  $\dot{\gamma}$  – градієнт швидкості,  $\text{с}^{-1}$ ,  $n$  – індекс течії.

Відхилення поведінки полімеру від ньютонівської течії було оцінено ступенем аномалії в'язкої течії, що характеризується індексом течії  $n$ , який визначали як тангенс кута нахилу кривої залежності в'язкості від градієнта швидкості. Значення цього показника для ПЕВТ марки 16803-070 та ПЕ композиції для різних температур наведено в табл.1.

**Таблиця 1.**

**Значення індексу течії для ПЕВТ марки 16803-070 та ПЕ композиції**

Найменування матеріалу	Індекс течії $n$ при температурі ( $^{\circ}\text{C}$ ):		
	180	190	200
ПЕВТ марки 16803-070	0,55	0,56	0,62
ПЕ композиція, наповнена сумішшю обмідненого графіту (25 % мас.) та ВНТ (5 % мас.)	0,53	0,54	0,55

Із аналізу наведених експериментальних даних випливає, що для ПЕВТ марки 16803-070 в діапазоні температури 180 – 200  $^{\circ}\text{C}$  показник  $n$  змінюється в межах 0,550 – 0,623, в'язкість розплаву знаходиться в межах  $1,8 \cdot 10^3$  –  $8 \cdot 10^3$  Па·с при градієнті швидкості від 59 до 1102  $\text{с}^{-1}$ . ПЕ композиція, наповнена сумішшю обмідненого графіту та ВНТ, характеризується зміною показника  $n$  в межах 0,533 – 0,547, в'язкість розплаву знаходиться в межах  $1,4 \cdot 10^3$  –  $8,7 \cdot 10^3$  Па·с при градієнті швидкості від 54 до 1462  $\text{с}^{-1}$ .

Ці відмінності вказують на те, що розплав полімеру в композиції менш в'язкий, ніж розплав ПЕВТ марки 16803-070 за рахунок введення в полімер суміші наповнювачів з обмідненого графіту та ВНТ, яка виконує роль змащувального агента. Отже при переробці ПЕ композицій обладнання буде зазнавати менше навантаження, ніж при переробці ПЕВТ марки 16803-070,

тому доцільно внести зміни в режими та (або) технологію переробки даних полімерних композицій. В даному випадку краще формувати розплав композиції при 200 °С. Отримані криві плинину слід використовувати при розрахунку енергетичних витрат обладнання для переробки пластмас та розрахунку міцнісних характеристик шнеку еструзійного обладнання.

#### Література:

1. Мамуня Є.П., Василенко С.Л., Лебедєв Є.В., Шут М.І. Електричні і адгезійні властивості електропровідних полімерних композицій // Вопросы химии и химической технологи, 2002.– №3.– С. 210-212.
2. Луцейкин Г.А. Методы исследования электрических свойств полимеров.– М.: Химия, 1991.– 158 с.
3. Сажин Б.И., ред. Электрические свойства полимеров. Третье изд.– Л.: Химия, 1986.– 224 с.
4. Луцейкин Г.А. Пластические массы, 2008, №4.– С. 45-51.
5. Луцейкин Г.А., Барштейн Р.С., Джуманбаев Х. Пластические массы, 1977, №7.– С. 26-27.
6. Гуль В.Е., Шенфиль Л.З. Электропроводящие полимерные композиции.– М.: Химия, 1984.– 240 с.
7. Демина В.А. Химия диэлектриков.– М.: 2006.– 243 с.
8. Максанова Л.А., Аюрова О.Ж. Полимерные соединения и их применение: Учебное пособие. –Улан-Удэ: изд. ВСГУТУ, 2004.– 178 с.
9. Суберляк О.В., Скорохода В.Й., Гриценко О.М. // Вопросы химии и хим. Технологии, 2000. –№ 1.– С. 236-238.
10. Гриценко О.М., Гавло І.І., Скорохода В.Й., Суберляк О.В. // Вісн. НУ “Львівська політехніка”. Хімія, технол. речовин та їх застосування, 2001.– № 426.– С. 68-70.
11. Гриценко О. М., Орлова А. М., Скорохода В.Й. // Вісн. НУ “Львівська політехніка”. Хімія, технол. речовин та їх застосування, 2003. –№ 488.– С. 300-303.

12. Лущейкин Г. А. Методы исследования электрических свойств полимеров.– М.: Химия, 1988.– 158 с.

13. Суберляк О.В., Гішак Х.Я., Гриценко О.М., Остапчук А.І. Металовмісні полімерні гідрогелі. Формування в магнітному полі // Хімічна промисловість України, 2009.– №3.– С. 35–38.

14. Mamunya Ye.P., Lebedev E.P. Structure and electrical properties of conductive polymer composites // Тези II Українсько–Польської наук. конф. "Полімери спеціального призначення".– Дніпропетровськ (Україна), 2002.– С. 97.

15. Блайт Э.Р., Блур Д. Электрические свойства полимеров. М.: Физматлит, 2008.– 378 с.

Стаття відправлена: 3.09.2014

© Андріїв В.І., Березненко Н.М., Новак Д.С.