

УДК.541.136

## ОДЕРЖАННЯ ЕЛЕКТРОПРОВІДНОЇ ПОЛІМЕРНОЇ КОМПОЗИЦІЇ МЕТОДОМ ЕКСТРУЗІЇ

Л.В. Сверида, Н.М. Березненко, В.О. Пахаренко

Київський національний університет технологій та дизайну

*Розроблена технологія одержання електропровідної полімерної композиції на основі поліетилену з електропровідними домішками вуглецевих нанотрубок та поліаніліну. Досліджено вплив кількості домішок на електропровідність та питомий електричний опір. Передбачено галузі застосування отриманої композиції.*

**Ключові слова:** електропровідні полімери, вуглецеві нанотрубки, поліанілін, нанокомпозити.

Електропровідні полімери – органічні полімери, які проводять електричний струм. Такі полімери можуть бути як напівпровідниками, так і хорошими провідниками (як метали). Електропровідні полімери поєднують механічні властивості пластмас (гнучкість, міцність, еластичність і т. д.) з високою електропровідністю.

Електропровідні полімери дають змогу забезпечити перехід метал – ізолятор і здійснити процес створення нового покоління матеріалів, яке було назване четвертим поколінням полімерних матеріалів [1], з електричними і оптичними властивостями металів чи напівпровідників. Найбільш важливими областями застосування таких електропровідних сумішей або композитів є антистатичні матеріали [2]. Деякі матеріали, у яких використано політіюфен або поліанілін, вже використовуються у виробництві екранів [3]. Іншим важливим застосуванням електропровідних полімер-полімерних композитів є їхня здатність до поглинання електромагнітного поля, що може бути використано для антирадарного захисту [4]. Перспективним є застосування таких композитів в електротехнічній, електронній, радіотехнічній та інших галузях виробництва для отримання електропровідних адгезивів, герметиків, заливних композицій та антистатичних покриттів на металічних і неметалічних поверхнях.

Електропровідні композити на основі спряжених поліаренів є представниками нового типу композиційних матеріалів, у яких на відміну від традиційних металічних наповнювачів в якості електропровідних компонентів використовуються електропровідні спряжені полімери, зокрема, поліанілін. Інтерес до електропровідних органічних матеріалів в останній час значно виріс, що пов'язано з розвитком нових галузей науки і техніки, зокрема, нанотехнологій, а також з необхідністю зменшення витрат матеріалів [5].

### **Постановка завдання**

*Мета роботи* – розробка кількісного складу електропровідної композиції; дослідження впливу кількості наповнювача на електричні та фізико-механічні властивості; розробка технологічної схеми одержання електропровідної композиції; вибір обладнання та визначення технологічних параметрів одержання електропровідної ПЕ композиції з добавками поліаніліну та вуглецевих нанотрубок.

### **Об'єкти і методи дослідження.**

Вихідними компонентами для проведення досліджень були поліетилен (ПЕ), вуглецеві нанотрубки (ВНТ) та поліанілін (ПАНІ).

ПАНІ – нанокомпозити промислово важливі у зв'язку з додатковими термічною і механічною міцністю, а також завдяки технологічності пропонованих поліанілін – провідних форм. Серед провідних полімерів, ПАНІ популярний завдяки своїй стійкості до навколишнього середовища, простоті і низькій вартості підготовки, унікальним відновлювальним властивостями і високої провідності.

Поліанілін зберігає свої властивості при контакті з атмосферним киснем і вологою [6], здатний накопичувати електричні заряди високої питомої густини [7], може змінювати свій колір в залежності від величини електродного потенціалу [8] та проявляти високу вибіркочувчутливість до аміаку, оксидів азоту, парів аліфатичних спиртів тощо [9-11].

ВНТ – це відомі струмопровідні компоненти. Вони також мають прекрасну теплопровідність, стабільні хімічно, відрізняються надзвичайною механічною міцністю (у 1000 разів міцніше сталі) і, що найдивніше, набувають напівпровідникові властивості при скручуванні або згинанні. Для роботи їм надають форму кільця. Електронні властивості вуглецевих нанотрубок можуть бути як у металів або як в напівпровідників (залежно від орієнтації вуглецевих багатокутників щодо осі трубки), тобто залежать від їх розміру та форми.

Поліетилен – один з найбільш корисних і важливих пластичних матеріалів. Деталі електронних пристроїв, покриття картонних молочних пакетів, пакувальні плівки й іграшки – от далеко не повний перелік того, що роблять з поліетилену.

ПЕ має такі властивості:  $T_{пл} = 108-115^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{ст} =$  нижче  $- 60^{\circ}\text{C}$ , щільність  $0,92-0,94\text{г/см}^3$ , кристалічність низька. Розчинний в ароматичних вуглеводнях тільки при температурі вище  $80^{\circ}\text{C}$ .

Міцність електропровідної композиції визначали на розривній машині РП-50, електропровідність та питомий електричний опір композиції визначали на термометрі Е6-13А, а показник текучості розплаву (ПТР) композиції на вимірювачі індексу розплаву термопластів (ИИРТ).

#### *Результати досліджень та їх обговорення*

В результаті проведених досліджень було отримано наступні залежності впливу кількості наповнювачів на ПТР, міцність, електропровідність та питомий електричний опір. Було розроблено композиції на основі ПЕ з вмістом ВНТ від 5 до 15% та ПАНІ від 5 до 15%. Додавання ВНТ призводить до значного підвищення ПТР, оскільки ВНТ відіграють роль нанодисперсного наповнювача (рис.1). Додавання ПАНІ не призводить до суттєвих змін.

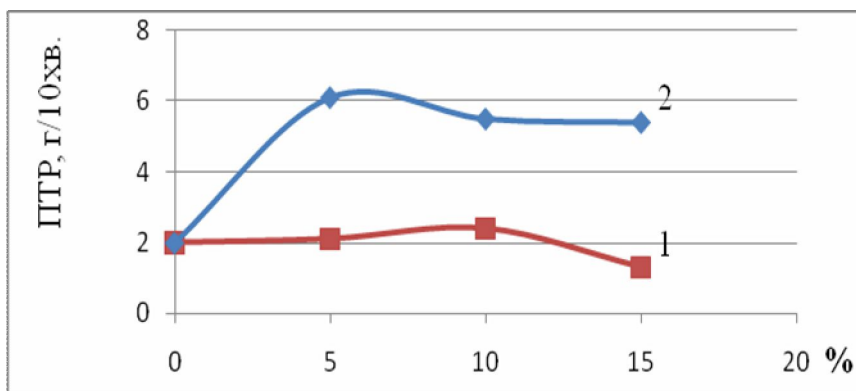


Рис. 1. Залежність ПТР від вмісту електропровідних наповнювачів:

**1-композиція ПЕ+ПАНІ; 2-композиція ПЕ+ВНТ.**

Крім того визначені показники міцності вище згаданих композицій, а саме залежність міцності від вмісту наповнювача (рис. 2.). Графік залежності свідчить про те, що зростання показника міцності спостерігається лише у випадку наповнення поліетилену ВНТ, а при наповненні ПАНІ – цей показник знижується.

В роботі також визначено електропровідні властивості наповнених композицій, а саме електропровідність та питомий об'ємний опір (рис. 3-4). Із графіків видно, що ці показники мають значення знижені при наповненні ПЕ композиції ПАНІ та ВНТ. А це в свою чергу означає, що електропровідність цих композицій набагато підвищується в порівнянні з ненаповненим ПЕ.

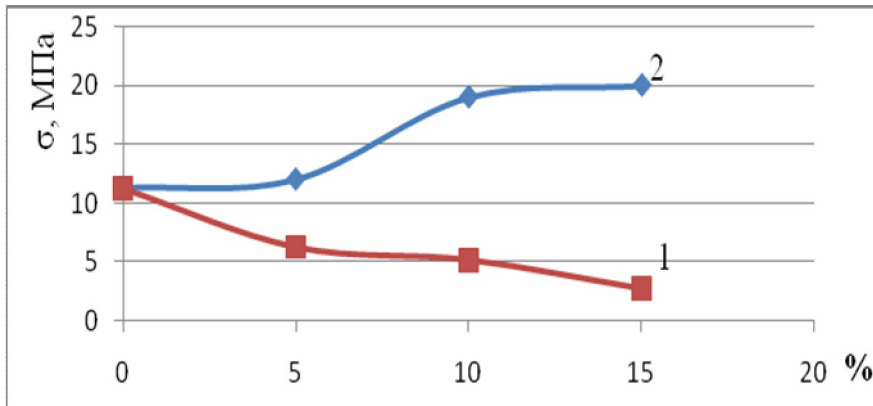


Рис. 2. Залежність міцності від вмісту електропровідних наповнювачів: 1 – композиція ПЕ+ПАНІ; 2 – композиція ПЕ+ВНТ.

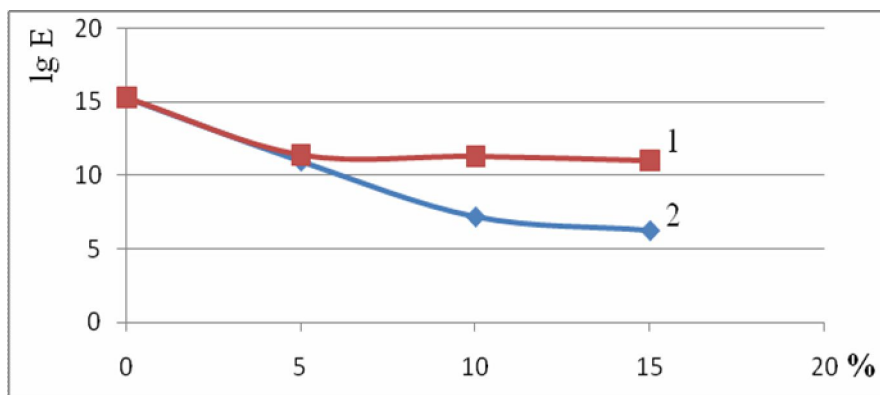


Рис. 3. Залежність логарифму електропровідності від вмісту електропровідних наповнювачів: 1 – композиція ПЕ+ПАНІ; 2 – композиція ПЕ+ВНТ.

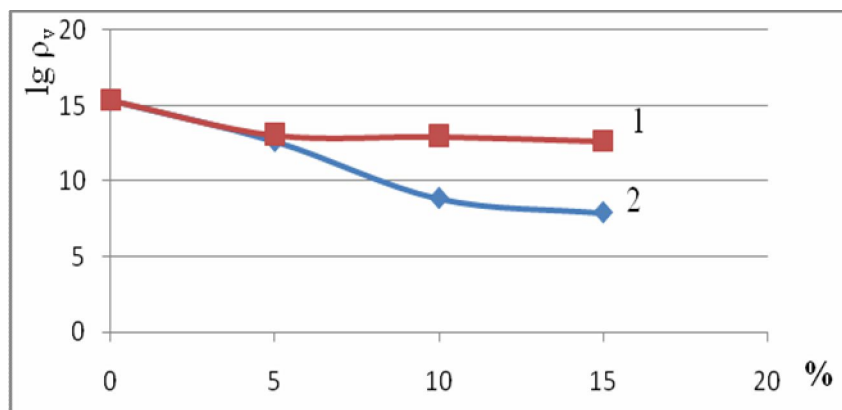


Рис. 4. Залежність логарифму питомого об'ємного опору від кількості електропровідного наповнювача: 1 – композиція ПЕ+ПАНІ; 2 – композиція ПЕ+ВНТ.

Якщо порівнювати з металом, то цей показник для міді становить  $lg E=1,83$ . Це свідчить про доцільність використання такої композиції в промисловості для виготовлення проводів слабкоточного зв'язку.

### **Висновки**

Проведено дослідження, проаналізовано стан питання в галузі одержання електропровідних композицій; розроблено кількісний склад електропровідної композиції; досліджено вплив кількості наповнювача на електричні та фізико-механічні властивості; розроблено технологічну схему одержання електропровідної композиції; вибрано обладнання та визначено технологічні параметри одержання композиції.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Галина Мартинюк. Електропровідні полімери – четверте покоління полімерних матеріалів. // Наукові записи природничо-математичного ліцею «Елітар», 2008. Рівне, С. 116-119.
2. Laska J. Conducting blends of polyaniline with conventional polymers / J. Laska, R. Zak, F. Pron // Proceeding of ICSM'96. – Praha, 1996. – Paper № 3863. – P.117-118.
3. Grosh M. A. Low temperature electrical conductivity of polyaniline - polyvinyl alcohol blends / M. A. Grosh, S. K. Arman, De S. Chatteriee // Solid State Commun. – 1997. – Vol. 103. – №11. – P.629-633.
4. Morita Mitsuyuki. Effects of solvent and electrolyte on the electrochromic behavior and degradation of chemically prepared polyaniline-poly(vinyl alcohol) composite films // Journal Polymer Sciences: Part B. Polymer Physics. – 1994. – Vol. 32. – P.231-242.
5. Аксіментьєва О. І. Електрохімічні методи синтезу та провідність спряжених полімерів / О. І. Аксіментьєва. – Львів: Світ, 1998. – 153 с.
6. Патент № 53159 А Україна. Спосіб одержання струмопровідних полімерних композитів / О. І. Аксіментьєва, А. М. Українець, О. І. Конопельник, О. М. Євчук; заявник і патентовласник Львівський національний університет. Опубл.15.01.2003. – Бюл. № 1.
7. Conjugated polyaminoarenes as an electrochromic layer for non-emissive displays / Aksimentyeva O., Konopelnik O., Cherpak V. [та ін.] // Ukrainian Journal Physics Optical. – 2005. – Vol. 6. – № 1. – P.27-32.
8. Study and optimization of a flexible electrochromic device based on polyaniline / Bessiere A., Duhamel C., Badot J.-C. [та ін. ] // Electrochimica Acta. – 2004. – Vol. 49. – P. 2051-2055.

9. Мамуня Є.П. Структура і властивості полімерних композицій з електропровідними наповнювачами: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. фіз.- мат. наук: спец. 01.04.19 «Фізика полімерів» / Є.П. Мамуня. – Київ, 2003. – 35 с.
10. Эпоксидные олигомеры и клеевые композиции / Зайцев Ю. С., Кочергин Ю. С., Пактер Н. К., Кучер Р. В. – Киев: Наукова думка, 1990. – 198 с.
11. Аксіментьева О.І. Фізико-хімічні закономірності одержання і властивості електропровідних полімерів в тонкому шарі: дис. доктора хім. наук: 02.00.04 / Аксіментьева Олена Ігорівна. – Львів, 2000. – 347 с.
12. Анізотропія провідності і перколяційні явища в плівкових композитах на основі спряжених поліаміноаренів / Аксіментьева О. І., Конопельник О. І., Гриців М. Я. [та ін. ] // Матеріали ІХ Міжнародної конференції «Фізика і технологія тонких плівок». – 9-14 Травня 2003 р. – Івано-Франківськ, 2003. – Т.2. – С.88-89.

***Л.В. Сверида, Н.Н. Березненко, В.А. Пахаренко***

***Получение электропроводной полимерной композиции методом экструзии.***

*Разработана технология получения электропроводной полимерной композиции на основе полиэтилена с электропроводящими добавками углеродных нанотрубок и полианилина. Исследовано влияние количества примесей на электропроводность и удельное электрическое сопротивление. Предусмотрено области применения полученной композиции.*

***Ключевые слова:*** электропроводящие полимеры, углеродные нанотрубки, полианилин, нанокompозиты.

***L.V. Sverida, N.N. Bereznenko, V.A. Pakharenko***

***Syntheses of conductive polymer composition by extrusion method.***

*The technology of syntheses a conductive polymer composition based on polyethylene with electrically impurities of carbon nanotubes and polyaniline is developed. The influence of impurities on electrical conductivity and electrical resistivity has been research. The field of application for obtained composition is provided.*

***Keywords:*** electric conductive polymers, carbon nanotubes, polyaniline, nanocomposite.