

Features of properties of PVC compositions filled by graphite

Shariko Ye., Novak D., Plavan V., Bereznenko N.

Kiev National University of Technology and Design (KNUTD)

The work is devoted to the study of approaches for the creation of composite materials based on polyvinyl chloride with dispersed filler. As a result of the theoretical and experimental studies, the influence of various types of fillers on the structure of composite films was established. The electrophysical and mechanical properties of compositions based on polyvinyl chloride and graphite were analyzed. The influence of the filler content on the properties of composites was analyzed.

Keywords: polyvinyl chloride, graphite, composite, electrophysical properties, mechanical properties.

Особливості властивостей ПВХ композиції, наповненої графітом

Шарико Є.М, Новак Д.С., Плаван В.П., Березненко Н.М.

Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ,

Немировича-Данченка, 2, 01011

Через високий електричний опір полімери використовуються переважно в електротехніці як ізолятори. В ряді випадків, однак, потрібно, щоб полімери були струмопровідними. Полімерні струмопровідні композиційні матеріали знаходять сьогодні широке використання для виготовлення електронагрівальних елементів, екрануючих та антистатичних покриттів, струмопровідних клеїв, фарб, паст, елементів повітряних фільтрів, у медицині – для стимулювання росту кісткових тканин, як антитромбогенні імплантанти [1].

Підвищення струмопровідності можна досягнути введенням у композиційний матеріал струмопровідних наповнювачів, наприклад металічних порошоків, волокон, різних типів технічного вуглецю, графіту, графітових

волокон. Як зв'язуючий матеріал найбільшого використання одержали фенолформальдегідні, епоксидні, фуранові та деякі інші смоли, які в результаті затвердіння утворюють тривимірні структури, а також деякі термопласти та каучуки. Однак такі полімерні матеріали та методи їх одержання не завжди забезпечують однорідність наповнення і потрібні властивості.

На сьогоднішній день у світовій практиці серед гнучких полімерів домінують полівінілхлоридні (ПВХ) пластикати. Однією з основних причин широкого використання ПВХ пластикату є його здатність до модифікації шляхом змішування із цільовими добавками і одержання необхідних властивостей матеріалів для переробки відомими методами (екструзія, вальцювання, каландрування), здатність згасати після винесення із полум'я та ін.

Дослідження залежності величини струму від T (при швидкості лінійного нагріву зразка 3 К/хв.) [2] вихідного ПВХ показали, що в діапазоні температур 293-385 К на спектрі деполяризації фіксуються максимуми сили струму в області 313 К та α -релаксаційного переходу, які відповідають гетерозаряду. Заряд композиційних ПВХ-електретів спадає із збільшенням ступеня наповнення, починаючи з $\varphi = 0,5\%$ об. Це пояснюється тим, що при збільшенні концентрації наповнювача, зменшується об'єм полімерного матеріалу, який підлягає поляризації.

Також в роботі [3] показана можливість створення полімерних композитів на основі ПВХ з різними типами та комбінаціями наповнювачів з гнучкими і регульованими електропровідними властивостям.

1. Постановка завдання

Одним із простих і ефективних способів, який забезпечує композитам нові прогнозовані характеристики, є введення в полімери наповнювачів різної хімічної природи, форми та розмірів. У струмопровідних полімерних композицій реалізується перколяційний характер залежностей електричних характеристик [4]. У відносно вузькому діапазоні концентрацій електричний опір міняється особливо різко, що пов'язано з формуванням стійкої струмопровідної решітки наповнювачем [5].

Аналізуючи вищесказане була поставлена задача створення сучасних струмопровідних полімерних матеріалів на основі ПВХ з додаванням графіту.

2. Результати досліджень

Для дослідження використані: емульсійний полівінілхлорид (ЕПВХ) Vinnolit EP6854, графіт марки МСМВ (ТВ-17), диоктилфталат.

Створення полімерних композитів включає такі етапи: змішування компонентів композитів, отримання зразків композитів методом спікання у формі. Перемішування компонентів кожного полімерного композиту відбувалось за допомогою верхньопривідної мішалки протягом 5 хвилин. Отриману суміш засипали у циліндричну форму діаметром 26 мм та спікали при температурі 190⁰С і витримували їх протягом 10 хвилин. Після чого зразки виймали з форми. Зразки композитів отримували у вигляді круглих пластинок діаметром 26 мм і товщиною 1,5 мм. Об'ємний вміст наповнювача в композитах варювався в межах від 1 % об. до 30 % об.

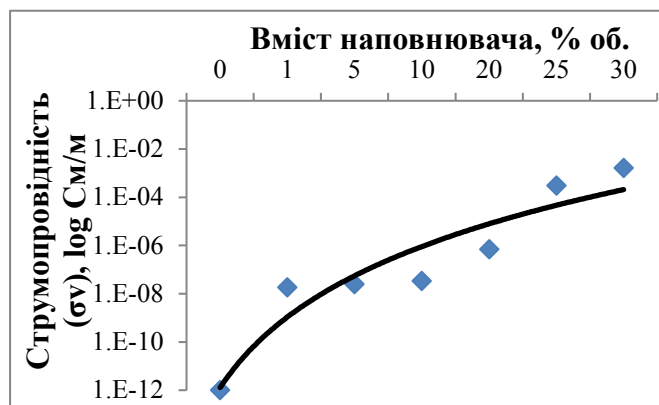


Рис. 1. Залежність струмопровідності від вмісту наповнювача для зразків ПВХ, наповненого графітом.

На рис. 1 представлено залежність струмопровідності при постійному показнику струму та кімнатній температурі (~22⁰С) від вмісту наповнювача для досліджуваних систем на основі ПВХ і графіту, густина яких становить 1,35 г/см³ та 1,32 г/см³, відповідно. Стрибкоподібна зміна струмопровідності, пов'язана з явищем перколяції, спостерігається в концентраційному діапазоні 1 - 20 % об. При вмісті 20 % об. графіту струмопровідність системи на півтора

порядки більше, ніж до порога перколяції. Така різка зміна провідності пов'язана з дисперсією наповнювача в полімерній матриці та утворенням мережі графітових провідних каналів [6]. Критичний вміст графіту робить можливим перехід електрона крізь ізолюючі прошарки полімеру та сприяє різкому збільшенню провідності.

Суттєвим недоліком дисперсно-наповнених струмопровідних полімерних композитів є нестабільність їх властивостей, яка може бути пов'язана з рядом причин, наприклад, нерегульованою зміною структури агрегатів наповнювача. Тому, важливо, щоб такі матеріали мати не тільки задані, а і стабільні струмопровідні та механічні властивості.

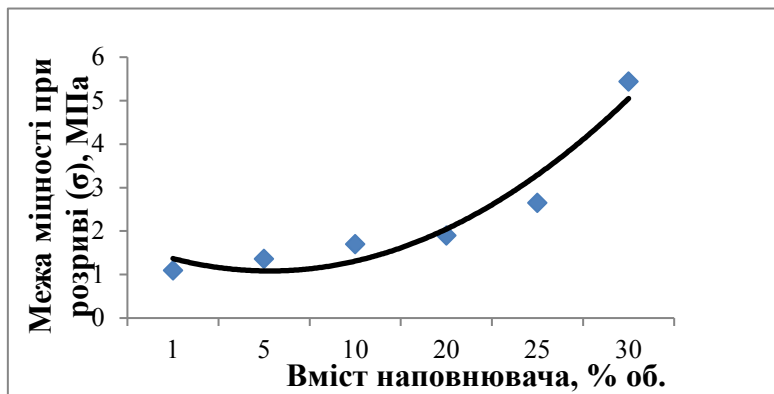


Рис. 2. Залежність межі міцності від вмісту графіту.

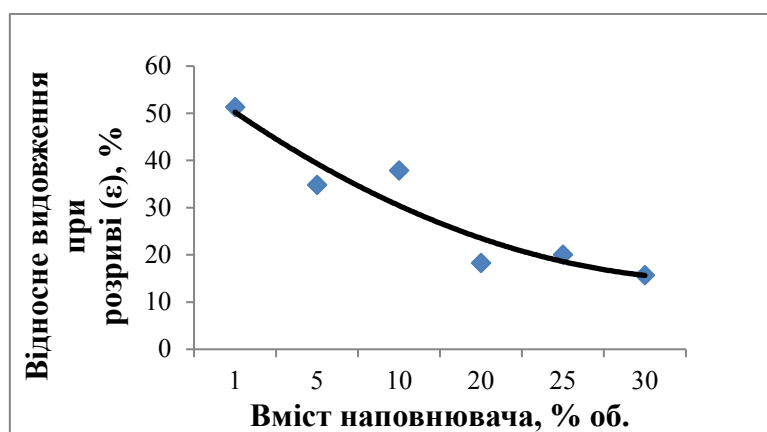


Рис. 3. Залежність відносного видовження від вмісту графіту.

Одержані експериментальні дані наглядно ілюструють тенденцію зростання межі міцності при розриві при введенні до ПВХ графіту. Для композиції з

вмістом графіту 30 % об. значення межі міцності при розриві становить 5.5 МПа, тобто спостерігається зростання межі міцності при розриві у 5 разів порівняно з композицією наповненою 1% об. графіту. Це вказує на те, що в цьому випадку частинки графіту виконують армуючу функцію. Відносне видовження зразків композицій зі збільшенням вмісту графіту до 20 % об. зменшується від ~50 до ~18 %. При подальшому збільшенні вмісту до 30 % об. цей показник дещо зменшується (до 15 %). Ми пов'язуємо це явище з тим, що збільшується частка наповнювача, який локалізується при кристалізації в неупорядкованих частинах полімеру. Якщо ці частинки великі у порівнянні з неупорядкованими ділянками, то вони впливають на ці ділянки всією своєю поверхнею, торкаючись декількох таких областей, а також кристалічних ділянок, на які вони впливають менше. При цьому наповнювач в тому чи іншому ступені взаємодіє з полімером.

3. Висновки

Визначено залежності межі міцності та відносного подовження при розриві полімерних композиційних матеріалів на основі емульсійного ПВХ Vinnolit EP6854 від вмісту графіту марки МСМВ (ТВ-17). Показано, що збільшення концентрації графіту призводить до зменшення показника відносного видовження при розриві композиції, але натомість підвищуються показники межі міцності при розриві та струмопровідності.

Література

- [1] Мамбиш С.Е. Карбонатные наполнители в поливинилхлориде // Пластические массы. – 2008. № 2. – С. 5-10.
- [2] Кривцов В.В. Композиційні електрети на основі ПВХ та комплекс їх властивостей: автореф. дис. канд. фіз.-мат. наук: 01.04.19; НАН України. Ін-т хімії високомолек. сполук. – К., 2007. - 20 с.
- [3] Куриптя Я.А. Електропровідні полімерні гібридні композити на основі полівінілхлориду / Куриптя Я.А., Савченко Б.М., Шостак Т.С., Новак Д.С., Іскандаров Р.Ш. // Вісник КНУТД. - № 3 (98), 2016. – С. 166 – 172.
- [4] Zhang W., Dehghani-Saniy A. A., Blackburn. R. S. Carbon based conductive polymer composites // J. Mater. Sci. 2007. Vol. 42. P. 3408-3418.
- [5] Shin S.G. A Study on the Percolation Threshold of Polyethylene Matrix Composites Filled Carbon Powder // Electr. Mater. Lett. 2010. Vol. 6(2). P. 65-70.
- [6] Sachdev V.K., Mehra R.M., Mehra N.C., Phys. Stat. Sol. (a), 201 (2004), 2089.