

РОЗРОБКА ГНУЧКИХ ПОЛІВІНІЛХЛОРИД/ПОЛІАНІЛІН КОМПОЗИТІВ

Д. С. НОВАК, Д. О. ШАКУН, А. В. БИШОВЕЦЬ, Д. М. КИРИЛЕНКО
*Київський національний університет технологій та дизайну, вул. Мала Шияновська, 2,
Київ, 01011, novak.knutd@gmail.com*

Досліджено механіко-фізичні особливості полівінілхлоридних композицій, наповнених поліаніліном. При збільшенні об'ємного вмісту поліаніліну в полівінілхлоридній матриці відбувається монотонне зниження міцності на розрив, видовження при розриві, показника плинності розплаву та питомого об'ємного опору.

Вступ

Одержання струмопровідних полімерів звичайними методами обмежена їх природою у легованій формі. Одним із методів, який використовувався для подолання цього, є використання струмопровідних термопластичних полімерних композитів. Для їх виробництва використовувався ряд методів, включаючи механічне змішування та дифузію, які не можуть бути використані для широкомасштабного виробництва.

Струмопровідні полімери, такі як поліанілін (ПАНІ) і алкілозаміщені політіофени, є потенційним шляхом до високопровідних композитів. Це пов'язано з тим, що їх можна отримувати за різними технологіями. Потенціал ПАНІ в цьому контексті ще більше посилений феноменом, який називається «вторинним легуванням». Це призвело до розробки деяких цікавих морфологій композитів, які мають високу струмопровідність при низькому вмісті ПАНІ. Ці композити отримані механічним змішуванням струмопровідних матеріалів в полімерній матриці [1-4].

Пресування термопластичних частинок, покритих струмопровідним полімером, може дати композит, який зберігає властивості термопластичного матеріалу, водночас володіючи струмопровідністю. ПАНІ являв собою ідеальний матеріал, що володіє високою власною струмопровідністю, стабільністю і оброблюваністю розчину. Полівінілхлорид (ПВХ) був обраний як термопласт, враховуючи його

відносно високу в'язкість вище температури склування. Ця властивість дозволяє зберегти структуру ПАНІ всередині композиту під час гарячого пресування. Використання ПВХ дозволило нам дослідити вплив пластифікаторів на провідність і морфологію композиту. Частинки ПВХ були пластифіковані за допомогою діоктилфталату (ДОФ) [5-7].

Метою роботи є отримання струмопровідних ПВХ композицій з ПАНІ та дослідження впливу вмісту наповнювача на механічні та фізичні властивості.

Матеріали та методи

Об'єктами дослідження є композитні плівки на основі ПВХ марки С-63 з наповнювачем ПАНІ від 5 до 30% об. Вибрані композиції наведені в таблиці 1.

Таблиця 1– Рецептурний склад ПВХ композицій

Компоненти	Вміст компонентів у композиції, % об.					
	1	2	3	4	5	6
ПВХ	30	30	30	30	30	30
Діоктилфталат	60	55	50	45	40	35
Стеарат кальцію	2	2	2	2	2	2
Карбонат свинцю	3	3	3	3	3	3
ПАНІ	5	10	15	20	25	30

Для більш рівномірного розподілу наповнювача в ПВХ матриці використовували лабораторний дисковий змішувач (рис. 1). Після змішування композиційну суміш поміщали в розігріту прес-форму та в термокамеру для нагрівання і переходу у високопластичний стан, в якому можна проводити пресування [8].

Дослідження механічних властивостей проводили стандартними методами на розривній машині РТ-250, а реологічні властивості визначали методом капілярної віскозиметрії.

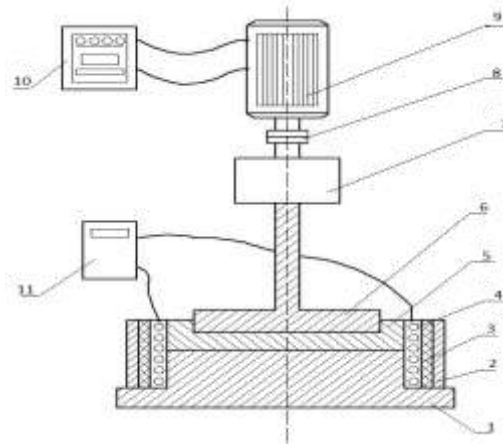


Рисунок 1 – Змішувач дисковий лабораторний: 1 – п'ята; 2 – корпус; 3 – теплоізоляція; 4 – омичний нагрівач; 5 – завантажувальна камера; 6 – змішувальний диск; 7 – редуктор; 8 – муфта; 9 – електродвигун; 10 – пристрій регулювання обертів двигуна; 11 – терморегулятор

Для визначення питомого об'ємного електричного опору композицій використовували RLC-метр марки E7-22 та електродний пристрій, який зображений на рисунку 2.

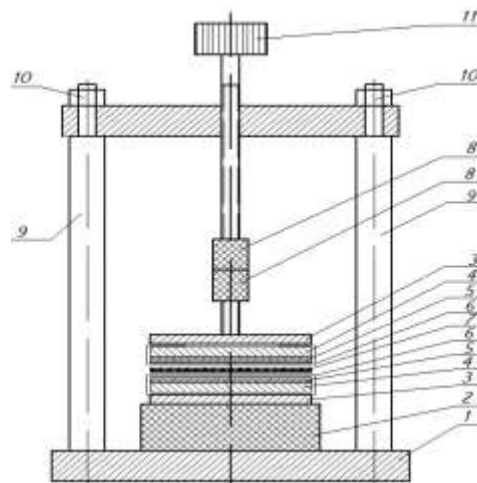


Рисунок 2 – Схема електродного пристрою для вимірювання електричного опору: 1 – основа електродного пристрою; 2 – фторопластова ізоляційна вставка; 3 – латунні шайби; 4 – латунні хомути; 5 – гумові прокладки; 6 – алюмінієва фольга; 7 – зразок полімеру; 8 – ізоляційні коркові вкладиші; 9 – стійки; 10 – гвинти; 11 – підставка з гвинтом

Результати і обговорення

Залежності межі міцності при розриві та відносного подовження для ПВХ композицій з ПАНІ, наведені на рисунках 3 і 4.

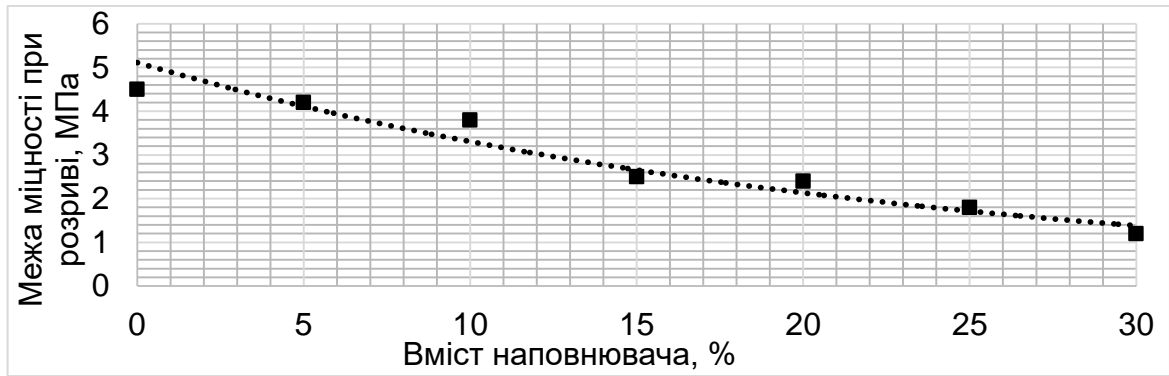


Рисунок 3 – Залежність межі міцності при розриві для ПВХ композицій, наповнених ПАНІ

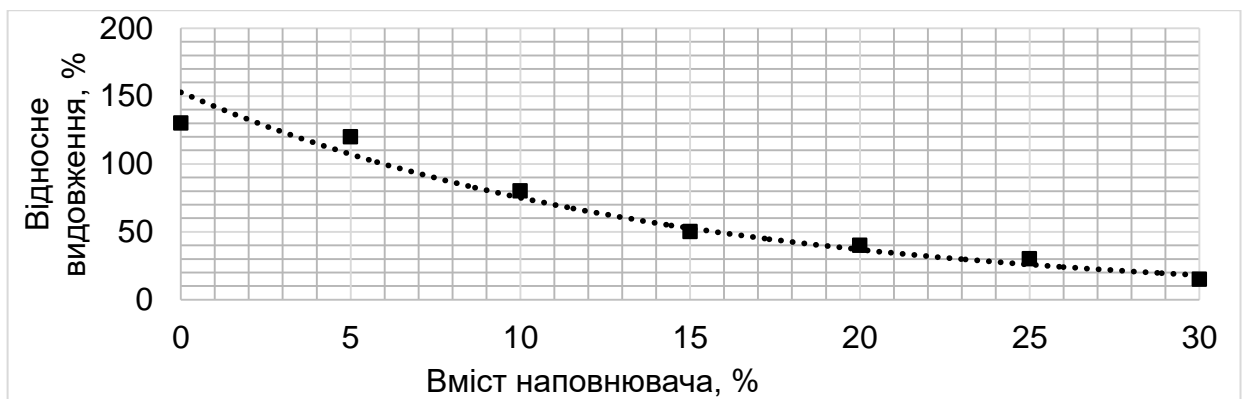


Рисунок 4 – Залежність відносного видовження для ПВХ композицій, наповнених ПАНІ

З наведених залежностей межі міцності при розриві і відносного видовження від вмісту наповнювача випливає, що механічні властивості наповнених ПВХ композицій монотонно зменшуються з підвищенням вмісту ПАНІ, що характерно для наповнених систем.

Дослідження реологічних характеристик дозволяє встановити раціональну концентрацію наповнювача та визначити навантаження на обладнання для отримання якісних виробів. Вплив наповнювача на в'язкість композиції можна оцінити по залежності показника текучості розплаву (ПТР) від вмісту наповнювача (рис. 5).

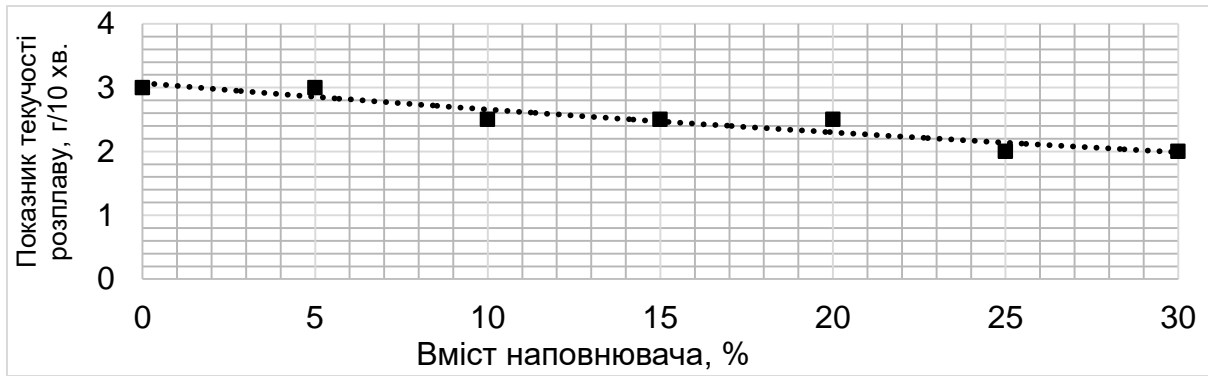


Рисунок 5 – Залежність показника текучості розплаву для ПВХ композицій, наповнених ПАНІ

З рисунку 5 випливає, що ПТР з підвищенням вмісту ПАНІ до 30% об. для ПВХ композицій зменшується незначно від 3 до 2 г / 10 хв. Зменшення ПТР свідчить про зростання в'язкості композиції. Зміна реологічних характеристик наповнених систем пояснюється гідродинамічними ефектами і механічними зусиллями матриці. Зміна властивостей полімерних композицій відбувається в результаті адсорбційної взаємодії частинок наповнювача з полімером та зменшення молекулярної рухливості ланцюгів в адсорбційному шарі.

Залежність питомого об'ємного електричного опору ПВХ композицій, наповнених ПАНІ наведена на рисунку 6.

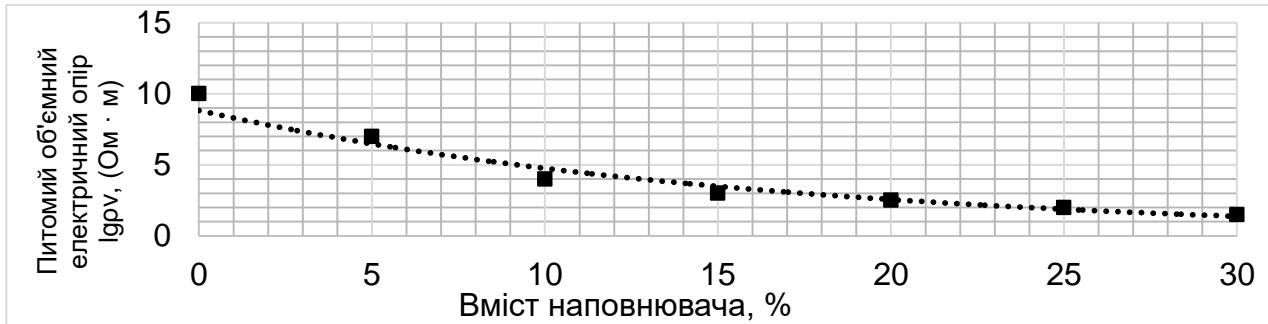


Рисунок 6 – Залежність питомого об'ємного опору для ПВХ композицій, наповнених ПАНІ

З рисунку 6 випливає, що для ПВХ композицій з ПАНІ зі збільшенням вмісту наповнювача в інтервалі від 0 до 30% об. їх питомий об'ємний електричний опір зменшується по експоненційній залежності. При збільшенні концентрації наповнювача зменшуються розміри ізолюючих прошарків полімерної матриці, що призводить до зменшення питомої електричного опору [9].

З огляду на отримані значення питомого об'ємного електричного опору досліджуваних полімерних композицій, впливає, що вони можуть бути використані в якості антистатичних і напівпровідникових матеріалів ($10^2 - 10^8 \text{ Ом} \cdot \text{м}$) [10].

Висновки

Встановлено, що збільшення вмісту ПАНІ до 30% об. призводить до монотонного зниження механічних властивостей досліджуваних композицій. Показник текучості розплаву в залежності від вмісту ПАНІ 0 - 30% об. змінюється в діапазоні від 3 до 2 г / 10 хв.

Визначено, що для ПВХ композицій з ПАНІ питомий об'ємний електричний опір зменшується від 10^{10} до $10^1 \text{ Ом} \cdot \text{м}$, тому отримані композиції можуть використовуватися в якості антистатичних і напівпровідникових матеріалів.

Література

1. L. W. Shacklette, C. C. An, M. H. Luly, *Synth. Met.* 1993, 55-57, 3532
2. C. K. Subramaniam, A. B. Kaiser, P. W. Gilberd, B. Wessling, *J. Polym. Sci. B: Polym. Phys.* 1993, 31, 1425
3. Y. Chen, R. Qian, Y. Li, *Polym. Commun.* 1991, 32, 189.
4. R. A. Zoppi, M.-A. De Paoli, *J. Electroanal. Chem.* 1990, 290, 275.
5. E. Ruckenstein, S. Yang, *Synth. Met.* 1993, 53, 283.
6. A. G. MacDiarmid, Epstein, *Synth. Met.* 1994, 65, 103.
7. M. Reghu, C. O. Yoon, C. Y. Yang, D. Moses, P. Smith, A. J. Heeger, *Phys. Rev. B* 1994, 50, 13931
8. D. Novak, V. Plavan, N. Bereznenko. Copper plated graphite, carbon nanotubes and polyaniline effect on the properties of electroconductive polyethylene compositions, *Materials Today: Proceedings*, Volume 6, Part 2, 2019, pp. 293-298 <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2018.10.107>
9. Budash Y., Novak D., Plavan V. Structural and Morphological Characteristics of Polyethylene Composites with Different Conductive Fillers // *Materiale Plastice*. – 53. – no. 4. – 2016. – P. 693.
10. Askeland D. R., Fulay, P. P., Wright, W. J.: *The Science and Engineering of Materials* // SI Edition, Cengage Learning. – 2011. – P. 896.