

ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНІ НАУКИ

Банак Р.Д.

студент;

Рокицький М.О.

*кандидат фізико-математичних наук, доцент,
Національний педагогічний університет
імені М.П. Драгоманова*

СТРУКТУРНІ Й ЕЛЕКТРОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОЛІМЕРНОЇ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ ПОЛІХЛОРТРИФТОРИТЕЛЕНУ ТА НАПОВНЮВАЧА ДІОКСИДУ ОЛОВА

Із розвитком науки і техніки відбувається неперервне вдосконалення обладнання для наукових досліджень. Внаслідок чого виникає необхідність вивчення та використання нових конструкційних матеріалів із новими властивостями на основі полімерів. Яскравими представниками яких є полімерні композиційні матеріали, які містять оксидні наповнювачі.

Інтерес викликають дослідження ПКМ, що містять дисперсні наповнювачі, що характеризуються фазовими нестабільностями в околі температур фазових перетворень полімерної матриці. Така особливість наповнювачів дозволяє фіксувати та оцінювати не лише вплив дисперсної складової ПКМ на властивості та структуру полімерної матриці, а і вплив полімеру на наповнювач, що дозволяє вести мову про якісну та кількісну оцінку взаємодії компонентів такого роду систем.

Полімерні композиційні матеріали (ПКМ) – це багатокомпонентні системи, в яких окрім полімерної матриці містять різного роду наповнювачі, що є ефективним способом модифікування полімерних матеріалів. Питанням структури та властивостей полімерних композиційних систем присвячено значну кількість публікацій [1; 2].

Значна увага до отримання полімерних композиційних матеріалів обумовлена їхніми особливими властивостями, такими як: висока міцність, теплостійкість, специфічні електрофізичні, оптичні властивості, які обумовлені їхньою унікальною фазовою морфологією і міжфазними властивостями [1].

Вплив наповнювачів на властивості полімерів і, зокрема, здатних до кристалізації, в основному визначається наступним: вплив на процеси структурування полімерної матриці; зміна теплофізичних, механічних та інших властивостей композитів під впливом наповнювачів; взаємовплив поверхонь матриці та дисперсної фази і утворення внаслідок цього пристінного (адсорбційного) шару полімеру [3] та пристінного шару наповнювача з особливою структурою та властивостями, відмінними від властивостей відповідних матеріалів в об'ємі [1].

З точки зору функціональних властивостей та особливостей впливу на компоненти композиційних систем на особливу увагу заслуговує діоксид олова [4]. Наноструктури на основі SnO_2 , в силу таких їх властивостей, як висока провідність, високий коефіцієнт пропускання у видимій області спектру і високий коефіцієнт відбиття в ІЧ діапазоні, є перспективними для створення на їх основі газових датчиків, сонячних елементів, фотопровідників, літєвих батарей.

Для дослідження факторів, що впливають на якість отриманого матеріалу та шляхів оптимізації його властивостей, необхідно проводити комплекс досліджень із вивчення природи взаємодії наночастинок з полімерною матрицею.

Зміну структури системи поліхлортрифторителену – SnO_2 досліджували за характером зміни густини, пористості систем та електропровідності. Дослідження концентраційних залежностей густини та пористості полімерних композиційних матеріалів системи ПХТФЕ – SnO_2 проводили методом гідростатичного зважування. Для визначення густини композитів проводили зважування зразків у повітрі та у етиловому спирті. Вимірювання питомої електропровідності на постійному струмі проводили двома методами згідно з ДСТУ 6433–71 та ДСТУ 20214–74.

Результати досліджень концентраційних залежностей густини та пористості полімерних композиційних матеріалів системи ПХТФЕ – SnO_2 наведені на рис. 1.

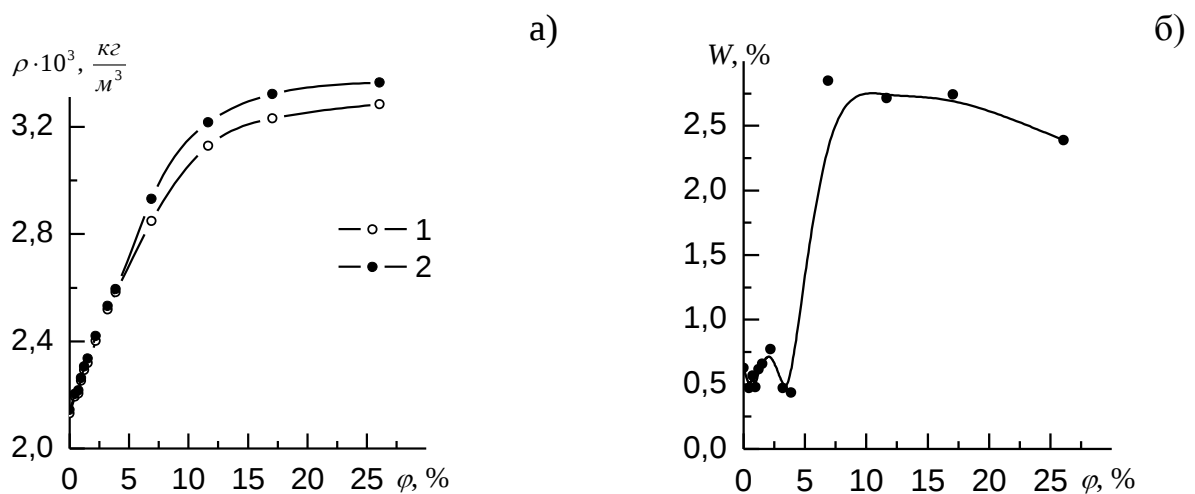


Рис. 1. Концентраційні залежності: а) 1 – уявної та 2 – істинної густини; б) пористості полімероксидних нанокомпозитів системи ПХТФЕ – SnO_2

З метою забезпечення аналізу отриманих результатів було проведено дослідження дійсної (ϵ') та уявної (ϵ'') складових комплексної діелектричної проникності композитів системи ПХТФЕ – SnO_2 з концентрацією наповнювача $0 \leq \phi \leq 20\%$ (об.) у надвисокочастотному діапазоні (рис. 2 а,б).

Результати дослідження електропровідності композитів системи ПХТФЕ – SnO_2 дозволяють охарактеризувати їх властивості та визначити поріг перколяції.

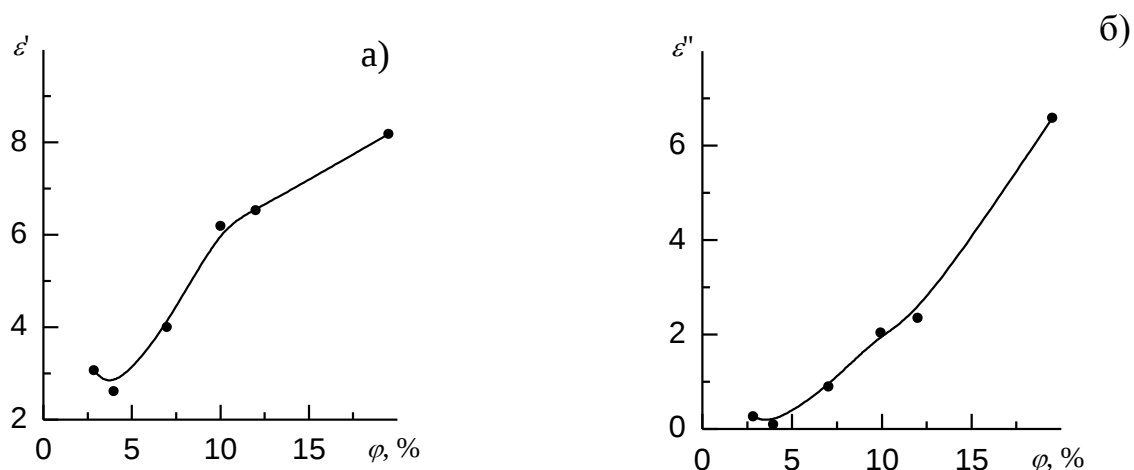


Рис. 2. Концентраційні залежності ϵ' (а) та ϵ'' (б) полімерних композитів від об'ємного вмісту діоксиду олова системи ПХТФЕ – SnO₂ на частоті 11,45 ГГц

Результати дослідження електропровідності (σ) композитів системи ПХТФЕ – SnO₂ з концентрацією наповнювача $0 \leq \phi \leq 20\%$ (об.) на частоті 11,45 ГГц, що розраховувалась із співвідношення $\sigma = 2\pi f \epsilon_0 \epsilon''$ (де f – частота, ϵ_0 – електрична стала, ϵ'' – уявна частина комплексної діелектричної проникності) (рис. 3).

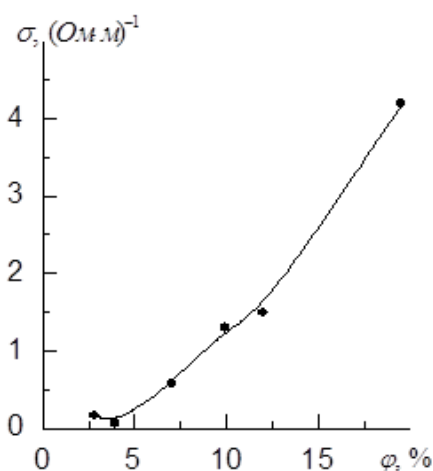


Рис. 3. Концентраційна залежність електропровідності від об'ємного вмісту діоксиду олова композитів системи ПХТФЕ – SnO₂ на частоті 11,45 ГГц

Спільний аналіз характеру зміни густини, загальної пористості та електрофізичних властивостей дозволяють говорити, що поріг перколяції знаходиться в околі концентрації 4%, якому відповідає значне зростання електропровідності системи. Водночас цьому ж інтервалу відповідає зростання пористості з $\sim 0,5\%$ до $\sim 2,75\%$, яке може бути пояснено частинок SnO₂, що ускладнює змочування частинок наповнювача матеріалом полімерної матриці. Разом з тим, в цілому пористість отриманих композицій залишається невисокою, що дозволяє експлуатувати їх у складних атмосферних умовах та в присутності агресивних середовищ.

Це означає, що зміна розмірів неоднорідності структури системи належить до відносно малих розмірів. Результати експерименту підтверджують висновки про те, що зменшення розміру неоднорідності за рахунок переходу до перколяції (коли замість неоднорідності частинка наповнювача – поверхневий шар в об’ємі однорідної матриці маємо неоднорідність у вигляді частинки наповнювача у матриці поверхневого шару) компенсується збільшенням цього розміру за рахунок одночасного росту пористості.

Експериментально отримана нелінійна залежність $\sigma = f(\varphi)$ яка вказує на те, що в процесі електропереносу беруть участь не лише носії заряду наповнювача, але й структурні елементи макромолекули полімерного компоненту.

Приймаючи до уваги результати дослідження густини та пористості композитів системи, можна зробити висновок, що одержані полімероксидні наноконпозиційні матеріали характеризуються низьким рівнем пористості та високими показниками фізико-механічних характеристик, що в свою чергу, дозволяє експлуатувати композити системи ПХТФЕ – SnO_2 за значних навантажень, у складних атмосферних умовах та у присутності агресивних середовищ.

Список використаних джерел:

1. Липатов Ю. С. Физико-химические основы наполнения полимеров. – М.: Химия, 1991. – 264 с.
2. Шут Н. И. Тепловые процессы и релаксационные явления в полимерах и композициях на их основе: дис. ... докт. физ.-мат. наук: 01.04.19. – М., 1989. – 403 с.
3. Мамуня Е. П. Структура и свойства полимерных композиций с электропроводящими наполнителями: дис. докт. физ.-мат. наук: 01.04.19 – К., 2003. – 303 с.
4. Рябцев С. В. Электрофизические и оптические свойства различных наночастиц диоксида олова. автореф. дис. ... докт. физ.-мат. наук: спец. 01.04.10 «Физика полупроводников». – Воронеж. – 2011.

Галкіна О.А.

здобувач,

Науковий керівник: Крак Ю.В.

доктор фізико-математичних наук, професор,

завідувач кафедри,

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

БАГАТОЕТАПНІ НАБЛИЖЕННЯ ДЕРЕВ СЦЕНАРІЇВ В ПРОБЛЕМАХ СТОХАСТИЧНОГО ПРОГРАМУВАННЯ

Розглянемо наступну стохастичну проблему, де ξ випадковий вектор над множиною $\Xi \subset R^k$, $x \in R^n$ – змінна прийняття рішення та $b_i(\xi): R^k \rightarrow R$, $i=1, \dots, m$: