

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМОДЕФОРМАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИТІВ ПОЛІБУТИЛМЕТАКРИЛАТ – ПОЛІАНІЛІН

*Мартинюк Г.В.*<sup>1</sup>, *Аксіментьєва О.І.*<sup>2</sup>, *Мартинюк І.В.*<sup>3</sup>, [galmart@ukr.net](mailto:galmart@ukr.net)

<sup>1</sup>Рівненський державний гуманітарний університет, Рівно, Україна

<sup>2</sup>Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів, Україна

<sup>3</sup>Рівненський ліцей «Лідер», Рівно, Україна

В роботі проаналізовано результати впливу природи і вмісту компонентів на термодформаційні властивості полімер-полімерних композитів на основі електропровідного полімеру (поліаніліну) ПАН з термопластичною полімерною матрицею полібутилметакрилату (ПБМА). Зазначену полімерну матрицю можна використати як основу для отримання полімер-полімерних композитів нового покоління, де полімерним наповнювачем виступає спряжений полімер з власною електронною провідністю.

Формування полімер-полімерних композитів ПБМА–ПАН у вигляді циліндричних зразків розміром 8x10мм здійснювали методом термічного пресування суміші високодисперсних порошоків ПАН та ПБМА під тиском 150 кг/см<sup>2</sup> і температури 70<sup>0</sup>С [1].

Механічні властивості композитів (мікротвердість) вивчали методом вимірювання мікротвердості та граничної мікротвердості на консистометрі Хепплера і обчислювали за відповідним рівнянням [2]. Термомеханічні характеристики композицій досліджували в умовах одновісного стиснення циліндричних зразків при одночасному нагріванні (2 град/хв) та дії навантаження (1кг) [3].

При дослідженні кінчної точки текучості (мікротвердості) композитів ПБМА–ПАН були отримані криві залежності мікротвердості зразків ( $F_p$ ) від навантаження ( $G$ ) для композитів різного складу при зростанні вмісту полімерного наповнювача. Встановлено, що залежність  $F_p-f(G)$  виходить на ділянку «плато», де спостерігається гранична мікротвердість  $F_\infty$  за певного навантаження.

Аналізуючи одержані результати, можна побачити, що характер взаємодії між полімерною матрицею і електропровідним наповнювачем залежить від його вмісту та будови полімерної матриці. З'ясовано, що значення мікротвердості для «чистого» ПБМА становить 4,51·10<sup>9</sup>Н/м<sup>2</sup>, а при вмісті ПАН –15% мікротвердість композиту зростає до 7,52·10<sup>9</sup>Н/м<sup>2</sup>. Це свідчить про те, що наповнювач виконує підсилюючу роль. Збільшення мікротвердості майже у 1,7 рази, ймовірно, відбувається внаслідок міжсегментальної взаємодії між наповнювачем і полімерною матрицею, що і зумовлює покращення механічних властивостей утворених композитів.

Також досліджено вплив природи і вмісту електропровідного полімерного наповнювача на термомеханічні характеристики утворених полімерних композицій. Були одержані термомеханічні криві у вигляді залежності відносної деформації ( $\epsilon$ ) від температури ( $T$ ) для композитів ПБМА–ПАН. З'ясовано, що термомеханічні криві мають вигляд, характерний для лінійних полімерів і за малого вмісту ПАН (2 %) подібні до чистого ПБМА. Встановлено, що введення полімерного наповнювача впливає на термомеханічні показники композиційних зразків, а саме на температуру течіння ( $T_{теч}$ ), молекулярну масу кінетичного сегмента ( $M_c$ ), меншою мірою для температури склування ( $T_{скл}$ ) порівняно з ненаповненим полімером.

Встановлено, що при зростанні вмісту ПАН відбувається зменшення молекулярної маси кінетичного сегмента ( $M_c$ ), що свідчить про збільшення міжмолекулярних контактів, і утворення більш щільної сітки композиту, вузлами якої є молекули наповнювача [4]. Створення такої сітки призводить до обмеження рухливості кінетичних сегментів полімерної матриці, що і призводить до зростання температури течіння.

Вказані закономірності добре корелюють з механічними, термомеханічними властивостями композитів на основі ПАН та ПБМА, що дає змогу розширити сферу використання таких композитів.

1. Ukrainets A. M., Aksimentyeva O. I., Martiniyuk G. V. et al. Thermomechanical and electrical properties of composite of conjugated polyaminoarenes with polyvinyl alcohol // Problems of Chemistry and Chemical Technologies. 2004. No. 3. P. 132-135 (in Ukrainian).

2. Мартинюк Г., Аксіментьєва О. Вплив електропровідного полімерного наповнювача на мікротвердість композитів з діелектричними полімерними матрицями. Праці Наукового товариства ім. Шевченка. Хім. науки. 2020. Т. LX. С. 14–21.

3. Мартинюк Г., Аксіментьєва О. Вплив електропровідного полімерного наповнювача на термомеханічні властивості полімер-полімерних композитів. Вісник Львівського університету. Серія хімічна. 2018. Випуск 59(2). С. 355–362.

4. Freund M.S., Deore B.A. Self-doped conducting polymers. Technology and Engineering., 2007. 338 p.

## РІЗНОМЕТАЛЬНО-ЗМІШАНОЛІГАНДНІ КОМПЛЕКСИ ГЕРМАНІЮ (IV) І 3D-МЕТАЛІВ З 1-ГІДРОКСИЕТИЛІДЕНДИФОСФОНОВОЮ КИСЛОТОЮ ТА 2,2'-БІПІРИДИНОМ

*Марцинко О.Е.<sup>1</sup>, Цимбалюк К.К.<sup>1,2</sup>, Чебаненко О.А.<sup>2</sup>, Сейфулліна І.Й.<sup>1</sup>, Песарогло О.Г.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, Одеса, [lborn@ukr.net](mailto:lborn@ukr.net)

<sup>2</sup>Випробувальний центр ТОВ "ІНСПЕКТОРАТ УКРАЇНА", Одеса, Україна

<sup>3</sup>Одеський державний аграрний університет, Одеса, Україна

Останнім часом розширюється спектр застосування органічно-неорганічних ансамблів каркасної структури завдяки їх різноманітним функціональним властивостям: фотоелектричним, магнітними тощо. Значну кількість таких сполукбуло отримано шляхом включення в структури комплексів металів додаткових органічних гетероароматичних каркасоутворюючих лігандів, таких як 2,2'- та 4,4'-біпіридин, 1,10-фенантролін. Через наявність плоскої  $\pi$ -ароматичної системи такі структури часто виявляють сорбційні властивості по відношенню до ароматичних сполук за рахунок  $\pi$ - $\pi$ -стекингових або катіон- $\pi$  взаємодій.

Авторами протягом багатьох років було синтезовано та всебічно вивчено широкий ряд гомо- та гетерометалічних координаційних сполук германію(IV) на основі гідроксикарбонових кислот [1] та комплексонів, зокрема, 1-гідроксиетилідендифосфонові кислоти (H<sub>4</sub>hedp) [2]. При подальших дослідженнях була поставлена задача простежити вплив введення іншого каркасоутворюючого гетероароматичного ліганду на склад та будову нових сполук.

В роботі розроблено методики синтезу і виділено координаційні сполуки з систем GeO<sub>2</sub> – H<sub>4</sub>hedp – M(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub> (M = Fe, Co, Ni, Cu, Zn) – 2,2'-біпіридин (bipy). Комплекси охарактеризовано методами елементного аналізу (ISP-OES), ІЧ-, ДВ-спектроскопії, термогравіметрії. При аналізі ІЧ-спектрів зафіксовано смуги валентних коливань зв'язку Р-О повністю депротонованих груп PO<sub>3</sub><sup>2-</sup> при ~1050 і ~980 см<sup>-1</sup>. Спостерігаються також смуги  $\nu(\text{OH})$ ,  $\nu(\text{Ge}-\text{O})$ ,  $\delta(\text{Ge}-\text{OH})$ , що відзначались в спектрах усіх раніше досліджених комплексів германію(IV) з H<sub>4</sub>hedp з гексаядерним аніоном [Ge<sub>6</sub>( $\mu$ -OH)<sub>6</sub>( $\mu$ -hedp)<sub>6</sub>]<sup>6-</sup> [2]. В спектрах усіх сполук наявні смуги коливань карбоксильних та гідроксильних груп при ~1700 та ~3400 см<sup>-1</sup>, відповідно, що свідчать про присутність сольватних молекул оцтової кислоти та кристалізаційної води. Набір смуг в області характеристичних частот для гетероциклічних ароматичних молекул ( $\nu(\text{C}-\text{H}_{\text{аром}})$ ,  $\nu(\text{C}-\text{C}_{\text{аром}})$ ,  $\delta_{\text{ас}}(\text{CH}_3)$ ,  $\delta_{\text{с}}(\text{CH}_3)$ ,  $\nu(\text{C}-\text{N})$ ) та зв'язків М-Н і М-О, підтверджує присутність в їхньому складі 2,2'-біпіридину та його координацію до d-металу.

Терморозклад сполук розпочинається з ендотермічного ефекту в діапазоні 80-200 °С, при якому відбувається елімінація в газову фазу від 20 до 30 молекул води та двох молекул оцтової кислоти, що узгоджується з даними ІЧ-спектроскопії. Подальший терморозклад