

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U003535

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 13-07-2026

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бондаренко Владислав Володимирович

2. Vladyslav V. Bondarenko

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-4112-3034

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 104

Назва наукової спеціальності: Фізика та астрономія

Галузь / галузі знань: природничі науки

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Фізика

Дата захисту: 26-08-2026

Спеціальність за освітою: 014 Середня освіта (Фізика)

Місце роботи здобувача: Організація відсутня

Код за ЄДРПОУ: 0000000000

Місцезнаходження: 00000, Київ, 00000, Україна

Форма власності: Змішана

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 15363

Повне найменування юридичної особи: Криворізький державний педагогічний університет

Код за ЄДРПОУ: 40787802

Місцезнаходження: проспект Гагаріна, Кривий Ріг, Криворізький р-н., 50086, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Криворізький державний педагогічний університет

Код за ЄДРПОУ: 40787802

Місцезнаходження: проспект Гагаріна, Кривий Ріг, Криворізький р-н., 50086, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 29.19.04, 29.19.13, 29.29.43

Тема дисертації:

1. Ефект пам'яті форми у полімер-полімерних системах
2. Shape memory effect in polymer-polymer systems

Реферат/анотація:

1. Об'єкт і предмет дослідження. Об'єктом дослідження є полімер-полімерні системи, наноккомпозити та пористі матеріали з ефектом пам'яті форми (ЕПФ), сформовані в умовах інтенсивної пластичної деформації та *in situ* фібриляції. Предметом дослідження визначено закономірності формування їхньої морфології, фазового стану й багаторівневих структур у полімер-полімерних сумішах і пінах, а також їхній вплив на механічні властивості та характеристики багатоступеневого ЕПФ. Методи дослідження. Для комплексного аналізу матеріалів застосовано диференційну сканувальну калориметрію та термогравіметрію (оцінка теплових переходів і термостабільності), рентгеноструктурний аналіз і твердотільну ЯМР спектроскопію (визначення кристалічності й молекулярної організації). Морфологію зразків вивчали методом сканувальної електронної мікроскопії. Механічні та реологічні властивості оцінювали шляхом випробувань на розтяг і стиск, а функціональні параметри ЕПФ — за коефіцієнтами фіксації та відновлення форми. Основні наукові результати. Роботу присвячено встановленню фізичних механізмів керування міжфазною взаємодією та масштабом фазового розділення для створення багатоступневих матеріалів з ЕПФ. Досліджено два

універсальні фізичні підходи до модифікації структур. Перший підхід базується на методі кручення під високим тиском (на прикладі системи поліпропілен/полістирол — ПП/ПС). Він забезпечує твердофазну гомогенізацію термодинамічно несумісних полімерів з досягненням однорідності на наномасштабному рівні (40–95 нм). Така структура формує широкий спектр «перемикаючих» (switching) доменів із різними температурами склування та стабільних «постійних» (permanent) доменів. Встановлено, що суміш 50 мас.% ПП / 50 мас.% ПС реалізує виражений потрібний ЕПФ з можливістю налаштування температур активації. При цьому модуль пружності та міцність зростають у 1,3–1,6 раза без використання хімічних компатибілізаторів. Другий підхід полягає в *in situ* фібриляції мінорної фази (на прикладі системи полілактид/біополіамід — ПЛА/ПА). Керований перехід мінорної фази ПА (5 мас.%) від нанокрапель до нановолокон дозволяє створити фізично сплутану нанофібрилярну сітку з високим аспектним відношенням, яка виконує роль ефективної «постійної» фази. Це суттєво посилює міжфазну взаємодію, внаслідок чого модуль пружності ПЛА зростає в 1,4 раза, а відносне подовження при розриві — у 30 разів. Параметри ЕПФ також значно покращуються: коефіцієнт фіксації підвищується до 97,4%, а коефіцієнт відновлення — до 94,0%. На основі розроблених нанокомпозитів ПЛА/ПА методом надкритичного CO₂ - фоумінгу було отримано легкі пористі матеріали. Нанофібрилярна морфологія сприяє формуванню дрібноклітинної структури з вузьким розподілом пор, що скорочує час відновлення та покращує характеристики фіксації форми піни. Висновок. Запропоновані підходи створюють наукові основи для проектування «розумних» матеріалів: інтенсивна деформація оптимізує роботу switching-доменів, а *in situ* фібриляція зміцнює permanent-фазу.

2. Object and Subject of Research. The object of the research is polymer-polymer systems, nanocomposites, and porous materials with the shape memory effect (SME) formed under conditions of severe plastic deformation and *in situ* fibrillation. The subject of the research is defined as the regularities governing the formation of their morphology, phase state, and multilevel structures in polymer-polymer blends and foams, as well as their influence on the mechanical properties and characteristics of the multistep SME. Research Methods. For a comprehensive analysis of the materials, differential scanning calorimetry and thermogravimetry (evaluation of thermal transitions and thermal stability), X-ray diffraction analysis, and solid-state NMR spectroscopy (determination of crystallinity and molecular organization) were applied. The morphology of the samples was studied using scanning electron microscopy. Mechanical and rheological properties were evaluated through tensile and compression testing, while the functional parameters of the SME were determined by the shape fixation and shape recovery ratios. Main Scientific Results. The work is devoted to establishing the physical mechanisms for controlling interfacial interaction and the scale of phase separation to create multistep materials with SME. Two universal physical approaches to structural modification have been investigated. The first approach is based on the high-pressure torsion method (exemplified by the polypropylene/polystyrene — PP/PS system). It ensures solid-phase homogenization of thermodynamically incompatible polymers, achieving uniformity at the nanoscale level (40–95 nm). Such a structure forms a wide spectrum of "switching" domains with various glass transition temperatures and stable "permanent" domains. It was established that the blend of 50 wt.% PP / 50 wt.% PS exhibits a pronounced triple SME with adjustable activation temperatures. Concurrently, the elastic modulus and strength increase by 1.3–1.6 times without the use of chemical compatibilizers. The second approach consists in the *in situ* fibrillation of the minor phase (exemplified by the polylactide/biopolyamide — PLA/PA system). The controlled transition of the minor PA phase (5 wt.%) from nanodroplets to nanofibers allows for the creation of a physically entangled nanofibrillar network with a high aspect ratio, which acts as an efficient "permanent" phase. This significantly enhances the interfacial interaction, resulting in a 1.4-fold increase in the elastic modulus of PLA and a 30-fold increase in the elongation at break. The SME parameters also improve substantially: the shape fixation ratio increases to 97.4%, and the shape recovery ratio reaches 94.0%. Lightweight porous materials were obtained based on the developed PLA/PA nanocomposites using the supercritical CO₂ foaming method. The nanofibrillar morphology promotes the formation of a microcellular structure with a narrow pore size distribution, which shortens the recovery time and improves the shape fixation characteristics of the foam. Conclusion. The proposed approaches establish the scientific foundations for designing "smart" materials:

severe deformation optimizes the performance of switching domains, whereas in situ fibrillation reinforces the permanent phase.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій виробництва матеріалів, їх оброблення і з'єднання, створення індустрії наноматеріалів та нанотехнологій

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Bondarenko V., Voznyak A.V. Structural modification of poly (DL-lactic acid) material by equal-channel multi angular extrusion. International research and practice conference «Nanotechnology and nanomaterials». 16-19 of August 2023. Bukovel, Ukraine. p. 59
- Bondarenko V., Voznyak A.V. Multiple shape memory materials based on polymer nanocomposites. 12th International Conference «Nanotechnologies and Nanomaterials» (NANO-2024). 21-24 of August 2024. Uzhhorod (Uzhhorod National University), Ukraine, p. 59
- Bondarenko V., Voznyak A.V. Shape memory polymer foams based on in-situ formed polymer nanofibers. 13th International Conference «Nanotechnologies and Nanomaterials» (NANO-2025). Bukovel. Ukraine, on August 20-23. 2025p. p. 59
- Bondarenko, V., Hosseinneshad, R., Voznyak, A. Role of Minor Phase Morphology on Mechanical and Shape-Memory Properties of Polylactide/Bio- Polyamide Nanocomposite. Polymers, 2024, 16(17), 2413. (IF=5.2, Q1)
- Elumalai, D., Hosseinneshad, R., Bondarenko, V., Morawiec, J., Vozniak, I., Galeski, A. Shape Memory Polymer Foam Based on Nanofibrillar Composites of Polylactide/Polyamide. Molecules, 2024, 29(21), 5045. (IF=5.0, Q1)
- Merouani, S.-R., Kulagin, R., Bondarenko, V., Hosseinneshad, R., Zaïri, F., Vozniak, I. Strategy for Fabricating Multiple-Shape Memory Polymeric Materials Based on Solid-State Mixing. ACS Macro Letters, 2025, 14(2), 129-134. (IF=5.2, Q1)

Наукова (науково-технічна) продукція: методи, теорії, гіпотези

Соціально-економічна спрямованість: поліпшення стану навколишнього середовища

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Возняк Андрій Васильович
2. Andrei V. Voznyak

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.17.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-4683-1136

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Криворізький державний педагогічний університет

Код за ЄДРПОУ: 40787802

Місцезнаходження: проспект Гагаріна, Кривий Ріг, Криворізький р-н., 50086, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сова Надія Володимирівна

2. Nadiia V. Sova

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.17.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-3550-6135

Додаткова інформація: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56685569600>

Повне найменування юридичної особи: Київський національний університет технологій та дизайну

Код за ЄДРПОУ: 02070890

Місцезнаходження: вул. Мала Шияновська, Київ, 01011, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Дінжос Роман Володимирович

2. Roman Dinzhos

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.14.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-1105-2642

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Код за ЄДРПОУ: 23623471

Місцезнаходження: вул. 68 Десантників, Миколаїв, Миколаївський р-н., 54003, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Балабай Руслана Михайлівна

2. Ruslana M. Balabai

Кваліфікація: д. ф.-м. н., професор, 01.04.07

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-2618-7796

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Криворізький державний педагогічний університет

Код за ЄДРПОУ: 40787802

Місцезнаходження: проспект Гагаріна, Кривий Ріг, Криворізький р-н., 50086, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Білинський Ігор Васильович

2. Ihor V. Bilynskyi

Кваліфікація: д. ф.-м. н., професор, 01.04.10

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4221-9225

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Криворізький державний педагогічний університет

Код за ЄДРПОУ: 40787802

Місцезнаходження: проспект Гагаріна, Кривий Ріг, Криворізький р-н., 50086, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради

Слюсаренко Микола Анатолійович

Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні

Слюсаренко Микола Анатолійович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Реєстратор

Данченко Тетяна Сергіївна

Юрченко Тетяна Анатоліївна

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна