Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U001421

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 08-05-2026

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: Наказ ЛНУ ім. Івана Франка № 805 від 22.06.2026 р.

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Повержук Віктор Олегович
2. Viktor O. Poverzhuk

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0008-3730-6384

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 та астрономія

Дата захисту: 26-05-2026

Спеціальність за освітою: Фізика та астрономія

Місце роботи здобувача: Львівський національний університет імені Івана Франка

Код за ЄДРПОУ: 02070987

Місцезнаходження: вул. Університетська, Львів, 79000, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 12542

Повне найменування юридичної особи: Львівський національний університет імені Івана Франка

Код за ЄДРПОУ: 02070987

Місцезнаходження: вул. Університетська, Львів, 79000, 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: Львівський національний університет імені Івана Франка

Код за ЄДРПОУ: 02070987

Місцезнаходження: вул. Університетська, Львів, 79000, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 29.03.45, 53.49.07.09, 29.19.13

Тема дисертації:

1. Структурно-чутливі властивості в процесах еволюції мікроструктури та фазового складу нанокомпозитних сплавів на основі олова

2. Structure-sensitive properties in the processes of microstructure and phase composition evolution of tin-based nanocomposite alloys

Реферат/анотація:

1. Дисертаційна робота присвячена дослідженню структурно-чутливих властивостей нанокомпозитних сплавів на основі олова та еволюції їхньої мікроструктури й фазового складу. Вивчено вплив різних нанорозмірних домішок (карбонові наносфери, нанотрубки, керамічні частинки Al2O3, SiO2, TiO2, ZrO2, а також наночастинки, модифіковані металевими покриттями Au і Ni) на мікроструктуру, інтерметалічні фази, електричні та механічні властивості сплавів і паяних з'єднань з мідною підкладкою. Основну увагу приділено сплавам Sn–Ag–Cu, що широко застосовуються в мікроелектроніці. Показано, що введення нанодомішок дозволяє керувати ростом інтерметалічних фаз Cu6Sn5 і Cu3Sn, зменшуючи їхню товщину та покращуючи механічну міцність з'єднань. Зокрема, додавання покритих нікелем карбонових нанотрубок підвищує зсувну міцність і сповільнює деградаційні процеси. Керамічні наночастинки незначно знижують електропровідність, що пов'язано з розсіюванням електронів, тоді як карбонові наносфери підвищують

питомий електроопір і знижують температуру плавлення. Досліджено температурну залежність електрофізичних характеристик, включно з гістерезисом у процесах плавлення–кристалізації. Встановлено, що нанодомішки сприяють стабілізації структури та властивостей після тривалої витримки, зокрема за субнульових температур. Виявлено суттєве зростання міцності паяних з'єднань (до 67%) при використанні модифікованих наночастинок. Також проаналізовано багатокомпонентні безсвинцеві сплави, для яких зафіксовано відхилення електроопору від лінійності, пов'язані зі структурними перетвореннями. Отримані результати розширюють уявлення про взаємозв'язок між мікроструктурою та властивостями сплавів і створюють основу для розроблення нових надійних припоїв для сучасної електроніки.

2. The dissertation is devoted to the investigation of structure-sensitive properties of tin-based nanocomposite alloys and the evolution of their microstructure and phase composition. The effect of various nanoadditives (carbon nanospheres, carbon nanotubes, ceramic particles Al2O3, SiO2, TiO2, ZrO2, as well as those modified with metallic coatings of Au and Ni) on the microstructure, intermetallic phases, electrical and mechanical properties of the alloys and solder joints with a copper substrate has been studied. Particular attention is paid to Sn–Ag–Cu alloys, which are widely used in microelectronics. It is shown that the introduction of nanoadditives enables control over the growth of intermetallic phases Cu6Sn5 and Cu3Sn, reducing their thickness and improving the mechanical strength of the joints. In particular, the addition of Ni-coated carbon nanotubes increases shear strength and slows down degradation processes. Ceramic nanoparticles slightly reduce electrical conductivity due to enhanced electron scattering, whereas carbon nanospheres increase electrical resistivity and decrease the melting temperature. The temperature dependence of electrophysical characteristics, including hysteresis during melting–solidification processes, has been investigated. It is established that nanoadditives contribute to the stabilization of structure and properties after prolonged aging, particularly at subzero temperatures. A significant increase in the strength of solder joints (up to 67%) has been observed when modified nanoparticles are used. Multicomponent lead-free alloys have also been analyzed, for which deviations of electrical resistivity from linear behavior associated with structural transformations have been identified. The obtained results expand the understanding of the relationship between microstructure and properties of alloys and provide a scientific basis for the development of new reliable solders for modern electronics.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Нові речовини і матеріали

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:

- 1. Plevachuk Y., Švec P., Maťko I., Janičkovič D., Yakymovych A., Janotová I., Poverzhuk V. Electrical Resistivity of Multicomponent Sn–Bi–In–Zn–Cu–Ag Alloys as Materials for Low-Temperature Lead-Free Solders // Journal of Physical Studies. – 2025. – Vol. 29(4). – Article 4601. (Scopus, Q4). doi: 10.30970/jps.29.4601.
- 2. Plevachuk Y., Poverzhuk V., Švec P., Orovcik L., Bajana O. Effect of sub-zero temperature on the reliability of SAC305/Cu nanocomposite solder joints // Journal of Materials Science: Materials in Electronics. – 2025. – Vol. 36(15). – P. 1–13. (Scopus, Q2). doi: 10.1007/s10854-025-14984-9.
- 3. Plevachuk Y., Poverzhuk V., Švec Sr P., Švec P., Orovcik L., Bajana O. Effect of Au-deposited ceramic nanoparticles on SAC305/Cu solder joints // Journal of Materials Science: Materials in Electronics. – 2024. – Vol. 35(34). – P. 2182. (Scopus, Q2). doi: 10.1007/s10854-024-13943-0.
- 4. Poverzhuk V., Plevachuk Y., Švec Sr P., Orovčík Ľ., Bajana O. Effect of Ni-deposited carbon nanotubes on morphology and shear strength of lead-free solder joints // Journal of Physical Studies. – 2024. – Vol. 28(3). – Article 3602. (Scopus, Q4). doi: 10.30970/jps.28.3602.

- 5. Plevachuk Y., Poverzhuk V., Svec Sr P., Svec P., Janotová I., Janickovic D., Rud A. Electrical resistivity of lead-free solders reinforced by carbon nanospheres // International Journal of Thermophysics. – 2024. – Vol. 45(3). – P. 31. (Scopus, Q2). doi: 10.1007/s10765-023-03326-8.
- 6. Plevachuk Y., Romaka L., Janotova I., Svec P., Janičkovič D., Novakovic R., Poverzhuk V. Thermophysical properties of Cu-based subsystems of high-entropy alloys // Defect and Diffusion Forum. – 2024. – Vol. 431. – P. 21–33. (Scopus, Q4). doi: 10.4028/p-gL7mcS.
- 7. Poverzhuk V., Plevachuk Yu., Romaka L. Electrophysical properties of the Cu–Pb subsystem of Bi–Cu–Ga–In–Sn–Pb high-entropy alloys // Visnyk of the Lviv University. Series Physics. – 2023. – Vol. 60. – P. 157–165. doi: 10.30970/vph.60.2023.157.
- 8. Плевачук Ю., Ткач О., Дуфанець М., Повержук В. Електропровідність розплавів Sn–Ag–Cu з нанорозмірними керамічними домішками // Вісник Львівського університету. Серія фізична. – 2022. – Вип. 59. – С. 42–52. doi: 10.30970/vph.59.2022.42.
- 9. Plevachuk Yu. Electrical properties of Bi–In–Sn–Zn–Cu–Ag low-temperature solders. / Yu. Plevachuk, P. Švec Sr., P. Švec, I. Maťko, D. Janičkovič, V. Poverzhuk // IXth International Materials Science Conference (HighMatTech–2025), Kyiv, Ukraine, October 6–10, 2025. [Дистанційна участь, усна доповідь].
- 10. Yuriy Plevachuk. Effect of nanoparticles on solidification and properties of lead-free solder joints / Yuriy Plevachuk, Peter Švec, Dusan Janickovic, Irena Janotova, Lubomir Orovcik, Otto Bajana, Viktor Poverzhuk // 19th International Conference on Liquid and Amorphous Metals (LAM19), Barcelona, Spain, September 1–5, 2025. [Дистанційна участь, усна доповідь].
- 11. Plevachuk Yu. Microstructure and shear strength of nanocomposite lead-free solders at sub-zero temperatures / Plevachuk Yu., Poverzhuk V., Švec P. Sr., Yakymovych A., Orovčik L., Bajana O. // 13th International Conference on "Nanotechnology and Nanomaterials" (NANO–2025), Bukovel, Ukraine, August 20–23, 2025. [Очна участь, стендова доповідь]
- 12. Yuriy Plevachuk. Structure and electrical resistivity of the Bi-In-Sn-Zn-Cu-Ag alloys / Yuriy Plevachuk, Peter Švec, Igor Maťko, Dušan Janičkovič, Andriy Yakymovych, Viktor Poverzhuk // 29th International Symposium on Metastable, Amorphous, and Nanostructured Materials, Bratislava, Slovakia, June 22–27, 2025. [Дистанційна участь, стендова доповідь].
- 13. Yuriy Plevachuk. Microstructure and shear strength of nanocomposite lead-free solders at sub-zero temperatures / Yuriy Plevachuk, Viktor Poverzhuk // First Ukrainian-Polish Interdisciplinary Seminar, Ivan Franko National University of Lviv and University of Silesia in Katowice, June 10, 2025. [Очна участь, усна доповідь].
- 14. Viktor Poverzhuk. Optimization of the reliability of lead-free solders via nickel-coated carbon nanotubes / Viktor Poverzhuk // International Conference of Students and Young Researchers in Theoretical and Experimental Physics "HEUREKA–2025", Lviv, Ukraine, May 13–15, 2025. [Очна участь, усна доповідь].
- 15. Yuriy Plevachuk. Effect of prolonged aging at sub-zero temperatures on the properties of lead-free solders / Yuriy Plevachuk, Peter Švec Sr, Peter Švec, Dušan Janickovic, Irena Janotová, Ľubomír Orovcik, Otto Bajana, Viktor Poverzhuk // 11th International Conference on High Temperature Capillarity, Sweden, May 26–30, 2024. [Дистанційна участь, усна доповідь].
- 16. Viktor Poverzhuk. The influence of carbon nanospheres on the electrical resistivity of nanocomposite Sn96.5Ag3Cu0.5 and Sn95.5Ag3.8Cu0.7 alloys / Viktor Poverzhuk // International Conference of Students and Young Researchers in Theoretical and Experimental Physics "HEUREKA–2024", Lviv, Ukraine, May 14–16, 2024. [Очна участь, усна доповідь].
- 17. Plevachuk Yu. Influence of Ni-deposited carbon nanotubes on morphology and shear strength of lead-free solder joints / Plevachuk Yu., Poverzhuk V., Švec P. Sr., Janickovic D., Orovcik L., Bajana O. // 12th International Conference Nanotechnologies and Nanomaterials (NANO–2024), Uzhhorod, Ukraine, August 21–24, 2024. [Очна участь, стендова доповідь].
- 18. Plevachuk Yu. Electrophysical properties of nanocomposite lead-free solders / Plevachuk Yu., Poverzhuk V., Švec P. Sr., Švec P., Janotová I., Janickovic D., Rud A. // 12th International Conference Nanotechnologies

and Nanomaterials (NANO–2024), Uzhhorod, Ukraine, August 21–24, 2024. [Очна участь, стендова доповідь].

- 19. Poverzhuk Viktor. Metal and ceramic nanoadmixtures for evolution of interfacial IMCs in lead-free solder joints / Poverzhuk Viktor, Plevachuk Yuriy, Švec Peter, Janičkovič Dušan, Janotova Irena // 3rd International Research and Practice Conference «Nanoobjects & Nanostructuring» (N&N–2024), Lviv, Ukraine, October 7–10, 2024. [Очна участь, усна доповідь].
- 20. Yuriy Plevachuk. Phase transformations in lead-free nanocomposite solder joints / Yuriy Plevachuk, Peter Švec Sr, Peter Švec, Dusan Janickovic, Irena Janotova, Viktor Poverzhuk // 19th Discussion Meeting on Thermodynamics of Alloys, Lyon, France, September 23–27, 2024. [Дистанційна участь, стендова доповідь].
- 21. Yuriy Plevachuk. Influence of Nanosized Ni/Ceramic Reinforcements on Mechanical Properties of Sn-3.0Ag-0.5Cu Alloy / Yuriy Plevachuk, Peter Švec Sr., Peter Švec, Irena Janotová, Dušan Janičkovič, Lubomir Orovčik, Otto Bajana, Viktor Poverzhuk // 29th International Conference Applied Physics of Condensed Matter (APCOM 2024), Štrbské Pleso, Slovakia, June 19–21, 2024 [Дистанційна участь, усна доповідь].
- 22. Viktor Poverzhuk. Microstructure and electrophysical properties of Cu-based binaries of multicomponent Bi–Cu–Ga–In–Sn alloys / Viktor Poverzhuk, Lubov Romaka, Yuriy Plevachuk, Irena Janotova, Peter Svec Sr., Rada Novakovic // 29th International Conference Applied Physics of Condensed Matter (APCOM 2024), Štrbské Pleso, Slovakia, June 19–21, 2024. [Дистанційна участь, стендова доповідь].
- 23. Yuriy Plevachuk. Effect of metal deposited nanoparticles on microstructure and shear strength of lead-free solder joints / Yuriy Plevachuk, V. Poverzhuk, P. Švec Sr., P. Švec, D. Janickovic, L. Orovcik, O. Bajana // 9th International Conference «Physics of Disordered Systems» (PDS'2023), Lviv, Ukraine, September 19–20, 2023. [Очна участь, усна доповідь].
- 24. Plevachuk Yu. Microstructure and thermophysical properties of low-temperature high entropy alloys / Yu. Plevachuk, L. Romaka, I. Janotova, P. Svec, R. Novakovic, V. Poverzhuk // 8th International Scientific Conference HighMatTech–2023, Kyiv, Ukraine, October 2–6, 2023. [Дистанційна участь, усна доповідь].
- 25. Plevachuk Yu. Microstructure and properties of lead-free solders modified with metal nanoadmixtures / Yu. Plevachuk, V. Poverzhuk, P. Švec Sr, P. Švec // XV International Conference on Crystal Chemistry of Intermetallic Compounds (IMC–XV), Lviv, Ukraine, September 25–27, 2023. [Очна участь, усна доповідь].
- 26. Plevachuk Yu. Thermophysical properties and microstructure of lead-free solder joints reinforced by metal deposited nanoparticles / Yu. Plevachuk, P. Švec Sr, P. Švec, D. Janickovic, L. Orovcik, O. Bajana, V. Poverzhuk // ECPT2023 – 22nd European Conference on Thermophysical Properties, Venice, Italy, September 10–13, 2023. [Дистанційна участь, усна доповідь].
- 27. Janotova I. Structure and microstructure of AlCoCrFeNi high-entropy alloys / I. Janotova, Yu. Plevachuk, D. Janičkovič, P. Švec Sr, P. Švec, L. Orovcik, V. Poverzhuk // 17th European Congress and Exhibition on Advanced Materials and Processes – FEMS EUROMAT 2023, Frankfurt am Main, Germany, September 3–7, 2023. [Дистанційна участь, усна доповідь].
- 28. Plevachuk Yu. Effect of gold sputtered ceramic nanoparticles on the microstructure and shear strength of lead-free solder joints / Yu. Plevachuk, P. Sr. Švec, P. Švec, D. Janickovic, I. Janotova, L. Orovcik, O. Bajana, V. Poverzhuk // International Conference "Nanotechnology and Nanomaterials" (NANO–2023), Bukovel, Ukraine, August 16–19, 2023. [Очна участь, стендова доповідь].
- 29. Віктор Повержук. Електропровідність розплавів Sn–Ag–Cu з керамічними наночастинками / Віктор Повержук // Міжнародна наукова конференція студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики “ЕВРИКА–2023”, Львів, Україна, Травень 16–18, 2023. [Очна участь, усна доповідь].

Наукова (науково-технічна) продукція: пристрої; технології; матеріали

Соціально-економічна спрямованість: створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту; поліпшення стану навколишнього середовища

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами: 0122U001521, 0123U103953

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Плевачук Юрій Олександрович

2. Yuriy O. Plevachuk

Кваліфікація: д. ф.-м. н., професор, 01.04.13

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-8472-6447

Додаткова інформація: Scopus Author ID: 7003678733; Web of Science Researcher ID: M-8485-2019; https://scholar.google.com/citations?user=kmLfLiwAAAAJ&hl=uk

Повне найменування юридичної особи: Львівський національний університет імені Івана Франка

Код за ЄДРПОУ: 02070987

Місцезнаходження: вул. Університетська, Львів, 79000, 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. Роїк Олександр Сергійович

2. Oleksandr S. Roik

Кваліфікація: д. х. н., професор, 02.00.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-9705-1100

Додаткова інформація: Web of Science Researcher ID: IZD-5918-2023; Scopus Author ID: 6507005761; https://scholar.google.com/citations?user=vn4ZJRgAAAAJ&hl=en

Повне найменування юридичної особи: Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Код за ЄДРПОУ: 02070944

Місцезнаходження: вул. Володимирська, Київ, 01033, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Брик Тарас Михайлович

2. Taras M. Bryk

Кваліфікація: д. ф.-м. н., професор, член-кор. НАН України, 01.04.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4360-0634

Додаткова інформація: Web of Science Researcher ID: A-7780-2010; Scopus Author ID: 6701811056

Повне найменування юридичної особи: Інститут фізики конденсованих систем імені І. Р. Юхновського Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05540014

Місцезнаходження: вул. Свєнціцького, Львів, 79011, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Никируй Юлія Семенівна

2. Yuliia S. Nykyrui

Кваліфікація: к. ф.-м. н., с.д., 01.04.13

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5808-0857

Додаткова інформація: Scopus Author ID: 55382481900; https://scholar.google.com/citations?hl=en&user=GME2o9AAAAAJ; Web of Science Researcher ID: G-9913-2019

Повне найменування юридичної особи: Львівський національний університет імені Івана Франка

Код за ЄДРПОУ: 02070987

Місцезнаходження: вул. Університетська, Львів, 79000, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Штаблавий Ігор Іванович

2. Ihor I. Shtablavyi

Кваліфікація: д. ф.-м. н., професор, 01.04.13

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-8027-9221

Додаткова інформація: Scopus Author ID: 6504707780; Web of Science Researcher ID: F-1180-2019; https://scholar.google.com.ua/citations?user=VeT6gvAAAAAJ&hl=uk&authuser=1

Повне найменування юридичної особи: Львівський національний університет імені Івана Франка

Код за ЄДРПОУ: 02070987

Місцезнаходження: вул. Університетська, Львів, 79000, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Мудрий Степан Іванович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Мудрий Степан Іванович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Жак Ольга Володимирівна
Реєстратор	Юрченко Тетяна Анатоліївна
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна