

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0225U001018

Державний реєстраційний номер: 0122U000397

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 23-01-2025

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 1

Назва етапу: Розробка зносостійких електропровідних композиційних матеріалів і покриттів на основі МАХ фаз для потреб електротехніки, авіації, та водневої енергетики.

Початок етапу: 01.2022

Закінчення етапу: 12.2024

Вид звітнього документа: Остаточний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Інститут надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417377

Місцезнаходження: вул. Автозаводська, буд. 2, м. Київ, 04074, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380444688625

IV. Відомості про співвиконавців ДіР

V. Відомості про замовника ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Національна академія наук України

Код за ЄДРПОУ: 00019270

Місцезнаходження: вул. Володимирська, буд. 54, м. Київ, 01601, Україна

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380442343243

VI. Джерела, напрями та обсяги фінансування ДіР

Підстава для проведення ДіР: 34 - договір (замовлення) з центральним органом виконавчої влади, академією наук (головними розпорядниками бюджетних коштів на проведення НДДКР)

Напрямок фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

7713 - кошти держбюджету

Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК): 6541030

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 1520.717

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

III-7-22 (0785) Розробка зносостійких електропровідних композиційних матеріалів і покриттів на основі MAX фаз для потреб електротехніки, авіації, та водневої енергетики

Назва роботи англійською:

Development of wear-resistant electrically conductive composite materials and coatings based on MAX phases for the needs of electrical engineering, aviation, and hydrogen energy

Реферат українською:

Досліджено процеси синтезу масивних MAX матеріалів Ti_3AlC_2 (90 -94 ваг.%) для ковзних струмознімачів, а також цілого ряду мішеней (катодів) на основі MAX фаз систем $(\text{Ti}, \text{Cr}, \text{V}, \text{Mo}, \text{Nb})-(\text{Al}, \text{Sn})-\text{C}$ для нанесення покриттів вакуумно-дуговим і магнетронним методом. В умовах вільного спікання та гарячого пресування синтезовано високоентропійні карбідні фази з вмістом 5 металів ($\text{TiVNbMoAl}_{1,1}\text{C}_{2,7}$ та $\text{TiVCrMoAl}_{1,1}\text{C}_{2,7}$), які мають мікротвердість відповідно до зазначеної стехіометрії 15 ГПа і 18 ГПа, а тріщиностійкість на рівні 4,6 МПа·м^{1/2} і 3,7 МПа·м^{1/2}. Встановлено, що вакуумно-дугове покриття, нанесене з мішені MAX фази Ti_2AlC на підкладку з титанового сплаву VT1-0, вакуумно-дугове покриття, нанесене з мішені на основі MAX фази $(\text{Ti}_{0,98}\text{Nb}_{0,02})\text{AlC}$ на підкладку з титанового сплаву OT4-1, та магнетронне гібридне покриття з одночасним осадженням MAX фази Ti_2AlC і Cr на підкладку з титанового сплаву OT4-1 повністю задовольняють вимогам до інтерконектів паливних комірок (твердотільних SOFC і легких розплавлених карбонатних паливних елементів MCF). Окрім того вакуумно-дугове покриття з мішені на основі MAX фази Ti_2AlC забезпечує підвищення у 2 рази зносостійкості сталі 15X16K5H2MBΦAB-III і титанового сплаву BT8 за температури 500 °C, а також підвищення майже в 5 разів спротиву цих сплавів багатоциклової фретинг-втоми.

Реферат англійською:

The synthesis processes of massive MAX materials Ti_3AlC_2 (90 -94 wt.%) for sliding current collectors, as well as a number of targets (cathodes) based on MAX phases based on $(\text{Ti}, \text{Cr}, \text{V}, \text{Mo}, \text{Nb})-(\text{Al}, \text{Sn})-\text{C}$ system to use as vacuum-arc and magnetron coatings were investigated. High-entropy carbide phases containing 5 metals ($\text{TiVNbMoAl}_{1,1}\text{C}_{2,7}$ and $\text{TiVCrMoAl}_{1,1}\text{C}_{2,7}$), which have microhardness according to the specified stoichiometry of 15 GPa and 18 GPa, and crack resistance at the level of 4.6 MPa·m^{1/2} and 3.7 MPa·m^{1/2} were synthesized by means of free sintering and hot pressing. It was found that vacuum-arc coating deposited from the MAX phase Ti_2AlC target on the VT1-0 titanium alloy substrate, vacuum-arc coating deposited from the MAX phase $(\text{Ti}_{0.98}\text{Nb}_{0.02})\text{AlC}$ target on the OT4-1 titanium alloy substrate, and magnetron hybrid coating with simultaneous deposition of the MAX phase Ti_2AlC and Cr on the OT4-1 titanium alloy substrate fully satisfy the requirements for fuel cell interconnects (solid-state SOFC and light molten carbonate fuel cells MCF). In addition, vacuum-arc coating from the MAX phase Ti_2AlC target provides a 2-fold increase in the wear resistance of 15X16K5H2MBΦAB-III steel and BT8 titanium alloy at 500 °C, as well as an almost 5-fold increase in the resistance of these alloys to multi-cycle fretting fatigue.

Індекс УДК: 691-419

Коди тематичних рубрик: 67.09.55

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Пріхна Тетяна Олексіївна

Науковий ступінь: д. т. н.

Вчене звання: професор, академік НАНУ

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

VIII. Наукова (науково-технічна) продукція (НТП)

Назва НТП українською: Масивні MAX-матеріали Ti₃AlC₂. Мішені (катоди) на основі MAX-фаз.

Покриття з MAX-фаз на поверхні титанових сплавів і сталі.

Назва НТП англійською: Bulk MAX materials Ti₃AlC₂. Targets (cathodes) based on MAX phases. Coatings from MAX phases on the surface of titanium alloys and steels.

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Матеріали

Галузь застосування: Електротехніка, авіація, воднева енергетика.

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Масиви MAX матеріали для ковзних струмознімачів. Мішені (катоди) на основі MAX фаз систем (Ti,Cr,V,Mo,Nb)-(Al,Sn)- C для нанесення покриттів вакуумно-дуговим і магнетронним методом. Покриття з вмістом MAX фаз Ti₂AlC (Ti_{0,98}Nb_{0,02})AlC та Ti₂AlC+Cr на поверхні титанових сплавів і сталей для виготовлення інтерконнектів паливних комірок (твердотільних SOFC і легких розплавлених карбонатних паливних елементів MCF) та зносостійких трибовузлів газотурбінних двигунів.

Соціально-економічна спрямованість НТП: Створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Не впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу: 01.2025

Закінчення етапу: 12.2025

Споживачі продукції: Електротехніка, авіація, воднева енергетика.

Перспективні ринки: Україна, Європа

Характер співробітництва з інвестором

Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:

Права, що надаються інвестору після завершення роботи:

Наявність бізнес-плану:

Техніко-економічне обґрунтування:

Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:

Очікуваний термін окупності (років):

Додаткова інформація:

IX. Бібліографічний опис

- V. Podhurska, O.Kuprin, T. Prikhna , O. Ostash, D.Pohl, M. Karpets, V. Sverdun, T. Serbeniuk, R. Chepil, P. Potapov, S. Ponomarov. Development of oxidation-resistant and electrically conductive coating of Ti–Al–C system for the lightweight interconnects of solid oxide fuel cells //HELIYON. – 2024. – Vol. 10, Is. 1. – P. e23275.
- V. Podhurska, O. Kuprin, M. Bortnitskaya, O. Ostash, T. Prikhna, R. Chepil, V. Sverdun, I. Kolodiy, V. Belous Structural and Tribology Properties of TiAl–C Coatings Deposited by Vacuum Arc Method //Solid State Phenomena. – 2024. – Vol. 355. – P. 107–115.
- E.N. Reshetnyak, A.S. Kuprin, T.A. Prikhna, M.A. Bortnitskaya, V.A. Belous Synthesis, structure and protective properties of PVD MAX phase coatings. A REVIEW. PART I. MAX PHASE COATINGS DEPOSITION //Problems of Atomic Science and Technology. – 2023. – N5,(147). – P. 111–125.
- Grib A., Petrushenko S., Dukarov S., Prikhna T., Serbenyuk T. The study of homogeneity of the hexagonal Ti₃AlC₂ phase with inclusions of the titanium 129 carbide //Low Temperature Physics. – 2023. – Vol 49, Is.4. – P. 433–437, DOI: 10.1063/10.0017583.
- A. Grib, Alexander, G. Khadzhai, S. Petrushenko, S. Dukarov, M. Kislitsa, T. Prikhna, T. Serbenyuk, A. Samsonik, V. Sukhov, R. Vovk The electrical resistivity of multiphase systems based on the Ti₃AlC₂ hexagonal phase at low temperatures // Physica Status Solidi (B) Basic Research. – 2023. – vol. 260, Is.2. – P. 2200298, DOI:10.1002/pssb.202200298.
- V.Ya. Podhurska, T.O. Prikhna, O.P. Ostash, V.B. Sverdun, A.S. Kuprin, T.B. Serbeniuk, M.A. Bortnitskaya Investigation of long-term oxidation resistance of titanium alloys with a coating based on Ti–Al–C system nanocomposites // Springer Proceedings in Physics. – vol. 279. – P. 59 – 662023, 10th International Research and Practice Conference on Nanotechnology and Nanomaterials, NANO 2021 Lviv, 25 –27 August 2021 Code 292649. DOI: 10.1007/978-3-031-18096-5_6.
- В. Я. Подгурська, О.С. Купрін, Р.В. Чепіль, О.П. Осташ, Т.О. Пріхна, В.Б. Свєрдун, М.О. Бортницька Фізико-механічні властивості покриттів на основі MAX фаз Ti₂AlC і (Ti, Nb)₂AlC при 20°C і 500°C //Фізикохімічна механіка матеріалів. – 2023. – №1. – С. 14.
- A. Grib, A. Samsonik, T. Prikhna, T. Serbenyuk Parameters of the unit cell of the Ti₃AlC₂ MAX-phase with hydrogen //Physica Status Solidi (B) Basic Researchthis link is disabled.–2022.–Vol. 259, Is.10.–P.2200085 <https://doi.org/10.1002/pssb.202200085>
- O.P. Ostash, T.O. Prikhna, V.Ya. Podhurska, O.S. Kuprin, M.V. Karpets, V.B. Sverdun, B.D. Vasylyv, T.B. Serbenyuk Light interconnects for mediumtemperature (550–650°C) solid-oxide fuel cells //Materials Science. – 2022. – Vol. 57. – P. 215–220.

Х. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Туркевич Володимир Зіновійович

д. х. н., 02.00.04

Перелік осіб-виконавців

Андрущук Олександр Олексійович

Барвіцький Павло Петрович

(к. т. н., 05.02.01)

Боримський Іван Олександрович

Боримський Олександр Іванович

(к.т.н., 05.02.01)

Білорусець Віктор Валерійович

Верзун Майя Вікторівна

Гузій Сергій Григорович

(к. т. н.)

Зіміч Тетяна Володимирівна

(к.т.н., 05.02.01)

Карпець Мирослав Васильович

(д. ф.-м. н., 01.04.07)

Касаткін Олександр Леонідович

(д.ф.-м.н., 01.04.07, 01.04.22)

Куш Вадим Васильович

Локаткіна Анастасія Станіславівна

Марченко Анатолій Антонович

Маценко Олександра В'ячеславівна

(к. т. н.)

Монастирьов Микола Костянтинович

(05.02.01)

Мошіль Віктор Євгенович

(к. т. н., 05.02.01)

Полікарпова Лілія Олександрівна

Пономарьов Семен Семенович

(к. ф.-м. н.)

Присяжна Олена Володимирівна

(к.х.н., 02.00.01)

Рожко Катерина Іванівна

Садовський Ярослав Валерфйович

Свердун Володимир Богданович

(к.т.н., 05.02.01)

Свердун Ніна Володимирівна

Сербенюк Тетяна Богданівна

(к.т.н., 05.02.01)

Сергієнко Ніна Віталіївна

Телешов Андрій Іванович

Шатернік Антон Володимирович

(к. т. н., 05.02.01)

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Сінчук А.В.

Телефон

+38 (066) 960-69-76

Реєстратор

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

