

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0225U000416

Державний реєстраційний номер: 0122U002139

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 11-01-2025

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 1

Назва етапу: Розроблення нових наноструктурованих композитів на основі систем Ni-Co, Ni-Co-Al та Ti-Al-S з підвищеними фізико-хімічними і механічними характеристиками

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): Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534506

Місцезнаходження: вул. Наукова, буд. 5, м. Львів, Львівська обл., 79060, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380322637049, 380322633088, 380322637038, 380322649427

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.): 5149.643

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Розроблення нових наноструктурованих композитів на основі систем Ni-Co, Ni-Co-Al та Ti-Al-C з підвищеними фізико-хімічними і механічними характеристиками

Назва роботи англійською:

Development of new nanostructured composites based on Ni-Co, Ni-Co-Al and Ti-Al-C systems with improved physicochemical and mechanical characteristics

Реферат українською:

В результаті НДР виконано всі поставлені завдання та отримано наступні фундаментальні та прикладні результати: - Оптимізовано способи синтезу поліметалевих нанопорошків на основі Ni та Co методами вилуговування та хімічного відновлення. X-променевою дифракцією, низькокутовим розсіюванням X-променів, а також методами SEM, BET визначено рівень наноструктурованості синтезованих матеріалів. - Підтверджено наявність електрохімічної сорбції-десорбції водню наноматеріалами на основі Ni та Co. Показано позитивний вплив додатків нано-Ni/Co/Fe на характеристики композитних МГ-електродів. - Вперше показано наявність сорбції водню з газової фази синтезованими матеріалами за нормальних умов (кімн. т-ра, тиск H₂ – 1...10 атм), при цьому ступінь неупорядкованості в ряді кристалічний-нанокристалічний-аморфний стан корелює зі схильністю до наводнювання. - Синтезовані поліметалеві наносистеми на основі d-елементів (Fe, Co, Ni) апробовані як каталізatori гідролізного генерування водню з борогідриду натрію та композитів на основі гідриду магнію. Розроблено наноструктурований бікомпонентний каталізатор для пристрою “гідролізний блок – ПК”. - Встановлено, що унікальним поєднанням високих жаростійкості ($D_m/S = 0,05 \text{ мг/см}^2$) і поверхневої електропровідності ($s = 1,02 \cdot 10^6 \text{ См/м}$) за тривалої (1000 год.) витримки при 600°C у повітрі володіє наноструктуроване покриття на титановому сплаві ОТ4-1, отримане методом магнетронного осадження одночасно MAX фази Ti₂AlC і хрому, використовуючи при цьому попереднє модифікування поверхні підкладки йонами хрому і осадження підшару хрому. - Встановлено, що вакуумно-дугове наноструктуроване покриття на основі MAX фази Ti₂AlC дозволяє підвищити зносостійкість сталі 15X16K5H2MBФAB-Ш при 500°C у 2 рази, а опір фретинг-втомі при 20°C в 4,8 рази. Деталі авіаційних двигунів, оброблені згідно запропонованої технології, передано на стендові випробування на Луцькому заводі ТОВ «ЛПЗ «Мотор».

Реферат англійською:

As a result of the SRW, all the tasks were completed, and the following fundamental and applied results were obtained: - The methods of synthesis of polymetallic nanopowders based on Ni and Co by leaching and chemical reduction methods were optimized. The synthesized materials were characterized by X-ray diffraction, low-angle X-ray scattering, SEM and BET methods. - The presence of electrochemical sorption-desorption of hydrogen by Ni- and Co-based nanomaterials was confirmed. The positive effect of Ni/Co/Fe nano-additives on the characteristics of MH-composite electrodes was shown. - The presence of hydrogen sorption from the gas phase by synthesized materials under normal conditions (room temperature, H₂ pressure – 1...10 atm) was shown for the first time, while the degree of disorder in the series crystalline nanocrystalline-amorphous state correlates with the tendency to hydrogenation. - The synthesized polymetal nanosystems based on d-elements (Fe, Co, Ni) have been tested as catalysts for hydrogen generation via hydrolysis of sodium borohydride and composites based on magnesium hydride. A nanostructured bicomponent catalyst for the “hydrolysis block – PC” device has been developed. - A nanostructured coating on titanium alloy OT4-1 was obtained by magnetron sputtering of the MAX phase Ti₂AlC and chromium simultaneously using preliminary modification of the substrate surface with chromium ions and deposition of a chromium sublayer. It was found that this coating possesses a unique combination of high heat resistance ($D_m/S = 0.05 \text{ mg/cm}^2$) and surface electrical conductivity ($s = 1.02 \cdot 10^6$

Sm/m) during long-term (1000 h) exposure at 600°C in air. - It was established that the vacuum-arc nanostructured coating based on the MAX phase Ti₂AlC allows to increase the wear resistance of steel 15X16K5H2MBФАБ-III at 500°C by 2 times and the resistance to fretting fatigue at 20°C by 4.8 times. Parts of aircraft engines processed according to the proposed technology were transf

Індекс УДК: 621.039.533.6, 539.4:620.2

Коди тематичних рубрик: 44.31.39, 30.19.57

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Завалій Ігор Юліянович

Науковий ступінь: д. х. н.

Вчене звання: професор

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

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

Назва НТП українською: Нанопорошки на основі перехідних металів та сплавів систем Ni-Co та Ni-Co-Al. Ефективні електродні та воденьгенеруючі матеріали з покращеними робочими параметрами.

Конструкційні матеріали і покриття на основі наноламінатних MAX фаз системи Ti-Al-C з підвищеними характеристиками міцності, зносотривкості, електропровідності і стійкості до ерозії поверхні за впливу механічних навантажень та електричної дуги.

Назва НТП англійською: Nanopowders based on transition metals and alloys of the Ni-Co and Ni-Co-Al systems. Effective electrode and hydrogen-generating materials with improved operating parameters. Structural materials and coatings based on nanolaminate MAX phases of the Ti-Al-C system with increased characteristics of strength, wear resistance, electrical conductivity and resistance to surface erosion under the influence of mechanical loads and electric arc.

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Матеріали

Галузь застосування: 72.19 Дослідження й експериментальні розробки у сфері інших природничих і технічних наук (енергетика, обробна промисловість)

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Проведено синтез та дослідження металевих нанопорошків та їх воденьсорбційних властивостей, зокрема індивідуальних компонентів та сплавів в системах Ni-Co та Ni-Co-Al та поліметалевих наносистем на основі d-елементів (Fe, Co, Ni), що апробовані як каталізатори гідролізного генерування водню з борогідриду натрію та композитів на основі гідриду магнію. Вперше показано наявність сорбції водню з газової фази синтезованими матеріалами за нормальних умов (кімн. т-ра, тиск H₂ – 1...10 атм). Ступінь невпорядкованості (кристалічний-нанокристалічний-аморфний стани) корелює зі схильністю до наводнювання. Підтверджено наявність електрохімічної сорбції-десорбції водню наноматеріалами на основі Ni та Co. Показано позитивний вплив додатків нано-Ni/Co/Fe на характеристики композитних МГ-електродів. Встановлено, що наноструктуроване покриття на титановому сплаві OT4-1, отримане вакуумно-дуговим напиленням з мішені на основі MAX фази (Ti_{0,98}Nb_{0,02})₂AlC, забезпечує високу (1,22.10⁴ См/м) поверхневу електропровідність в окисненому стані, високу жаростійкість (Dm/S = 0,05 мг/см²) і поверхневу електропровідність (s = 1,02.10⁶ См/м) за тривалої (1000 год) витримки при 600°C у повітрі. Обґрунтовано технологічний режим нанесення наноструктурованого покриття вакуумно-дуговим напиленням з мішені на основі MAX фази Ti₂AlC на сталь 15X16K5H2MBФАБ-III, яку застосовують для трибовузлів авіаційних газотурбінних двигунів. Встановлено, що таке покриття забезпечує зниження питомої швидкості зношування W при 20 °C в 1,5 рази, при 500 °C – у 2 рази, а також підвищення опору фретинг-втомі при 20 оC в 4,8 рази. Трибологічні характеристики цього покриття на 30...50 % кращі порівняно з традиційно використовуваним покриттям TiN.

Соціально-економічна спрямованість НТП: Розвиток вітчизняної енергетики, оборонна промисловість.

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу: 01.2024

Споживачі продукції: Стартапи та підприємства військово-оборонного комплексу України, КБ “Південне”, Міноборони України Впроваджено НТП на підприємствах – ТОВ «ЛРЗ «Мотор», ДП «Івченко-Прогрес»

Перспективні ринки: Україна, країни ближнього зарубіжжя/ЄС

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

1. Kytsya A., Berezovets V., Verbovytskyi Yu., Bazylyak L., Kordan V., Zavaliy I., Yartys V. Bimetallic Ni-Co nano-particles as an effective catalyst of hydrogen generation via hydrolysis of NaBH_4 // «Journal of Alloys and Compounds». – 2022. – v.908 – ID 164484 (9 pp.) – Q1.
2. Yu. Verbovytskyi, Kh. Vlad, I. Zavaliy, V. Hreb, O. Kononiuk, New multiphase R-Mg-Ni based alloys with non-super and super stacking structures as a promising negative electrodes for Ni-MH batteries // Journal of Energy Storage 96 (2024) 112740 (1-18 pp). – Q1.
3. Podhurska V., Kuprin O., Prikhna T., Ostash O., Pohl D., Karpets M., Sverdun V., Serbeniuk T., Chepil R., Potapov P., Ponomarov S. Development of oxidation-resistant and electrically conductive coating of Ti-Al-C system for the lightweight interconnects of solid oxide fuel cells. Heliyon. □ 2023. □ 10, № 1. □ e23275. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e23275 – Q1.
4. F.D. Manilevich, Yu.K. Pirskey, A.V. Kutsyi, V.V. Berezovets, V.A. Yartys. Aluminium as an efficient energy storage substance for the catalysed generation of hydrogen from water. Journal of Energy Storage 96 (2024) 112748, 1-8. – Q1.
5. Kytsya A.R., Verbovytskyi Yu.V., Vlad H.I., Bazylyak L.I., Kordan V.M., Berezovets V.V., Zavaliy I.Yu., Synthesis and hydrogenation properties of Ni-Co bimetallic nanoparticles, Applied Nanoscience (Switzerland), 2023, Vol. 13, P. 5265 – 5276. – Q2.
6. Kytsya A., Bazylyak L., Zavaliy I., Verbovytskyi Yu., Zavaliy P. Synthesis, structure and hydrogenation properties of Ni-Cu bimetallic nanoparticles // Applied Nanoscience, 2022. – Vol. 12(4) – P. 1183–1190. – Q2.
7. Vlad Kh.I., Verbovytskyi Yu.V., Bogatyroyv V.M., Zavaliy I.Yu., Structure and electrochemical charge-discharge properties of Ni-Co-C nanocomposites, Materials Science, 2023, Vol. 58, P. 788-794. – Q3.
8. Kytsya Andriy, Bazylyak Liliya, Zavaliy Ihor. Numerical simulations of the kinetics of metal nanoparticles formation // International Journal of Chemical Kinetics, submitted – Q3.
9. І.Є. Марчук, І. Ю. Завалій, Т. М. Засадний. Наводнення нікелю та матеріалів на його основі (огляд). Фізико-хімічна механіка матеріалів. 2024. №6. – Q3.

10. Podhurska V. Ya., Kuprin O.S., Chepil R.V., Ostash O.P., Prikhna T.O., Sverdun V.B., Bortnytska M.O. Physicomechanical Properties of Coatings Based on Max Ti_2AlC and $(Ti, Nb)_2AlC$ Phases at 20°C and 500°C // Materials Science, 2023, v.59/4, pp.10–17. – Q3.
11. Ye. M. Brodnikovskiy, V. Ya. Podhurska, N. O. Lysunenko, D. M. Brodnikovskiy, I. O. Polishko, O. V. Bezdorozhev, A. A. Kyrysha, O. D. Vasylyev / The influence of the anode structure on the electrical properties of a solid oxide fuel cell Materials Science, 2024, vol. 59, № 4, pp. 443–450. – Q3.
12. Yu.V. Kovtun, A.S. Kuprin, V.Ya. Podhurska / Sputtering yields of TiC and MAX phase Ti_2AlC using Ne, Ar, Xe ions // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B, 2024, 554, 165433. – Q3.
13. V. Podhurska, O. Kuprin, M. Bortnitskaya, O. Ostash, T. Prikhna, R. Chepil, V. Sverdun, I. Kolodiy, V. Belous / Structural and Tribology Properties of Ti-Al-C Coatings Deposited by Vacuum Arc Method // Solid State Phenomena, 2024, 355, p. 107–115. – Q3.
14. T. Hafner, J. Hafner, F. Kimm, V. Bovda, O. Bovda, O. Kuprin, A. Pikalov, K. Lentsov, P. Schikhaylo, Y. Onyschuk, A. Tarasuk, V. Podhurska, B. Vasyliv, O. Shcheretsky, I. Vorona, R. Yavetskiy / Structural and Mechanical Properties of SiC-Rich By-Products of the Metal Grade Si Process // Materials Science Forum, 2024, Vol. 1113, p. 87–94. – Q3.

Х. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Назарчук Зіновій Теодорович

д. ф.-м. н., 05.02.10

Перелік осіб-виконавців

Базиляк Лілія Ігорівна

(к. х. н., 02.00.06)

Березовець Василь Васильович

(к. х. н.)

Борух Ігор Володимирович

(к.т.н.)

Вербовицький Юрій Володимирович

(к. х. н., 02.00.01)

Влад Христина Ігорівна

(м.н.с.)

Гаращенко Валерій Васильович

Дубов Юрій Георгійович

(м.н.с.)

Завалій Ігор Юліянович

(д. х. н., 02.00.01)

Засадний Тарас Миронович

(к.т.н.)

Кисилевський Лев Нестерович

Киця Андрій Романович

(д.х.н., 02.00.04)

Кононюк Олександр Петрович

(д.філософ, м.н.с.)

Косарчин Юрій Володимирович

Лютій Павло Ярославович

(к. х. н.)

Марчук Ірина Євгенівна

(д.філософ)

Осташ Орест Петрович

(д.т.н., 01.02.04, 05.02.01)

Перегінець Володимир Миколайович

Подгурська Вікторія Ярославівна

(к. т. н.)

Тепла Ніна Михайлівна

Чепіль Роман Володимирович

(к.т.н.)

Шаповалов Георгій Олександрович

Швед Марія Мар'янівна

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Заліско Михайло Іванович

Телефон

+38 (032) 229-65-75

Реєстратор

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

