

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0226U001518

Державний реєстраційний номер: 0123U100316

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 27-01-2026

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 3

Назва етапу: Вихідні дані до розробки технологічних процесів формування матеріалів з нано- та субмікронним структуруванням для компонентів "зеленої" водневої енергетики

Початок етапу: 01.2025

Закінчення етапу: 12.2025

Вид звітнього документа: Остаточний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, буд. 2, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61002, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380577076634

IV. Відомості про співвиконавців ДіР

V. Відомості про замовника ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Міністерство освіти і науки України

Код за ЄДРПОУ: 38621185

Місцезнаходження: проспект Перемоги, буд. 10, м. Київ, 01135, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Кабінет Міністрів України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380444813221

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: 2.2 - прикладні дослідження і розробки

Джерела фінансування

7713 - кошти держбюджету

Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК): 2201040

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 940.000
--

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Нові функціональні матеріали з нано- та субмікронним структуруванням для компонентів "зеленої" водневої енергетики

Назва роботи англійською:

New functional materials with nano- and submicron structure for components of "green" hydrogen energy

Реферат українською:

Розроблено теоретичні основи електрохімічного формування мультишарових каталітичних матеріалів без використання дорогоцінних або дефіцитних металів для лужного електролізу води з вихідним мультишаровим покриттям $[(\text{Zn-Ni-Cu})/(\text{Zn-Ni-Cu-Me}(\text{OH})_2)]_n$ і послідовним знецинкуванням. Створено методику прискорених випробувань стійкості електродів для виділення водню, що моделює умови флуктуації напруги і відключення живлення відновлюваним джерелом енергії. Вперше визначена можливість періодичної регенерації електродних матеріалів на основі сплавів Zn-Ni-Cu та їх гідроксосполук. Розроблено нові способи отримання композиційних мультишарових покриттів $[(\text{Zn-Ni})_{\text{base}}/(\text{Zn-Ni})_{\text{add}}]_n\text{-MWCNT}$ і $[(\text{Cu-Zn})_{\text{base}}(\text{Cu-Zn})_{\text{add}}]_n\text{-MWCNT}$ для більш тривалої експлуатації в жорстких умовах на деталях різної природи, в тому числі на сталі і магнітному сплаві NdFeB. Вперше експериментально встановлено умови формування однофазних квазікристалічних покриттів та кристалічних апроксимантних фаз (зокрема 2/1-апроксиманту) у плівках Ti-Zr-Ni, отриманих методом магнетронного осадження з подальшою термічною обробкою у вакуумі. Підтверджено високий потенціал квазікристалічних матеріалів Ti-Zr-Ni як водень-акумуляуючих середовищ, здатних до зворотного поглинання значних кількостей водню без утворення крихких гідридних фаз, що забезпечує їх структурну стабільність при циклічній експлуатації. Сформовано науково-технологічні передумови для отримання плівкових матеріалів на основі Mg-Si, що розглядаються як перспективні водень-акумуляуючі середовища. Отримані результати щодо формування плівкових матеріалів Mg-Si створюють науково-технологічну основу для подальшої оптимізації їх водень-акумуляуючих характеристик та зниження температури абсорбції/десорбції водню.

Реферат англійською:

The theoretical foundations of the electrochemical formation of multilayer catalytic materials without the use of precious or scarce metals for alkaline water electrolysis with an initial multilayer coating $[(\text{Zn-Ni-Cu})/(\text{Zn-Ni-Cu-Me}(\text{OH})_2)]_n$ and subsequent dezincification have been developed. A methodology is developed for accelerated testing of the stability of electrodes for hydrogen evolution, which simulates the conditions of voltage fluctuations and power outages from renewable energy sources. For the first time, the possibility of periodic regeneration of electrode materials based on Zn-Ni-Cu alloys and their hydroxo compounds is determined. New methods have been developed for obtaining composite multilayer coatings $[(\text{Zn-Ni})_{\text{base}}/(\text{Zn-Ni})_{\text{add}}]_n\text{-MWCNT}$ and $[(\text{Cu-Zn})_{\text{base}}(\text{Cu-Zn})_{\text{add}}]_n\text{-MWCNT}$ for longer operation in harsh conditions on parts of various nature, including steel and NdFeB magnetic alloy. For the first time, the conditions for the formation of single-phase quasi-crystalline coatings and crystalline approximant phases (in particular, 2/1-approximant) in Ti-Zr-Ni films obtained by magnetron sputtering followed by vacuum heat treatment have been experimentally established. The high potential of Ti-Zr-Ni quasi-crystalline materials as hydrogen storage media capable of reversibly absorbing significant amounts of hydrogen without the formation of brittle hydride phases, which ensures their structural stability during cyclic operation, has been confirmed. Scientific and technological prerequisites have been established for obtaining Mg-Si-based film materials, which are considered promising hydrogen storage media. The results obtained on the formation of Mg-Si film materials create a scientific and technological basis for further optimization of their hydrogen storage characteristics and reduction of hydrogen absorption/desorption temperatures.

Індекс УДК:621.793.1, 621.35; 661.417;628.165, 620.197; 621.793/.794, 621.35, 620.197, 621.793.1

Коди тематичних рубрик: 55.22.19.15, 61.13.25, 81.33.33

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Майзеліс Антоніна Олександрівна

Науковий ступінь: д. т. н.

Вчене звання: с.д.

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

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

Назва НТП українською: Каталітичні і захисні мультишаровні покриття та водень-акумулюючі плівки

Назва НТП англійською: Catalytic and protective multilayer coatings and hydrogen-accumulating films

НТП, яку передбачалося створити: Створено

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Матеріали

Галузь застосування: Енергетика; хімічна промисловість

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Розроблені каталітичні матеріали для лужного електролізу води з вихідним мультишаровим покриттям $[(\text{Zn-Ni-Cu})/(\text{Zn-Ni-Cu-Me}(\text{OH})_2)]_n$ і послідовним знецинкуванням. Розроблено нові способи отримання композиційних мультишарових покриттів на основі сплавів Zn-Ni та Cu-Zn з включенням MWCNT для більш тривалої експлуатації в жорстких умовах на деталях різної природи. Вперше експериментально встановлено умови формування однофазних квазікристалічних покриттів та кристалічних апроксимантних фаз (зокрема 2/1-апроксиманту) у плівках Ti-Zr-Ni, отриманих методом магнетронного осадження з подальшою термічною обробкою у вакуумі. Підтверджено високий потенціал квазікристалічних матеріалів Ti-Zr-Ni як водень-акумулюючих середовищ, здатних до зворотного поглинання значних кількостей водню та стабільних при циклічній експлуатації. Сформовано науково-технологічні передумови для отримання плівкових матеріалів на основі Mg-Si, що розглядаються як перспективні водень-акумулюючі середовища.

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: 01.2028

Закінчення етапу: 12.2030

Споживачі продукції: Енергетика, хімічна промисловість

Перспективні ринки: Україна, 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) Анодна стріппінг-вольтамперометрія в аналізі складу тонких плівок сплавів системи Cu-Ni-Zn : монографія / А.О. Майзеліс. – Харків : Видавництво Іванченка І. С., 2025. – 121 с. ISBN 978-617-8332-92-1.
- 2) Electrochemical formation of multilayer coatings: zinc-nickel alloys : monograph / A. Maizelis. – LAP LAMBERT Academic Publishing – in press.
- 3) Malykhin S.V., Kondratenko V.V., Zubarev E.N., Kopylets I.A., Konotopsky L.E., Fedchenko A.V., Hrevtsov V.V. X-ray diffraction study of substructure and phase transformation in quasicrystals of Ti-Zr-Ni system. Materials Chemistry and Physics. 2025. 131174. (Q1)
- 4) Malykhin S.V., Kondratenko V.V., Kopylets I.A., Tolmachova G.N., Surovitsky S.V., Konotopska N.V., Fedchenko A.V., Rudchenko S.O., Reshetnyak E.N., Minenkov A.A. Structure and mechanical properties of quasicrystalline and 2/1 approximant phases in Ti-Zr-Ni coatings. Materials Chemistry and Physics. 2024. Vol. 316. P. 129073. <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2024.129073> (Q1)
- 5) Structure and electrical conductivity of Ti-Zr-Ni films of quasicrystalline and related crystalline phases / [S.V. Malykhin, A.A. Minenkov, I.A. Kopylets, V.V. Kondratenko, G.Y. Khadzhay, R.V. Vovk, M.V. Kislitsa, S.V. Surovitskiy, S.S. Borisova] // Journal of Alloys and Compounds. – 2023. – Vol. 965. – 171386. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2023.171386> (Q1)
- 6) Sipatov, A., Konotopsky, L., Moroz, E., & Volobuev V. Interdiffusion in chalcogenide semiconductor superlattice nanostructures. Solid State Communications. 2025. Vol. 395, P. 115731. (Q2)
- 7) Makhlai V.A., Garkusha I. E., Malykhi S.V., Herashchenko S.S., Manuilenko O.V., Zajtsev B.V., Onishchenko I.N., Petrov Yu.V., Pavlii K.V., Yelisyeyev D.V., Shevchuk P.B., Volkova Yu.Ye., Kulik N.V., Siromolot Yu.V., Surovitskiy S.V., Wirtz M. Irradiation of sintered tungsten samples with combined helium ion beam and high-heat fluxes of qspa hydrogen plasma. Problems of Atomic Science and Technology. 2025. Vol. №1(155). P.75-78. (Q3)
- 8) Malykhin S.V., Konotopska N.V., Konotopsky L.E., Surovitskiy S.V., Starikov V.V., Grevzov V.V. Features of structure, substructure, and residual stress of Ti_{41.5}Zr_{41.5}Ni₁₇ quasicrystals quenched from liquid state. Problems of Atomic Science and Technology. 2024. Vol. 1(149). P. 89-93. <https://doi.org/10.46813/2024-149-089>. (Q3)
- 9) Devizenko O.Yu., Kopylets I.A., Malykhin S.V., Kondratenko V.V., Makhlai V.A., Garkusha I.E., Lytvinyuk D.V., Surovitskiy S.V. Multilayer tungsten/quasi-crystal Ti-Zr-Ni systems as promising materials of protective elements a fusion reactor. Problems of Atomic Science and Technology. 2024. Vol. 2(150). P. 28-33. <https://doi.org/10.46813/2024-150-028>. (Q3)
- 10) Pershyn Yu.P., Chumak V.S., Devizenko A.Yu., Zubarev E.N., Sevryukova V.A., Kyrylova N.O., Konotopskiy L.E. Diffusion processes in metal layers of Mo/Si multilayer X-ray mirrors during deposition. Problems of atomic science and technology. 2024. Vol. 5. P. 136-143. <https://doi.org/10.46813/2024-153-136>. (Q3)
- 11) Electrical resistivity of coatings of quasicrystalline and crystalline phases of the Ti-Zr-Ni system in the temperature range 4-300 K / [S.V. Malykhin, I.A. Kopylets, G. Ya. Khadzhay, V.V. Kondratenko, S.V. Surovitskiy, O. Yu. Devizenko, M.V. Kislitsa, Yu. S. Bogdanov, R.V. Vovk, S.S. Borisova] // Low Temperature Physics. – 2023. – Vol. 11. – P. 1245 – 12491. (Q3). <https://doi.org/10.1063/10.0021368>
- 12) Artemenko V. Influence of phase composition of Zn-Ni film on the corrosion resistance of zinc coating / V. Artemenko, A. Khomenko, A. Maizelis // Surface Engineering and Applied Electrochemistry. – 2023. – Vol. 59. – No 1. – P. 90-95. (Q3). <https://link.springer.com/article/10.3103/S1068375523010027>
- 13) Майзеліс А.О., Степанова Д.Л. Спосіб електроосадження мультишарового мідно-цинкового покриття: пат. на кор. мод. № 159141 Україна: МПК(2024) C25D3/56, C25D5/10. № u202404090; заявл. 15.08.2024; опубл. 15.08.2024, Бюл. 18.

- 14) Майзеліс А.О. Спосіб електроосадження багат шарового цинк-нікелевого покриття: пат. на кор. мод. № 158575 Україна: МПК(2024) C25D3/56, C25D5/10. № u202401792; заявл. 09.04.2024; опубл. 26.02.2025, Бюл.№ 9. 4 с.
- 15) Михайлов І.Ф., Кондратенко В.В., Михайлов А.І., Конотопський Л.Є. Спосіб визначення поверхневої густини покриття на підкладці: пат. на винахід № 129251 Україна: МПК(2024) G01N9/36, G01N21/64, G01N23/20, G01N23/223. № a202202659; заявл. 25.07.2022; опубл. 31.01.2024, Бюл. № 5. 3 с.
- 16) Чумак В.С., Кириллова Н.О., Першин Ю.П., Конотопський Л.Є., Сіпатов О.Ю., Копилець І.А., Севрюкова В.А. Спосіб засвічування фоторезисту в рентгенівській літографії: пат. на кор. мод. № 158788 Україна: МПК(2024) G03F1/22, G03F7/00. № u202403547; заявл. 09.07.2024; опубл. 19.03.2025, Бюл. № 12. 4 с.
- 17) Першин Ю.П., Сіпатов О.Ю., Девізенко О.Ю., Копилець І.А., Чумак В.С., Конотопський Л.Є. Спосіб прецизійного контролю товщини тонких шарів: пат. на кор. мод. 157146 Україна: МПК6 G01N23/00, C23C14/35, C23C28/00. № u202306200; заявл. 19.12.2023; опубл. 12.09.2024, Бюл. № 37.
<https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1817653/>
- 18) Пат. на винахід № 127551 Україна, МПК C25D 3/56, C25D 5/10, C25D 5/18. Спосіб визначення швидкості контактного обміну / А.О. Майзеліс; заявник та патентовласник НТУ "ХПІ". – № 127551; заяв. 02.08.2021; опубл. 04.10.2023, Бюл. №40.
- 19) Пат. на кор. мод. № 152319 Україна, МПК C 25 D 3/58. Спосіб електроосадження покриття сплавом Cu-Zn / А.О. Майзеліс; заявник та патентовласник НТУ "ХПІ". – № u202202568; заяв. 18.07.2022; опубл. опубл. 11.01.2023, Бюл. №2.
- 20) Пат. на кор. мод. № 153084 Україна, МПК (2023.01) C21D 9/46 (2006.01), C21D 9/48 (2006.01), C23C 14/00, C23C 14/06 (2006.01), C23C 14/22 (2006.01). Спосіб виготовлення товстих міцних покриттів на основі сплаву TiZrNi / І.А. Копилець, С.В. Малихін, О.Ю. Девізенко, Г.В. Федченко, С.В. Суровицький; заявник та патентовласник НТУ "ХПІ". – № u202204282; заяв. 11.11.2022; опубл. опубл. 17.05.2023, Бюл. №20.

Х. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Марченко Андрій Петрович
д. т. н., 05.05.03

Перелік осіб-виконавців

Безверха Марія Олегівна
Гревцов Віктор Володимирович
Конотопський Леонід Євгенович
(к.ф.-м.н., 01.04.07)
Красулевська Катерина Андріївна
Паламарчук Олександр Ігорович
Степанова Дар'я Леонідівна
Суровицький Сергій Вікторович
Чернова Єлизавета Олексіївна

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Гуренко Юлія Іванівна

Телефон

0506098392

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна