Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U003233

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 31-07-2025

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: № НСВС/72/25 від 23.09.2025

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Забалуєв Андрій Сергійович
2. Andrii Zabaluiev

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 161

Назва наукової спеціальності: Хімічні технології та інженерія

Галузь / галузі знань: хімічна та біоінженерія

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Хімічні технології та інженерія

Дата захисту: 03-09-2025

Спеціальність за освітою: Хімічні технології та інженерія

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 10617

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

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

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 31.15.33.05, 31.15.33.09

Тема дисертації:

1. Електроформування поліфункціональних нікелевих покриттів
2. Electroforming of multifunctional nickel coatings

Реферат:

1. Дисертаційна робота присвячена дослідженню водних цитратних електроліт та електролітів на основі НЕР реліну для електроосадження нікелевих та нікель-вольфрамових покриттів, а також електрохімічних, механічних, протикорозійних та каталітичних властивостей покриттів, отриманих із відповідних електролітів. На основі ІЧ-спектроскопічних та 1НЯМР досліджень доведено формування реліну при приготуванні електроліту на основі низькотемпературної евтектичної суміші холін хлориду та карбаміду у молярному співвідношенні 1:2 М. Здійснені порівняльні дослідження процесів електроосадження нікелевих та нікель-вольфрамових покриттів із водних цитратних електролітів та електролітів на основі НЕР - реліну. Встановлено, що при молярному співвідношенні іонів нікелю до вольфрамату 0,75 : 0,07 М у водному цитратному електроліті при збільшенні густини струму в інтервалі 0,5...5 А/дм2 вміст вольфраму у нікелевому покритті зменшується від 16,3 мас.% до 6,14 мас.%. З одного боку співосадження вольфраму у

нікелевий сплав супроводжується деполяризацією катодного процесу, з іншого боку відбувається подрібнення кристалічної структури покриття. Розмір кристалічного зерна для електроосаджених нікелевих покриттів товщиною 20 мкм варіюється в межа 2…5 мкм, а для нікель-вольфрамового сплаву із вмістом вольфраму 14 мас.% у межах 0,5…2 мкм. У цілому виходи за струмом як нікелю, так і нікель вольфрамового сплаву становлять близько 95 % і відповідають таким, що досягаються при класичному гальванічному нікелюванні з електроліту Уотса. При електроосадженні нікелевих покриттів з електроліту на основі реліну отримано напівблискучі покриття з виходом за струмом близько 40 %, товщиною до 5 мкм. У цілому з електроліту на основі низькотемпературної евтектичної суміші електроосаджується більш грубокристалічні нікелеві осади ніж з водного цитратного електроліту. Розмір кристалічних зерен зростає від 5 до 15 мкм при відповідній товщині покриття 20 мкм. Циклічні вольтамперні криві, отримані в чистому розчиннику на платиновому електроді, свідчать про можливість електрохімічного відновлення на катоді евтектичної суміші в області потенціалів електроосадження нікелю. Це у свою чергу може бути причиною відсутності співосадження вольфраму у сплав та малого виходу за струмом електроосадження нікелю. На основі потенціодинамічних вольтамперних вимірювань при електроосадженні нікелевих покриттів, доведено, що основним фактором впливу на перенапругу виділення металу є температура. Виявлено, що збільшення швидкості сканування потенціалу не призводить до виникнення чітко виражених максимумів граничного струму притаманних контролюючій дифузійній стадії, і може бути пов'язане як із маскуючим впливом побічного процесу виділення водню, так і наслідком переважаючого контролю стадії дисоціації комплексних іонів на основі нікелю. Визначено, що відсутність вираженого максимуму граничної густини струму є притаманним як водним цитратним, так і електролітам нікелювання на основі реліну. Досліджено вплив введення легуючого компонента - вольфраму, складу електроліту та природи розчинника на фізико-механічні властивості гальванічних покриттів на основі нікелю. SEM-дослідження морфології покриттів на основі нікелю показали, що з водних електролітів осаджуються більш дрібнокристалічні покриття ніж з неводних електролітів на основі НЕР. Для покриттів зі сплаву нікель-вольфрам, з вмістом вольфраму 14,6 мас.%, електроосаджених з водного цитратного електроліту та нікелевих покриттів осаджених з електроліту на основі НЕР мікротвердість зростає у два рази, а модуль Юнга зростає на 10…20 ГПа у порівнянні з відповідними характеристиками для гальванічних нікелевих покриттів осаджених з електроліту Уотса. На основі методів повторного багаторазового дряпання та безперервного вдавлювання та сканування індентором Берковича встановлено, що нікелеві та нікель-вольфрамові покриття також володіють підвищеною зносостійкістю з огляду на найменші осциляційні значення сили тертя та ширину канавок вдавлювання індентора. Таким чином встановлено, що найменша швидкість корозії та найбільша мікротвердість спостерігається для нікелевих та нікель-вольфрамових покриттів отриманих з водного цитратного електроліту. Встановлено, що нікелеві покриття отримані з електроліту на основі НЕР є корозійно нестабільними в хлоридному середовищі. Високі швидкості корозійного руйнування можуть пояснюватись особливостями кристалічної структури, наявністю тріщин та продуктів розкладу електроліту на основі НЕР в покритті. Проведені порівняльні прискорені корозійні випробування захисних властивостей та корозійної стійкості гальванічних нікелевих покриттів в камері оцтово-сольового туману. Сформульовані рекомендації, що при електроосадженні високо корозійностійких нікелевих покриттів слід уникати введення в електроліт сульфорогенних добавок, таких як сахарин. Проте відповідні блискучі сульфоровмісні покриття можуть бути використані як підшар з метою підвищення захисних властивостей нікелевих покриттів в цілому.

2. The dissertation is devoted to the study of aqueous citrate electrolytes and electrolytes based on a deep eutectic solvent (DES) reline for the electrodeposition of nickel and nickel-tungsten coatings, as well as the electrochemical, mechanical, anticorrosion, and catalytic properties of coatings obtained from the respective electrolytes. Based on IR spectroscopic and 1H NMR studies, the formation of reline during the preparation of the electrolyte based on a low-temperature eutectic mixture of choline chloride and urea in a molar ratio of 1:2 M has been proven. Comparative studies of the electrodeposition processes of nickel and nickel-tungsten coatings from aqueous citrate electrolytes and electrolytes based on a deep eutectic solvent (reline) were carried out. It was

established that at a molar ratio of nickel ions to tungstate of 0,75 : 0,07 M in the aqueous citrate electrolyte, with an increase in current density in the range of 0,5...5 A/dm², the tungsten content in the nickel coating decreases from 16,3 wt.% to 6,14 wt.%. On the one hand, the co-deposition of tungsten into the nickel alloy is accompanied by depolarization of the cathodic process; on the other hand, it leads to the refinement of the crystalline structure of the coating. The grain size for electrodeposited nickel coatings with a thickness of 20 μm varies within 2...5 μm, and for nickel-tungsten alloy with a tungsten content of 14 wt.% – within 0.5...2 μm. In general, the current efficiencies for both nickel and nickel-tungsten alloy are about 95%, which corresponds to those achieved in a Watts nickel plating bath. During electrodeposition of nickel coatings from the DES-based electrolyte, semi-bright coatings with a current efficiency of about 40% and a thickness up to 5 μm were obtained. In general, electrodeposition from the low-temperature eutectic mixture-based electrolyte produces coarser-grained nickel deposits than from the aqueous citrate electrolyte. The grain size increases from 5 to 15 μm at a coating thickness of 20 μm. Cyclic voltammetry curves obtained in the pure DES on a platinum electrode indicate the possibility of electrochemical reduction of the eutectic mixture at the cathode in the potential region of nickel electrodeposition. This, in turn, may be the reason for the absence of tungsten co-deposition into the alloy and the low current efficiency of nickel electrodeposition. Potentiodynamic voltammetry measurements during nickel electrodeposition have shown that the main factor influencing the metal deposition overpotential is temperature. It was found that increasing the potential scan rate does not lead to the appearance of well-defined limiting current maxima typical for a diffusion-controlled stage, which may be associated both with the masking effect of the side hydrogen evolution process and with the predominant control of the dissociation stage of nickel-based complex ions. It was determined that the absence of a pronounced limiting current density maximum is characteristic of both aqueous citrate and reline-based nickel plating electrolytes. The influence of the introduction of an alloying component (tungsten), electrolyte composition, and solvent nature on the physical and mechanical properties of nickel-based coatings was studied. SEM investigation of the morphology of nickel-based coatings showed that finer-grained coatings are deposited from aqueous electrolytes than from non-aqueous electrolytes based on DES. For nickel-tungsten alloy coatings with a tungsten content of 14,6 wt.% electrodeposited from aqueous citrate electrolyte, as well as for nickel coatings deposited from a deep eutectic solvent DES-based electrolyte, the microhardness increases twofold, and the Young's modulus increases by 10–20 GPa compared to the corresponding characteristics of electroplated nickel coatings deposited from Watts electrolyte. Based on repeated scratch tests and continuous indentation and scanning with a Berkovich indenter, it was established that both nickel and nickel-tungsten coatings also exhibit enhanced wear resistance, as indicated by the lowest oscillatory values of friction force and the narrowest indentation groove widths. Thus, it was found that the lowest corrosion rate and the highest microhardness are observed for nickel and nickel-tungsten coatings obtained from aqueous citrate electrolyte.

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:

- Ущаповський Д.Ю., Забалуєв А.С., Васильєв Г.С., Лінючева О.В., Воробйова В.І. Вплив природи розчинника на електроосадження Ni та Ni-W покриттів, Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки, Том 34 (73) № 2, 2023, с. 46-51
- Забалуєв А.С., Ущаповський Д.Ю., Васильєв Г.С., Воробйова В.І., Лінючева О.В., Вплив складу електроліту та природи розчинника на фізико-механічні властивості гальванічних покриттів на основі нікелю, Технічні науки та технології, №3 (33), 2023, с. 170-179

- Забалуєв А.С., Ущаповський Д.Ю., Васильєв Г.С., Лінючева О.В., Воробйова В.І. Електрохімічні, механічні та каталітичні властивості гальванічних покриттів на основі нікелю, Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки, № 36 (75) № 1, 2025, с. 155-163
- Uschapovskyi D.Yu., Zabaluyev A.S., Vorobyova V.I., Vasiliev G.S., Thorzhevsky D. P. The influence of electrolyte composition on the corrosion resistance of nickel-based metal-resistive coatings. Visnyk of Kherson National Technical University Vol. 1 №1 (92), 2025, с. 249-256.
- Zabaluiev A.S., Linyuchev O.G., Uschapovskyi D.Yu., Linyucheva O.V. Increasing the electrochemical activity of nickel-based electrode materials by corrosion treatment. Journal of Chemistry and Technologies, 2024, 32(4), 924-931
- Ущаповський Д.Ю., Васильєв Г.С., Букет О.І., Редько Р.М., Забалуєв А.С., Куроченко Т.О. Дослідження корозійної стійкості гальванічних нікелевих покриттів методом поляризаційного опору в парах та концентрованій оцтовій кислоті, Міжнародна наукова конференція «Матеріали для роботи в екстремальних умовах – 11», 23 – 24 грудня, Київ, 2021, С. 56 – 59.
- Забалуєв А.С., Ущаповський Д.Ю., Лінючева О.В., Васильєв Г.С. Дослідження впливу режиму електролізу на вміст вольфраму у гальванічному нікелевому покритті, Міжнародна наукова конференція «Матеріали для роботи в екстремальних умовах – 12», 15 грудня, Київ, 2022, С. 37 – 38.
- Ущаповський Д.Ю., Забалуєв А.С., Підвашевський Г.Ю. Електрохімічні властивості нікелевих покриттів після корозійної обробки в концентрованій оцтовій кислоті, V Міжнародна науково-практична конференція «Пріоритетні напрями розвитку науки», 06 – 08 лютого 2023 р., Гамбург, Німеччина, С. 327 – 328.
- Лінючев О.Г., Ущаповський Д.Ю., Лінючева О.В., Забалуєв А.С. Вплив корозійної обробки на електрохімічну активність електродних матеріалів на основі Ni. Actual Issues of Modern Science. European Scientific e-Journal, 2024, 31, 41-49.

Наукова (науково-технічна) продукція: матеріали

Соціально-економічна спрямованість: поліпшення стану навколишнього середовища; зменшення зносу обладнання

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: «Електрохімічний 3D-друк для швидкісного прототипування та виробництва плат друкованого монтажу» (номер держреєстрації 0125U000705); «Створення селективно реакційних металічних та композитних наноматеріалів з використанням екологічних іонних рідин нового покоління» (номер держреєстрації 0121U100409).

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Лінючева Ольга Володимирівна

2. Liniucheva Olha V.

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.17.03

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Пірський Юрій Кузьмич
2. Yuriy K. Pirskyy

Кваліфікація: д. х. н., старший науковий співробітник, 02.00.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-9431-4136

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В. І. Вернадського Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417383

Місцезнаходження: проспект академіка Палладіна, буд. 32/34, Київ, 03142, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Майзеліс Антоніна Олександрівна
2. Antonina O. Maizelis

Кваліфікація: д. т. н., доцент, 05.17.03

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-5296-9636

Додаткова інформація: https://scholar.google.com.ua/citations?hl=ru&user=tVOf8k8AAAAJ

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

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

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Лоскутова Тетяна Володимирівна

2. Tetiana V. Loskutova

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.16.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-1894-8321

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Погребова Інна Сергіївна

2. Inna S. Pogrebova

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.17.14

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-4247-3968

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Миронюк Олексій Володимирович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Миронюк Олексій Володимирович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Забалуєв Андрій Сергійович

Реєстратор УкрІНТЕІ

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності Юрченко Тетяна Анатоліївна