

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної роботи

Національного технічного

університету України

“Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського”

к.т.н., доц.

Тетяна ЖЕЛЯСКОВА



12” 06 2025 р.

ВИТЯГ

з протоколу № 13 від 28.05 2025__ р. розширеного засідання
кафедри технології електрохімічних виробництв

Національного технічного університету України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

БУЛИ ПРИСУТНІ:

- з кафедри технології електрохімічних виробництв проф. кафедри ТЕХВ, д.т.н., проф. Лінючева О.В., доц. кафедри ТЕХВ, к.т.н., доц. Косогін О.В., завідувач кафедри ТЕХВ, к.т.н., доц. Букет О.І., доц. кафедри ТЕХВ, к.х.н. доц. Бик М.В., секретар кафедри ТЕХВ, к.т.н., доц., Фроленкова С.В., доц. кафедри ТЕХВ, к.т.н., доц. Мотронюк Т.І.; ст. викл. кафедри ТЕХВ, к.т.н., ст. викл. Білоусова Н.А., доц. кафедри ТЕХВ, к.т.н., доц. Ущатовський Д.Ю., проф. кафедри ТЕХВ, д.т.н., проф. Погребова І.С., доц. кафедри ТЕХВ, д.т.н., проф. Васильєв Г.С.

- запрошені з інших кафедр КПІ ім. Ігоря Сікорського: завідувач кафедри фізичної хімії, д.т.н., проф. Воробйова В.І., завідувач кафедри хімічної технології композиційних матеріалів, д.т.н., доц. Миронюк О.В.

СЛУХАЛИ:

1. Повідомлення Забалуєва Андрія Сергійовича за матеріалами дисертаційної роботи “Електроформування поліфункціональних нікелевих покриттів”, поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 16 Хімічна інженерія та біоінженерія за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія. Освітньо-наукова програма Хімічні технології та інженерія.

Тему дисертаційної роботи “Електроформування поліфункціональних нікелевих покриттів” затверджено на засіданні Вченої ради ХТФ (протокол

№ 11 від "29" листопада 2021 року) та перезатверджено на засіданні Вченої ради ХТФ (протокол № 3 від "24" лютого 2025 року).

Науковим керівником затверджений д.т.н., проф. Лінючева О.В.

2. Запитання до здобувача.

Запитання по темі дисертації ставили:

д.т.н., проф. Лінючева О.В., д.т.н., проф. Васильєв Г.С., к.т.н., доц. Косогін О.В., д.т.н., проф. Погребова І.С., к.т.н., доц. Букет О.І.

3. Виступи за обговореною роботою.

В обговоренні дисертації взяли участь:

д.т.н., проф. Лінючева О.В., доц. к.т.н., Косогін О.В., доц., к.т.н. Букет О.І., д.т.н., проф. Васильєв Г.С., доц., к.х.н. Бик М.В., проф. Погребова І.С., к.т.н. Білоусова Н.А.

УХВАЛИЛИ:

ПРИЙНЯТИ такий висновок за дисертаційною роботою:

1. Актуальність теми дослідження. зважаючи на передові тенденції ресурсо-орієнтованої економіки важливими завданнями є мінімізація витрат на виробництва та розробка комплексу високоефективних методів підвищення корозійної стійкості гальванічних покриттів та захисту металу від корозії. Тому новим викликом стандартам гальванотехніки стає зменшення товщини гальванічних покриттів зі збереженням та можливим підвищенням їх захисних та функціональних властивостей. Дана задача потребує комплексного підходу до її вирішення. Зокрема, удосконалення способів попередньої підготовки поверхні металів; обґрунтування та оптимізації режимів електролізу; розробки складів електролітів із підвищеною розсіювальною здатністю; дослідження впливу органічних поверхнево активних добавок на корозійну стійкість гальванічних покриттів, структуру покриття та розсіювальну здатність електроліту; підбір органічних поверхнево активних добавок для електроосадження наноструктурованих низько пористих високо корозійностійких гальванічних покриттів; підбір високоефективних способів завершальної обробки гальванічних покриттів.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами Робота виконана згідно з напрямком наукових досліджень кафедри технології електрохімічних виробництв Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» та в рамках виконання двох проєктів наукових робіт молодих вчених за фінансуванням Міністерства освіти і науки України: «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).

3. Наукова новизна отриманих результатів.

Показана можливість отримання покриттів сплавом нікель-вольфрам із вмістом останнього 10...14 мас.% з цитратного електроліту з виходом за струмом 90...96 %. Вперше співставлено, що для нікель-вольфрамових покриттів з вмістом вольфраму 14,6 мас.%, електроосаджених з водного цитратного електроліту та нікелевих покриттів, осаджених з електроліту на основі низькотемпературного евтектичного розчинника реліну, мікротвердість є більше ніж у два рази вищою у порівнянні з нікелевим покриттям, осадженим з електроліту Уотса.

Вперше показана можливість отримання напівблискучих нікелевих покриттів при товщині до 5 мкм з електроліту на основі низькотемпературного евтектичного розчинника - реліну без додавання блискоутворюючих добавок.

Вперше встановлено, що при товщині покриття в 20 мкм, отриманого із електроліту на основі низькотемпературного евтектичного розчинника реліну, сумарна перенапруга катодного процесу виділення водню при густині струму до 10 мА/см², не перевищує 0,05 В через високо розвинуту структуру поверхні нікелевого покриття.

Показано, що введення в структуру нікелевих покриттів 14,6 мас.% вольфраму призводить до зменшення перенапруги виділення водню в нейтральному розчині хлориду натрію на 0,1 В, у порівнянні з нікелевими покриттями без вольфраму (нанесення відповідних нікелевих та нікель-вольфрамових покриттів здійснювали в цитратному електроліті). При цьому виявлено, що нікель-вольфрамові покриття є більш дрібнокристалічними.

Встановлено, що при корозійних випробуваннях в концентрованій оцтовій кислоті, упродовж 2...24 год, гальванічних нікелевих сульфоровмісних покриттів, відбувається збагачення їх поверхні на сульфур у вигляді адсорбованого сульфуру або у вигляді утвореного сульфідного шару. При цьому відбувається зростання електрохімічної активності досліджуваних покриттів, що проявляється у збільшенні катодної густини струму у 6 – 10 разів, при накладанні катодного потенціалу -0,4 В у 0,1 М розчині КОН.

4. Теоретичне та практичне значення результатів роботи, впровадження. Отримані наукові результати дозволяють вдосконалити технологію нанесення захисно-декоративних та зносостійких гальванічних покриттів, а саме запропоновані та апробовані склади цитратних водних електролітів для електроосадження покриттів нікелем та нікель-вольфрамовим сплавом (останні мають підвищену твердість і зносостійкість).

Запропоновано спосіб електроосадження корозійностійкого Ni-W покриття із високою захисною здатністю, що являють собою двошарову систему із підшаром із блискучого нікелю та верхнім шаром нікель-вольфрамового покриття. На основі прискорених корозійних випробувань методом «сольового туману» показано, що тривалість експонування зразків із таким покриттям до початку прояву активного корозійного руйнування, у

чотири рази перевищує відповідне значення для класичних мідно-нікелевих покриттів із верхнім шаром з блискучого нікелю.

Корозійна обробка блискучих сульфуровмісних гальванічних покриттів в концентрованій оцтовій кислоті та нанесення покриттів з електролітів на основі низькотемпературних евтектичних розчинників можуть бути використані для створення вискоєфективних електрокаталізаторів та електродних матеріалів хімічних джерел струму та електролізерів по отриманню водню.

Результати досліджень впроваджені у навчальний процес кафедри технології електрохімічних виробництв НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського» при викладанні освітнього компоненту «Основи процесів осадження та розчинення металів» в рамках освітньо-професійної програми першого бакалаврського рівня вищої освіти спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія.

5. Апробація результатів дисертації. Основні наукові положення дисертаційної роботи були представлені та обговорювались на трьох міжнародних наукових конференціях (Міжнародна наукова конференція «Матеріали для роботи в екстремальних умовах – 11», 2021, Київ; Міжнародна наукова конференція «Матеріали для роботи в екстремальних умовах – 12», 2022, Київ; V Міжнародна науково-практична конференція «Пріоритетні напрями розвитку науки», 2023, Гамбург, Німеччина).

Наявний акт впровадження результатів роботи у навчальний процес (ДОДАТОК А), хіміко-технологічного факультета КПІ ім. Ігоря Сікорського.

6. Дотримання принципів академічної доброчесності

За результатами науково-технічної експертизи дисертація Забалуєва А.С. визнана оригінальною роботою, яка не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень.

7. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача.

За результатами досліджень опубліковано 9 наукових публікацій, у тому числі:

- 4 статей у наукових фахових виданнях України за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія

- в т.ч. 4 статей у яких число співавторів (разом із здобувачем) більше двох осіб;

- 1 стаття у періодичних наукових виданнях проіндексованих у базах Scopus Q4;

- 3 тез виступів на наукових конференціях;

- 1 стаття, що додатково відображають результати дисертації.

Список публікацій здобувача:

Статті у фахових виданнях України.

1. Ущাপовський 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 <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2023.2.2/09>

Особистий внесок здобувача полягає у: проведенні експериментальних досліджень, обговоренні отриманих результатів, оформленні результатів та написання статті.

2. **Забалуєв А.С.**, Ущাপовський 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 [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2023-3\(33\)-170-179](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2023-3(33)-170-179) *Особистий внесок здобувача полягає у: проведенні експериментальних досліджень, обговоренні отриманих результатів, оформленні результатів та написання статті.*

3. **Забалуєв А.С.**, Ущাপовський 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 <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2025.1.1/23> *Особистий внесок здобувача полягає у: проведенні експериментальних досліджень, обговоренні отриманих результатів, оформленні результатів та написання статті.*

4. 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 (92)*, 2025, с. 249-256. <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2025.1.1.33>

Особистий внесок здобувача полягає у: проведенні експериментальних досліджень, обговоренні отриманих результатів, оформленні результатів та написання статті.

Статті у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базі Scopus:

5. **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 <https://doi.org/10.15421/jchemtech.v32i4.317362> *Особистий внесок здобувача полягає у: проведенні експериментальних досліджень, обговоренні отриманих результатів, оформленні результатів та написання статті.*

Статті у періодичних виданнях інших країн, що мають ISSN

6. Лінючев О.Г., Ущাপовський 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*, 31, 41-49. <https://doi.org/10.47451/inn2024-05-01> *Особистий внесок здобувача полягає у: проведенні експериментальних досліджень, обговоренні отриманих результатів, оформленні результатів та написання статті.*

Тези доповідей:

7. Ущাপовський 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. *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні експериментальних досліджень, обробці наукових результатів, написанні і подання тез.*

8. **Забалуєв А.С.**, Ущাপовський 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. *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні експериментальних досліджень, обробці наукових результатів, написанні і подання тез.*

9. Ущাপовський 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. *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні експериментальних досліджень, обробці наукових результатів, написанні і подання тез.*

Якість та кількість публікацій відповідають “Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії”, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44”.

ВВАЖАТИ, що дисертаційна робота Забалуєва А.С. “Електроформування поліфункціональних нікелевих покриттів”, що подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі 16 Хімічна інженерія та біоінженерія за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія за своїм науковим рівнем, новизною отриманих результатів, теоретичною та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам, що пред’являють до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії та відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми КПП ім. Ігоря Сікорського Хімічні технології та інженерія зі спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія.

РЕКОМЕНДУВАТИ дисертаційну роботу “Електроформування поліфункціональних нікелевих покриттів”, подану Забалуєвим Андрієм Сергійовичем на здобуття наукового ступеня доктора філософії, до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.

1. Вченій раді КПП ім. Ігоря Сікорського утворити разову спеціалізовану вчену раду у складі:

Голова:

Завідувач кафедри хімічної технології композиційних матеріалів
Національного технічного Університету України «Київський
політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», д.т.н., доц. **Миронюк
Олексій Володимирович;**

Члени:

Рецензенти:

Професор кафедри фізичного матеріалознавства та термічної обробки
Національного технічного Університету України «Київський
політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», д.т.н., проф.
Лоскутова Тетяна Володимирівна;

Професор кафедри технології електрохімічних виробництв
Національного технічного Університету України «Київський
політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», д.т.н., проф.
Погребова Інна Сергіївна;

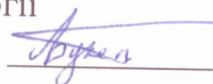
Офіційні опоненти:

Провідний науковий співробітник, завідувач лабораторії матеріалів
водневої енергетики Інституту загальної та неорганічної хімії ім. В. І.
Вернадського НАН України, д.х.н., ст.наук. с., **Пірський Юрій
Кузьмич;**

Доцент кафедри технічної електрохімії Національного технічного
Університету «Харківський політехнічний інститут» д.т.н., доцент
Майзеліс Антоніна Олександрівна.

Головуючий на засіданні

доц., к.т.н. завідувач кафедри технології
електрохімічних виробництв

 **Олександр БУКЕТ**

Секретар
кафедри технології
електрохімічних виробництв
доц., к.т.н.

 **Світлана ФРОЛЕНКОВА**