

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію **Шайдерова Дениса Артуровича**  
«Електроосадження нікелю та композитів з електролітів на основі  
низькотемпературних евтектичних розчинників»,  
що подана на здобуття наукового ступеня кандидата хімічних наук  
за спеціальністю 02.00.05 – електрохімія

### **Актуальність теми дисертації**

В наш час класична гальванотехніка не завжди може задовольнити сучасні вимоги як до власне самих технологічних процесів, так і до номенклатури та якості отриманої продукції. До відомих недоліків традиційних водних електролітів можна віднести досить низький вихід за струмом, наприклад, в процесах хромування, нікелювання чи цинкування та складність вирішення питань екологічної безпеки через токсичність компонентів багатьох електролітів, проблемність їх очищення та утилізації. Тому достатньо актуальними і перспективними є дослідження іонних рідин на основі евтектичних розчинників, які мають певні переваги над водними електролітами.

З огляду на це комплекс питань, піднятих в дисертаційній роботі Шайдерова Д.А., а саме: встановлення впливу складу електроліту і температури на густину, в'язкість, поверхневий натяг та електропровідність досліджених сумішей; визначення особливостей механізму перенесення заряду та маси в цих електролітах; встановлення кінетичних закономірностей електровідновлення іонів Ni(II) з електроліту на основі низькотемпературного евтектичного розчинника; виявлення впливу складу електроліту та режимів електролізу на вихід за струмом електроосадження нікелю, а також хімічний склад і морфологію поверхні нікелевих покріттів та композитів на основі нікелю; оцінка впливу гідродинамічних та електрохімічних умов електроосадження на вміст TiO<sub>2</sub> у композиційному покрітті Ni/TiO<sub>2</sub>; визначення мікроструктури, фізико-механічних, корозійних та фотокatalітичних властивостей отриманих нікелевих покріттів та композиційних покріттів Ni/TiO<sub>2</sub>, безумовно є актуальним науковим і практичним завданням.

Додатковим показником актуальності теми дисертації є включення роботи до планів науково-дослідних робіт ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», завдань держбюджетних науково-дослідних робіт Міністерства освіти і науки України: «Електрохімічний синтез багатокомпонентних наноструктурованих покріттів: новітні методи та електроліти, електродна кінетика, властивості, перспективи використання», номер держреєстрації 0115U003161 (2015-2017 pp.); «Високоефективна анодна обробка біорезистентних сплавів медичного призначення з використанням екологічних іонних рідин нового покоління», номер держреєстрації 0119U002001 (2019-2021 pp.) та «Фундаментальні засади електрохімічного синтезу електрокаталізаторів з використанням новітнього типу іонних рідин – низькотемпературних евтектичних розчинників» (2021-2023 pp.).

## **Наукова новизна та практичне значення результатів роботи**

Наукова новизна роботи полягає в тому, що вперше отримано комплекс систематичних експериментальних даних, що дозволило:

- встановити вплив концентрації йонів Ni(II) та добавок води на фізико-хімічні властивості електролітів і довести, що у системах дослідженого складу зберігається дірковий механізм перенесення, притаманний іонним рідинам;
- показати необоротний характер електрохімічного процесу електроосадження чи електророзчинення нікелю та встановити, що введення води до електроліту приводить до зниження швидкості перенесення заряду;
- виявити можливість отримання з низькотемпературного евтектичного розчинника товстошарових якісних гальванічних осадів нікелю з високим виходом за струмом;
- встановити можливість отримання нанокомпозитних покріттів Ni/TiO<sub>2</sub> з низькотемпературного розчинника ethaline із вмістом дисперсної фази до 2,35 мас. %.

Практичне значення роботи пов'язане з тим, що встановлені умови електроосадження якісних товстошарових, стійких та електрокatalітичних нікелевих покріттів та Ni/TiO<sub>2</sub> композитів. Отримані результати можуть стати науковою основою для розробки нових гальванічних технологій.

## **Ступінь обґрунтованості і достовірності наукових положень та висновків**

Дисертація Шайдерова Д. А. складається з анотації, вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел і двох додатків. Робота містить значний об'єм експериментального матеріалу, отриманого з використанням різноманітних сучасних методів дослідження. Це віскозиметрія, пікнометрія та визначення поверхневого натягу методом Вільгельмі (для визначення фізико-хімічних властивостей іонних рідин); вольтамперометрія та електродний імпеданс (для електрохімічних вимірювань); сканувальна електронна мікроскопія; енергорозсіювальний та флуоресцентний аналізи (для визначення хімічного складу покріттів та композитів); рентгенодифракційний аналіз (для характеристики мікроструктури покріттів); седиментаційний аналіз (для визначення розмірів часток TiO<sub>2</sub>); випробування мікротвердості покріттів та визначення фотокatalітичної активності отриманих композитів. Всі висновки дисертації сформульовано на підставі експериментальних даних, отриманих здобувачем особисто з урахуванням аналізу відповідних літературних джерел. Враховуючи надійність використаних методів дослідження, отримані результати цілком можна вважати достовірними, а сформульовані висновки - обґрунтованими експериментально.

В роботі немає помилок принципового характеру, але до її змісту і оформлення є певні зауваження.

## Зауваження до змісту і оформлення дисертації

1. В розділі «Наукова новизна одержаних результатів» два окремі пункти про виявлені «можливість отримання високоякісних компактних гальванічних осадів нікелю...» та «із досліджених систем можливе отримання товстошарових, близьких та добре зчеплених з основою металевих осадів...» певною мірою дублюють один одного. Можливо, їх варто було об'єднати.

2. Варто більш детально пояснити вибір срібного електрода порівняння і схему його підключення до електрохімічної комірки.

3. На рис.3.9 (с.62) наведено спектри поглинання досліджених сумішей, але в методиках досліджень не вказано, як вони вимірювались.

4. В результатах вольтамперометрії важко порівнювати циклічні вольтамперограми, наведені на рисунках 4.1 та 4.2 (с.79, 81) через різні розмірності густини струму та швидкості розгортки потенціалу. Мало б сенс навести фонову залежність на самому рис.4.1.

5. З підпису до рис.4.1 (с.79), він же рис.6 автореферату (с.9) не зрозуміло, яка концентрація іонів Ni(II) в розчинах? Також варто було показати стрілками прямий та зворотній хід кривих.

6. У висновках до розділу 4 вказано, що «циклічні вольтамперограми, отримані в електролітах на основі Ni(II), ethaline та води, не підкорюються деяким відомим рівнянням для неускладнених необоротних електродних процесів у лінійній вольтамперометрії. Частково це пояснюється міграційним внеском без надлишку фонового електроліту». В звязку з цим виникає питання, чи були спроби вводити до таких розчинів надлишок фонового електроліту?

7. На с.101 обґрунтовується використання досить низького значення густини струму ( $10 \text{ mA/cm}^2$ ) під час отримання композитного  $\text{Ni/TiO}_2$  покриття. Виникає питання, чи не буде замалою швидкість осадження такого покриття?

8. При обговоренні дифрактограм, наведених на рис.5.7 (с.104) та рис.5.10 (с.110) вказується, що «Широкі розмиті піки на дифрактограмах Ni покріттів свідчать про нанокристалічну структуру» Не зрозуміло, які саме рефлекси на рис.5.7 та 5.10 є розмитими.

9. В роботі зустрічаються невірні терміни: «корозійна стійкість» – згідно з п.4.5 ДСТУ3830-98 це «корозійна тривкість»; «соляна кислота» (с.45) – замість вірної назви «хлоридна кислота»; «хлорсрібний електрод порівняння» (с.47) – замість «хлоридсрібний»; «іонів водню, атомів водню, атомами кисню» (с.60) – замість «іонів гідрогену, атомів гідрогену, атомів օксигену»; «кисень, вуглець» (с.103 та с.10 автореферату) – замість «оксиген, карбон».

10. Зустрічаються оргіхи в оформленні матеріалу дисертації. Це невдалі вирази, як наприклад: «с тих пір» (с.30), «електроліт Уотса в процесі електроосадження повинен експлуатуватися під суворим і пильним контролем процесу» (с.30); «композитні електропокріття» (с.33); «морфологія поверхні згладжується» (с.123) та певна кількість орфографічних помилок (с.5, 23, 26, 29).

Наведені зауваження та побажання не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи в цілому. Вона є цілістною і логічною, має високу наукову

та практичну цінність, оскільки в ній вперше отримано комплекс систематичних експериментальних даних про вплив різних факторів на фізико-хімічні характеристики електролітів та процес електроосадження нікелю та нанокомпозитів Ni/TiO<sub>2</sub> з досліджених іонних рідин.

Основні результати дисертації Шайдерова Д.А. достатньо повно відображені в опублікованих за його участю 13 наукових роботах, серед яких два розділи в колективних монографіях та 6 статей в спеціалізованих наукових журналах. Зміст автореферату є ідентичним основним положенням дисертаційної роботи.

На підставі оцінки змісту дисертації та аналізу опублікованих здобувачем робіт вважаю, що дисертаційна робота Шайдерова Д.А. «Електроосадження нікелю та композитів з електролітів на основі низькотемпературних евтектичних розчинників» є завершеною науковою працею, яка задовільняє вимогам пп. 9, 11 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567, та всім вимогам МОН України, що висуваються до кандидатських дисертацій. Автор роботи Шайдеров Денис Артурович заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата хімічних наук за спеціальністю 02.00.05 – електрохімія.

Офіційний опонент, кандидат хімічних наук,  
доцент кафедри фізичної, органічної та неорганічної хімії  
Дніпровського національного університету  
імені Олеся Гончара



В.А. Полонський

Підпис доцента кафедри фізичної, органічної та  
неорганічної хімії ДНУ Полонського В.А.  
засвідчую:  
Вчений секретар ДНУ



Т.В. Ходанен



*Відмінний науковий співробітник  
вченій ради 02.04.2021  
Вчений секретар ред.*