

ВІДГУК

офіційного опонента Кунтого Ореста Івановича

на дисертаційну роботу

Влад Христини Ігорівни

“НАНОСТРУКТУРОВАНІ МАТЕРІАЛИ НА ОСНОВІ Ni, Co, Fe: ВПЛИВ СКЛАДУ І СТРУКТУРИ НА ВОДЕНЬСОРБЦІЙНІ ТА КАТАЛІТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ”

подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань

13 – Механічна інженерія за спеціальністю 132 – Матеріалознавство

Актуальність теми дисертаційної роботи

Сучасний розвиток технологій енергозбереження та пошук екологічно чистих джерел енергії зумовлюють зростаючий інтерес до водневої енергетики. Одним із основних викликів у цій сфері є створення стабільних й економічно доцільних матеріалів для зберігання і конверсії водню, зокрема для використання у воденьсорбційних системах, електродах металогідридних акумуляторів і каталізаторах водневих реакцій.

Особливе місце у цьому контексті займають наноструктуровані матеріали на основі перехідних металів, таких як нікель, кобальт і залізо, які здатні формувати активні фази з високою питомою поверхнею та покращеними фізико-хімічними характеристиками. Впровадження наноматеріалів, контроль фазового складу та морфології, а також розуміння взаємозв'язку між структурою і властивостями відкриває нові можливості для створення високоефективних функціональних матеріалів.

У цьому контексті дослідження, спрямовані на вивчення впливу складу, структури й умов синтезу на воденьсорбційні та каталітичні характеристики матеріалів на основі перехідних *d*-металів є надзвичайно актуальними. Вони сприяють розширенню наукових уявлень про механізми

взаємодії водню з металевими фазами та розв'язанню прикладних завдань сучасного матеріалознавства у сфері відновлюваної енергетики.

Отже, тематика дисертаційної роботи Х.І. Влад відповідає світовим тенденціям у галузі матеріалів для альтернативної енергетики та пріоритетним напрямом розвитку науки і техніки України, відтак зумовлює її високу наукову та практичну значущість.

Оцінка наукового рівня дисертації і наукових публікацій здобувача

Дисертаційна робота Христини Ігорівни Влад вирізняється високим науковим рівнем, системністю дослідження та глибоким розумінням фізико-хімічних процесів, що лежать в основі функціонування наноструктурованих матеріалів для водневої енергетики. Робота охоплює весь комплекс досліджень: від синтезу матеріалів, їх фазового складу та морфології до вивчення сорбційних, електрохімічних і каталітичних властивостей, що свідчить про цілісність і завершеність наукового підходу.

У дисертації застосовано сучасні методи фізико-хімічного аналізу, зокрема такі: X-променева дифракція, сканувальна електронна мікроскопія, електрохімічні дослідження (гальваностатичний, потенціостатичний та вольтамперометричний методи), волюмометрія. Це забезпечило високу достовірність отриманих результатів. Експериментальні дані є науково обґрунтованими та переконливо демонструють зв'язок *структура – фазовий склад – фізико-хімічні властивості – функціональні властивості*.

Наукові результати, отримані у процесі виконання дисертаційної роботи, відображені в 1 статті, опублікованій в українському фаховому журналі категорії А та в 4 статтях у журналах наукометричної бази Scopus чи WoS, два з яких мають квартиль Q1, один – Q2. Це свідчить про високий міжнародний рівень дисертації. 13 тез доповідей на наукових конференціях, переважно міжнародних, є результатом апробації матеріалів дисертації

Публікації, які повністю відповідають тематиці дисертації, а також участь у двох держбюджетних темах і міжнародному проєкті NATO SPS MYP G6247 та свідчать про активну наукову діяльність здобувача й апробацію основних положень дисертації в науковому середовищі.

Наукова новизна.

Науковою новизною є, насамперед, те, що вперше встановлено прояв комплексу унікальних електрохімічних і низки функціональних властивостей наноструктурованих порошків нікелю, кобальту, заліза та їх сплавів, отриманих методами хімічного відновлення, лазерної абляції, піролізу та вилуговування. Таке забезпечує їх ефективне використання як анодних матеріалів у нікель-металогідридних акумуляторах і батареях нового покоління для портативної та транспортної енергетики.

Вперше обґрунтовано застосування порошків Ренея типу Ni/Co/Fe як активних каталізаторів для гідролізу NaBH_4 , що дає змогу ефективно використовувати такі матеріали в системах хімічного синтезу водню, зокрема для автономного або аварійного енергозабезпечення.

Показано, що композити на основі Mg/MgH₂ істотно підвищують ступінь гідролісної конверсії до 94%, що відкриває перспективу використання цих матеріалів у пристроях для одержання водню за запитом.

Рівень виконання поставленого наукового завдання та оволодіння здобувачем методології наукової діяльності

Дисертаційна робота свідчить про високий рівень самостійної наукової підготовки здобувача. У процесі виконання дослідження автором дотримано всіх необхідних методичних вимог і логіки наукового пошуку: від глибокого аналізу сучасного стану проблеми – до постановки чітко сформульованої мети, завдань і відповідного обґрунтування методології досліджень. Особливу увагу приділено актуальним аспектам встановлення взаємозалежності *склад – структура – властивості – функції*, отриманих

наноструктурованих матеріалів, що демонструє розуміння здобувачем базових тенденцій розвитку водневої енергетики.

У ході роботи були застосовані сучасні методи синтезу, фізико-хімічного аналізу й електрохімічного тестування матеріалів. Отримані результати обґрунтовані, підтверджені низкою експериментів, апробовані на наукових форумах й опубліковані у високо рейтингових рецензованих виданнях. Це свідчить про те, що здобувач успішно оволоділа методологією наукової діяльності та здобула фахову компетентність, достатню для присудження ступеня доктора філософії.

Практичне значення отриманих результатів

Результати дисертаційного дослідження мають значний прикладний потенціал. Запропоновані підходи до створення наноструктурованих матеріалів на основі перехідних металів і гідридів магнію є потенційними методами для розроблення нових анодних матеріалів для Ni-MH акумуляторів, каталітичних систем для генерації водню, а також у технологіях зберігання та перетворення водню. Одержані матеріали придатні для впровадження в системах автономного й аварійного енергозабезпечення, у тому числі для потреб портативної електроніки та транспортної енергетики.

Відповідність роботи вимогам, які ставляться до дисертації

Дисертаційна робота відповідає основним вимогам, що висуваються до наукових кваліфікаційних робіт для здобуття ступеня доктора філософії, згідно з Наказом Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 р. №40 та Постановою Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 р. №44. Робота характеризується науковою новизною, теоретичною обґрунтованістю, експериментальною перевіркою результатів та їх практичною значущістю.

Відсутність порушень академічної доброчесності

Проведений аналіз дисертації та наукових публікацій здобувача не виявив ознак академічної недоброчесності. В роботі відсутні прояви плагіату,

фальсифікації результатів або недостовірного цитування. Всі результати та висновки автор підтверджує власними дослідженнями, що свідчить про дотримання принципів академічної етики й доброчесності.

Зауваження до дисертаційної роботи:

До розділу 1:

- 1) фраза “Як показано на рис. 1.1, макроскопічно Ni-R виглядає як рівномірно розподілений порошок” (с.28) не відповідає зображенню рис. 1.1. Адже, на останньому зображена схема. У підпису до рисунка не вказано джерело літератури;
- 2) фраза “Отримані методом лазерної абляції частинки мають перевагу над хімічно синтезованими наноматеріалами, адже не є токсичними” (с.31) не відповідає дійсності. Токсичність частинок залежить від їх природи, а не від методу отримання;
- 3) незрозумілим є розгляд “Методу піролізу” (с.с. 33, 34), де описано синтез вуглецевих нанотрубок і графену та золь-гель технологій;
- 4) в “1.2.2. Електрохімічне гідрування” відсутні дані літератури про гідрування на поверхні наноструктурованого нікелю;
- 5) у параграфах 1.3.1-1.3.2 не розглядається вплив наноструктурування та нанододатків на характеристики електродів, тоді як у назві підрозділу 1.3. зазначено “вплив наноструктурування та нанододатків”;
- 6) у підрозділі “1.4. Використання наноструктурованих додатків ...” та “1.5. Використання наноструктурованого Ni та сплавів Ni-Co” немає інформації про нанододатки.

До розділу 2:

- 1) у параграфі “2.1.4 Синтез порошків методом лазерної абляції” немає опису відповідної методики;
- 2) на с.68 “Розчин виливали після закінчення розчинення Al” не вказано як встановлювали закінчення реакції;

3) незрозуміло яку інформацію дає рис.2.2.

До розділу 3:

- 1) на с.100 зазначено “середній розмір частинок для досліджуваних матеріалів знаходиться в межах від 1 до 10 μm ...” Отже, отримано частинки субмікронних розмірів. На підставі чого твердження "отриманих наночастинок";
- 2) на с.118 виявлену закономірність “Заміна Ni на Co різко змінює електрохімічну поведінку біметалевих Ni-Co наночастинок електродів (розрядна ємність зростає, тоді як циклічна стабільність швидко зменшується)” здобувач не пояснює. Не пояснено також закономірностей, описаних на с. 170;
- 3) назва розділу 3.1.3 охоплює синтез наноструктурованих порошків Ni-Co методом лазерної абляції, тоді як у водних розчинах отримують оксиди.

Загальні зауваження:

- 1) зустрічаються назви сполук, що не відповідають чинній номенклатурі. Так, замість “боргідриди” потрібно “гідридоборати”, “оксид нікелю” – “нікелю оксид”, “лимонної кислоти” – “цитратної кислоти”;
- 2) інколи вживаються слова та фрази, невластиві для української мови. Так, замість “дозволяє отримувати” варто писати “дає змогу отримувати”, “рентгеноструктурний аналіз” – “Х-променевий аналіз”, “в залежності від” – “залежно від”, “Згідно закону Фарадея” – “Згідно із законом Фарадея”.

Зазначені вище зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Загальні висновки

Дисертаційна робота Христини Ігорівни Влад на тему “Наноструктуровані матеріали на основі Ni, Co, Fe: вплив складу і структури на воденьсорбційні та каталітичні властивості” є самостійним, завершеним

дослідженням, в якому вирішено актуальне науково-прикладне завдання, пов'язане з розробкою наноструктурованих матеріалів для потреб водневої енергетики. Здобувач продемонструвала глибоке володіння сучасними методами синтезу, структурно-фазового й електрохімічного аналізу, що дало змогу отримати нові наукові результати.

Матеріали дисертації відзначаються логічною структурою, коректністю інтерпретації експериментальних даних і чіткою аргументацією висновків. Основні результати апробовані, опубліковані у наукових виданнях і мають практичну цінність для розвитку технологій енергоефективного зберігання та генерації водню.

Дисертаційна робота Христини Ігорівни Влад відповідає вимогам до робіт на здобуття наукового ступеня доктора філософії, а її автор заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 132 – Матеріалознавство (галузь знань 13 – Механічна інженерія).

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор
кафедри хімії і технології неорганічних речовин
Інституту хімії та хімічних технологій
Національного університету
“Львівська політехніка”



Орест КУНТИЙ

Підпис д.т.н., проф. Ореста КУНТОГО засвідчую.

Вчений секретар
Національного університету
“Львівська політехніка”



Роман БРИЛИНСЬКИЙ