

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

Якимчука Миколи Миколайовича

«Вплив наноструктурованого вуглецю на електронні властивості композитів на основі гідрогенізованого титану», представлену на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 10 – Природничі науки за спеціальністю 105 – Прикладна фізика та наноматеріали

Актуальність дослідження

На сьогодні актуальним є створення нових матеріалів із незвичними властивостями. Ця задача може бути розв'язана завдяки задіянню нових колективних квазічастинкових ефектів, наприклад, обумовлених сильними електрон-електронними кореляціями, або через створення метаматеріалів. Іншим шляхом, обраним в даній роботі, є створення композитних матеріалів, для яких характерна наявність нових, не притаманних вихідним компонентам властивостей. У дисертаційній роботі представлено результати дослідження впливу вуглецевих наноструктур (ВНС) на електронні властивості композитів на основі гідрогенізованого титану, що важливо для створення «холодних» катодів фототермоємисійних перетворювачів (ФТЕП) енергії.

Проведені в роботі дослідження, що пов'язані зі встановленням оптимальних складів порошкових сумішей гідрогенізований титан–ВНС, за яких утворюються композити, та впливом водню, розчиненого в титані, на структуру та електрофізичні властивості композиту, з впливом зовнішніх факторів (температура, тиск) на структуру й електрофізичні властивості отриманих композитних матеріалів та перерозподілом вільних носіїв заряду між компонентами композиту, описаним на основі порівняння модельних розрахунків та експериментальних даних, зі зміною роботи виходу композиту оптимального складу та емісійними властивостями катодів ФТЕП на його основі тощо, є актуальними та важливими для вирішення низки фундаментальних та прикладних наукових задач фізики в сфері

альтернативної енергетики.

Оцінка змісту та оформлення дисертації

Дисертаційна робота складається зі вступу, 5 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел. Загальний об'єм дисертації складає 127 сторінок, з яких 113 основного тексту. Робота містить 28 рисунків та 6 таблиць. Список використаних джерел нараховує 138 найменувань (у роботі його позначено, як перелік посилань).

Вступ присвячено обґрунтуванню вибору теми дослідження. В ньому сформульовано мету та основні завдання, предмет та об'єкт дослідження, визначено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, зазначено особистий внесок здобувача. У першому розділі викладено сучасний стан розв'язуваної проблеми, а саме, проблеми створення та використання в енергетиці композитів на основі металів з додаванням вуглецевих наноструктур. У другому розділі описано основні матеріали, які вивчались в роботі, умови їх синтезу та використані методи дослідження. У третьому розділі висвітлено основні результати дослідження електрофізичних властивостей вихідних компонентів, а саме, гідрогенізованого титану та ВНС (багатостінних вуглецевих нанотрубок, терморозширеного графіту (TRG)), а також впливу водню на композит гідрогенізований титан–TRG. Четвертий розділ присвячено впливу зовнішніх чинників (температури, тиску) на властивості отриманих композитів. У п'ятому розділі представлено результати дослідження зміни роботи виходу завдяки утворенню композиту, описано вірогідні механізми перебудови електронної структури композитів, які могли б забезпечити такі зміни, та наведено дані досліджень в концентраторі сонячної енергії композитних катодів ФТЕП, які продемонстрували низькі температури початку емісії електронів.

Оформлення дисертації в цілому відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про

присудження ступеня доктора філософії» (постанова Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 р. №44) та наказу Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 р. № 40 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації».

Оцінка наукового рівня та завершеності дисертаційної роботи

В цілому дисертаційна робота Якимчука М.М. виконана на високому науковому рівні. Вона є завершеним дослідженням, в якому отримані актуальні та важливі наукові результати, що характеризуються науковою новизною та практичною цінністю. Кількість та склад наведених посилань підтверджують, що загальний стан проблеми було добре досліджено. Висновки дисертаційної роботи є цілком обґрунтованими. Отримані в роботі наукові результати є достовірними, що забезпечено використанням широкого кола експериментальних методів дослідження та залученням відомих теоретичних уявлень про структуру та електронні властивості як окремих компонент, так і композитів на їх основі.

Основні результати роботи викладено у 8 наукових статтях, з яких 4 опубліковано в індексованих в Scopus наукових журналах. Вони також були представлені на 10 наукових конференціях різного рівня.

Основні наукові результати та їх новизна

У роботі було отримано ряд нових та важливих наукових результатів, серед яких варто відмітити наступні.

1. Розроблено метод синтезу порошкових матеріалів для «холодних» катодів ФТЕП на основі гідрогенізованого титану з різним вмістом ВНС та встановлено зв'язок між структурою, електрофізичними та емісійними властивостями досліджуваних композитів.
2. На основі дослідження впливу температури та тиску на структуру та електрофізичні властивості композитів гідрогенізований титан–ТРГ, а також на основі порівняння модельних розрахунків та експериментальних даних, встановлено причини підвищеної термостабільності питомої електропровідності композитів та доведено важливу роль перерозподілу вільних носіїв заряду між компонентами композиту в формуванні

електрокінетичних та емісійних властивостей досліджуваного матеріалу.

3. За допомогою концентратора сонячної енергії сформовано катоди ФТЕП на основі композиту $Ti + 0,53 \text{ мас.\% ТРГ}$, для яких характерною є структурна перебудова поверхні, коли на металевих частинках утворюються нові вуглецеві наноструктури. Для таких катодів температура початку емісії електронів складала $170\text{--}350^\circ\text{C}$, що у 3–5 разів нижче за робочі температури традиційних термоемісійних перетворювачів з тугоплавких металів.

Практичне значення одержаних результатів

Отримані під час дисертаційного дослідження результати розкривають не лише наукові, а й практичні засади зміни електронних властивостей нанокompозитів та відкривають перспективи створення нових матеріалів для холодних катодів ФТЕП.

Дотримання академічної доброчесності

На основі даних про перевірку на плагіат за допомогою спеціальних програмних засобів встановлено, що робота є оригінальною працею без плагіату. Вона також не містить інших ознак порушень принципів академічної доброчесності.

Дискусійні положення та зауваження до змісту дисертації

1. У роботі було проведено розрахунки питомої електропровідності в моделі гетерогенної матричної системи. Проте результати розрахунків електронної структури було взято лише з літературних джерел і тільки для чистих компонент, що певною мірою обмежило коло досліджуваних в роботі ефектів, пов'язаних з перебудовою електронної структури композитів.
2. У роботі не наведено структурних характеристик доданого до металічної матриці ТРГ.
3. В тексті дисертації містяться граматичні та друкарські помилки та кальки з англійської мови.

Зауваження не впливають на загальну безумовно позитивну оцінку дисертації, а недоліки в оформленні тексту не впливають на сприйняття змісту роботи.

Загальні висновки щодо дисертаційної роботи

Враховуючи все вищезазначене, вважаю, що дисертаційна робота «Вплив наноструктурованого вуглецю на електронні властивості композитів на основі гідрогенізованого титану» є актуальною та завершеною науковою працею, яка містить нові достовірні результати та цілком відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017р. «Про затвердження Вимог до оформлення дисертацій» (з наступними змінами) та «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 № 44 від 12 січня 2022 р., а її автор, Якимчук Микола Миколайович, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 10 – Природничі науки за спеціальністю 105 – Прикладна фізика та наноматеріали.

Рецензент

заступник директора з наукової роботи

Інституту металофізики

ім. Г.В. Курдюмова НАН України

доктор фізико-математичних наук, професор



Вячеслав ЛІЗУНОВ