

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 дисертаційної роботи

Сучасне матеріалознавство потребує матеріалів з новими властивостями, які мають задовольняти все ширше коло потреб, обумовлених розвитком технологій. Одним зі способів вирішення цієї задачі є створення нових композитних матеріалів, які матимуть відмінні від вихідних компонент властивості та, поєднавши їх переваги, розширять сферу їх застосування. Подібних матеріалів потребує й енергетична галузь. Отримання енергії із традиційних видів палива має ряд негативних впливів на навколишній світ, а їх поклади містять скінченні запаси. Тому наразі активно розвивається альтернативна енергетика, зокрема, фотовольтаїка. Однак широко розповсюджені сонячні панелі мають певні недоліки, пов'язані не лише з особливостями їх виробництва (використанням шкідливих речовин) та роботи (низькою ефективністю, що обумовлює великі площі сонячних ферм), а й з їх низькою потужністю. Відомо, що потужнішими є термоemisійні перетворювачі (ТЕП), які, на жаль, поки що мають значні обмеження щодо використання, пов'язані з відсутністю на сьогоднішній день матеріалів, які б забезпечили їх роботу за температур, нижчих за 600-800°C. Тому пошук, створення та дослідження подібних матеріалів є **актуальною задачею**, розв'язанню якої й присвячено дану дисертаційну роботу.

Ступінь обґрунтованості, достовірності наукових положень, висновків, рекомендацій

Дисертація містить вступ, 5 розділів та висновки до них, загальні висновки, перелік використаних джерел тощо.

У вступі викладено актуальність теми, мета роботи, завдання і методи дослідження, наукова новизна, практичне значення отриманих результатів,

особистий внесок здобувача; публікації за темою дисертації, апробація результатів роботи.

У першому розділі проаналізовано вітчизняні та закордонні літературні джерела щодо ролі композитних матеріалів метал–вуглецеві наноструктури (ВНС) у сучасній сонячній енергетиці. Описано особливості застосування ВНС в енергетичній галузі, загальні закономірності будови композитних матеріалів, що містять вуглецеві наноструктури, та проблеми застосування ВНС в альтернативній енергетиці і шляхи їх подолання.

Другий розділ присвячено методам отримання нанокомпозитів метал–ВНС та експериментальним методам дослідження електронних властивостей композитів, їх структури, хімічного складу та інших неелектронних властивостей.

Третій, четвертий та п'ятий розділи стосуються отриманих експериментальних результатів, їх аналізу та висновків, зокрема викладено результати дослідження зміни структури та електрофізичних властивостей вихідних композитів гідрогенізований титан–ВНС під впливом зовнішніх чинників, таких як тиск та температура, результати визначення роботи виходу композиту гідрогенізований титан-ТРГ та його застосування в якості «холодного» катоду фототермоємісійного перетворювача (ФТЕП).

В цілому, в роботі показано шляхи створення та модифікування нових композитних матеріалів на основі наводненого та дегідрогенізованого титану з додаванням вуглецевих наноструктур (ВНС), зокрема, вуглецевих нанотрубок (ВНТ) та терморозширеного графіту (ТРГ). Продемонстровано, що шляхом низькоенергетичного механоситезу з вихідних компонент, взятих у пропорціях, коли матрицею виступає металева складова, можна створити композити з новими властивостями, з яких можна виготовляти «холодні» катоди фототермоємісійних перетворювачів (ФТЕП) концентрованої сонячної енергії на електричну.

В ході дисертаційного дослідження, здобувач Якимчук М.М. отримав **низку нових важливих результатів**. Серед них хотілося б зазначити наступні:

- розроблено методологічні засади синтезу порошкових матеріалів для «холодних» катодів ФТЕП на основі гідрогенізованого титану з різним вмістом ВНС;

- визначено, чому саме гідрогенізований титан краще використовувати для подібних цілей;

- сформовано катоди ФТЕП на основі композиту $Ti + 0,53 \text{ мас.\% ТРГ}$, для яких температура початку емісії електронів складала $170\text{--}350^\circ\text{C}$, що у 3–5 разів нижче за робочі температури традиційних ТЕП з тугоплавких металів.

Наукове та практичне значення отриманих результатів полягає в можливості створення матеріалів для «холодних» катодів ФТЕП з температурою початку емісії нижче 200°C . Це формує передумови широкого поширення одного з екологічно чистих та потужних видів перетворення сонячної енергії на електричну, що важливо для забезпечення екологічної та енергетичної безпеки країни.

Достовірність представлених результатів забезпечується використанням широкого кола експериментальних методів дослідження та коректних теоретичних моделей, а також узгодженою з загальними фізичними уявленнями та відомими літературними даними інтерпретацією отриманих результатів.

Результати дисертаційної роботи висвітлено у 8 наукових статтях (з них 4 опубліковано у закордонних виданнях та 4 у виданнях, які згідно до наукометричної бази SCImago Scientific Journal Rankings відносяться до квартилю Q3) та апробовано на 10 престижних наукових конференціях.

Ознаки плагіату та академічної недоброчесності в роботі відсутні.

Зауваження до дисертаційної роботи та рекомендації:

- у тексті роботи деякі скорочення не розшифровуються при першому застосуванні, наприклад, на стор. 2 не дано роз'яснення скороченню ТРГ, а перелік умовних скорочень розміщено в кінці роботи, а не на початку;

- у літературному огляді, на мою думку, занадто стисло висвітлено проблематику використання (фото)термоемісійних перетворювачів енергії;

- частина графіків на рисунках представлена в різному стилі оформлення

(див. рис. 3.2), що ускладнює порівняння залежностей;

- графік з рис. 3.3, а дублюється на рис. 4.1;
- місцями зустрічаються недоліки в оформленні роботи, наприклад, не перекладені з англійської мови скорочення та підписи по осях (див. рис. 3.8-3.9, 4.5, табл. 5.1 та ін.), занадто великі або малі розміри шрифту тощо.

Зазначені зауваження переважно стосуються оформлення роботи та жодним чином не впливають на наукову новизну, достовірність й актуальність отриманих в ході дисертаційного дослідження результатів.

Загальний висновок щодо дисертаційної роботи

Вважаю, що робота Якимчука Миколи Миколайовича «**Вплив наноструктурованого вуглецю на електронні властивості композитів на основі гідрогенізованого титану**» є завершеним науковим дослідженням та відповідає всім вимогам «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, а сам здобувач заслуговує на присудження йому ступеня доктора філософії в галузі знань 10 – Природничі науки за спеціальністю 105 – Прикладна фізика та наноматеріали.

Рецензент

завідувач лабораторії фізики конструкційних
матеріалів Інституту металофізики
ім. Г.В. Курдюмова НАН України
доктор фізико-математичних наук,
старший дослідник

Владислав ШИВАНЮК

Підпис Владислава ШИВАНЮКА засвідчую:

Вчений секретар Інституту металофізики

ім. Г.В. Курдюмова НАН України

Марина САВЧУК

