

67-72-32/3

21.03.16

ВІДГУК
ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА
на дисертаційну роботу

Ярослава Антоновича Жидачевського,

**«ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ОРТОАЛЮМІНАТУ ІТРІО, ЛЕГОВАНОГО
МАРГАНЦЕМ, ДЛЯ ЛЮМІНЕСЦЕНТНОЇ ДОЗИМЕТРІЇ ІОНІЗУЮЧОГО
ВИПРОМІНЮВАННЯ»,**

яку представлено на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за
спеціальністю
01.04.07 – фізика твердого тіла

Термолюмінесцентна дозиметрія (ТЛД) давно застосовується в різних сферах практичної діяльності: виробництво, техніка, наука. В різних областях практичної дозиметрії використовуються різні матеріали термолюмінесцентних детекторів, а отже, не існує універсального. Тому і сьогодні вдосконалення існуючих, пошук нових матеріалів для ТЛД та з'ясування їх фізичних і технічних характеристики є важливою науковою задачею і не тільки в галузі дозиметрії, дозиметричного матеріалознавства, але і в галузі фізики твердого тіла.

Дисертаційну роботу Я.А. Жидачевського виконано саме в таких галузях, а тому тема роботи, без сумніву, є актуальною.

Метою роботи було з'ясування підходів, способів, прийомів надання ортоалюмінату ітрію легованому Манганом, $YAlO_3:Mn$ (YAP:Mn), оптичних і люмінесцентних властивостей, необхідних для дозиметрії іонізуючого випромінювання. Із зазначеного випливає, що дослідження фізичних властивостей, які і характеризують сполуку YAP:Mn, як люмінесцентний дозиметричний матеріал, є дуже важливою складовою рецензованої роботи.

Результати реалізованої дисертантом керованої модифікації властивостей та оптимізація способів отримання композицій, придатних для ефективною люмінесцентної дозиметрії іонізуючого випромінювання на базі явищ

термічно- та оптично стимульованої люмінесценції, свідчить, що мету роботи було досягнуто, а необхідні для цього завдання – виконано.

Для проведення досліджень автором було вирощено, а далі протестовано властивості більш ніж 30 монокристалів ортоалюмінату ітрію; в значній кількості досліджувалися керамічні зразки та порошки з нанорозмірними зернами. В процесі виконання роботи використовувалося високо технологічне обладнання, сучасні дослідницькі та технологічні прилади. Значним є обсяг виконаних робіт із синтезу матеріалів, причому, різними способами. Зазначене вище, а також гарне володіння автором світовим досвідом робіт в галузі термолюмінесцентної дозиметрії, забезпечили високий ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій зроблених в дисертації.

Достовірність одержаних результатів, більшість із яких одержано вперше, достовірність та новизна висновків визначаються також надійністю оптичних (люмінесценція, оптичне поглинання), термолюмінесцентних, рентгенівських та мікроскопічних методів дослідження, використанням відомих теоретичних підходів та моделей для інтерпретації отриманих експериментальних даних. Основні результати роботи опубліковано у високореєтингових зарубіжних та фахових вітчизняних журналах і апробовано на визнаних міжнародних наукових семінарах та конференціях.

У результаті проведених експериментальних досліджень автором було отримано низку важливих та цікавих результатів, наукова новизна яких не викликає сумніву і, які є значним внеском не тільки до техніки і технології матеріалів і приладів дозиметрії, але і до фізики люмінесцентних процесів в складних оксидах, сприяють кращому розумінню поведінки таких систем під дією зовнішніх факторів: температура, іонізуюче випромінювання.

До найбільш важливих наукових результатів, з погляду фізики, слід віднести наступні.

- Висновок щодо необхідності реалізації значної переваги кількості іонів Мангану у зарядовому стані 2+, порівняно із такими ж у стані 4+. Іони Mn^{4+} , які відповідальні за свічення матеріалу в червоній ділянці спектра поблизу 710 нм, з огляду на їхню чутливість до дії світла видимого діапазону є небажаним

компонентом ортоалюмінату ітрію для використання його як дозиметричного матеріалу.

- З'ясування і обґрунтування того факту, що збільшення ефективності ТСЛ кристалів та кераміки $YAlO_3:Mn$ в зеленій ділянці спектра та одночасного зменшення «паразитного» червоного свічення іонів Mn^{4+} можна досягти шляхом співлегуювання оксиду домішками іонів у зарядовому стані $4+$, зокрема, іонів Si та Hf.

- З'ясування і обґрунтування того факту, що суттєвого зростання інтенсивності основного дозиметричного піка ТЛ в околі $T = 200$ С можна досягти за допомогою високотемпературного ($T \geq 1000$ С) відпалу матеріалу $YAlO_3:Mn$ в окислювальній атмосфері, зокрема, і на повітрі.

З практичного погляду, зрозуміло, що обґрунтування самої можливості використання, висвітлення переваг використання ортоалюмінату ітрію, легованого Манганом та розробка лабораторних технологій отримання оптимальних монокристалічних і керамічних детекторів на основі $YAP:Mn$ для люмінесцентної дозиметрії іонізуючого випромінювання є основним досягненням цієї роботи.

В результаті ознайомлення з текстом дисертації у опонента виникли питання та коментарі; деякі із них наведено нижче.

1. *Ортоалюмінат ітрію, як «чистий, так і легований Манганом, $YAlO_3:Mn$ ($YAP:Mn$), є анізотропним двовісним кристалом. Цей факт, якимось чином, брався до уваги? Зокрема, при вимірюваннях і аналізі даних з оптичного поглинання, індукованого забарвлення, оптичного стимулювання чи оптичного счисування? Якщо ні, то чому? Які, в цьому випадку, були підстави нехтувати цією властивістю кристалів?*

2. *На стор. 89 автор стверджує: «Зарядова компенсація, необхідна для реакції $Mn^{5+} \rightarrow Mn^{4+}$, відбувається, по всій імовірності, за рахунок втрати кисню з кристала» (Це щодо відпалу у відновлювальному середовищі.- Опонент)*

- На мою думку це заявлено у занадто узагальненому вигляді. На підтвердження, наведу наступне:

a) Із спектрів поглинання (рис. 3.1) цього не видно;

b) На стор. 99 написано «відпал у відновлювальному середовищі зменшує кількість пасток, що можуть захопити електрони, звільнені в процесі фотоіонізації $Mn^{4+} \rightarrow Mn^{5+} + e^-$ ».

- Наведені твердження, щодо кисню та пасток, узгоджуються чи доповнюють одне – друге?

3. Автор зазначає, стор. 92: «Люмінесцентні характеристики (інтенсивність) залежать від вмісту власних та домішкових дефектів.»

- Якщо стосовно домішкових дефектів питання досліджувалося (кремній, гафній), то як щодо власних дефектів?

4. Стор. 118: «Енергія ΔE_1 , яка по всій імовірності відповідає відстані від рівня 2E до рівня 4T_2 , є помітно меншою від відповідної величини, яка може бути визначеною із спектрів поглинання, що вказує на сильну електрон – фононну взаємодію і, відповідно, великий стоксівський зсув.»

- По-перше, щоби це стверджувати треба дати схему конфігураційних кривих станів 2E та 4T_2 . Котрий із станів лежить нижче? Іншими словами: в якому кристалічному полі знаходяться іони Mn^{4+} ?

- По-друге, із спектрів поглинання слід було б визначити відповідну величину і, тим самим, провести коректне порівняння.

5. Стор. 104: Тут акцентується увага на цікавих властивостях кристала після гама – опромінення. Мова йде щодо нових смуг поглинання. Автор пише, що ці особливості подібні для таких, що властиві іонам Mn^{3+} . То мабуть ці дані слід було б навести і порівняти. Крім того, дані рис. 3.16 та 3.18 та стор. 104 вказують на більш складну ситуацію, ніж тільки поява додаткової смуги поглинання на 20000 см^{-1} .

6. Поза увагою автора, чомусь, залишилося питання ролі поверхні і її стану для випадку монокристалічних зразків.

В цілому, роботу грамотно і якісно оформлено. Із питань такого плану слід зазначити, що починаючи із стор. 120 дані щодо термовисвічування (криві

ТСЛ) уже подають в шкалі Цельсія, а раніше було в Кельвінах, що мабуть, є причиною неузгоджень у зазначенні положення піків ТСЛ в різних частинах роботи.

Дисертаційне дослідження Я.А. Жидачевського виконано у відповідності до тематики наукових досліджень, які проводилися понад 10 останніх років у Національному університеті «Львівська політехніка».

За матеріалами дисертації опубліковано 62 праці, з них 22 статті у фахових журналах, 3 статті у матеріалах конференцій та 2 патенти.

Автореферат дисертації повністю відображає структуру і зміст роботи.

Врахувавши все вищезгадане, вважаю, що дисертаційна робота «Фізичні властивості ортоалюмінату ітрію, легованого марганцем, для люмінесцентної дозиметрії іонізуючого випромінювання» цілком задовольняє вимогам МОН України до докторських дисертацій, а її автор, Ярослав Антонович Жидачевський, безперечно, заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 01.04.07 – фізика твердого тіла.

Доктор фіз.-мат. наук,
завідувач НДЛ «Спектроскопія конденсованого стану речовини»
Київського національного
університету імені Тараса Шевченка

С. Г. Неділько

Підпис С.Г. Неділька засвідчую:

Вчений секретар
Київського національного
університету імені Тараса Шевченка



Н.В. Караульна